

ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
16 декабря 2019 г. № 69

**Об утверждении и введении в действие технических
нормативных правовых актов**

На основании подпункта 5.6 пункта 5 Положения о Министерстве архитектуры и строительства Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 973, Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить и ввести в действие через 60 календарных дней после их официального опубликования разработанные РУП «Стройтехнорм» и внесенные главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Минстройархитектуры следующие строительные нормы:

СН 3.02.01-2019 «Жилые здания»;

СН 5.08.01-2019 «Кровли»;

СН 3.02.02-2019 «Общественные здания»;

СН 3.02.03-2019 «Станции технического обслуживания транспортных средств. Гаражи-стоянки автомобилей»;

СН 3.03.02-2019 «Трамвайные и троллейбусные линии»;

СН 2.01.02-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий»;

СН 2.01.03-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости»;

СН 2.01.04-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки»;

СН 2.01.05-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия»;

СН 2.01.06-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Температурные воздействия»;

СН 2.01.01-2019 «Основы проектирования строительных конструкций»;

СН 4.02.03-2019 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

СН 3.03.03-2019 «Промышленный транспорт»;

СН 3.02.04-2019 «Склады нефти и нефтепродуктов».

2. Настоящее постановление вступает в силу после его официального опубликования.

Министр

Д.М.Микуленок

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 3.02.01-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ

ЖЫЛЫЯ БУДЫНКИ

Издание официальное

Минск 2020

УДК 728.1.012(083.74)

Ключевые слова: жилое здание, строительные нормы, проектирование, жилой дом, общежитие, жилой дом для престарелых, жилой дом для инвалидов

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: И. Л. Лишай, С. И. Райкова

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 3.02 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, благоустройство территорий»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-3.02-324-2018 (33020))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
 - 2 Нормативные ссылки
 - 3 Термины и определения
 - 4 Общие требования
 - 5 Требования к внутридомовым устройствам общего пользования в многоквартирных домах и вспомогательным помещениям
 - 6 Требования к размещению объектов социальной инфраструктуры
 - 7 Требования по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения
 - 8 Требования к инженерному обеспечению
- Приложение А Правила подсчета площадей и строительного объема, определения этажности, типов квартир и продолжительности инсоляции помещений для многоквартирных жилых домов, общежитий, жилых домов для престарелых и инвалидов

Приложение Б Правила подсчета площадей и строительного объема, определения этажности и продолжительности инсоляции помещений для многоквартирных и блокированных жилых домов

Приложение В Минимально необходимое количество лифтов и минимальные габариты кабины лифта

Приложение Г Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ

ЖЫЛЫЯ БУДЫНКІ

Residential buildings

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Область применения

Настоящие строительные нормы устанавливают требования к проектированию жилых зданий высотой менее 75 м, в том числе:

- многоквартирных, многоквартирных и блокированных жилых домов;
- общежитий;
- жилых домов с квартирами для инвалидов;
- жилых домов для инвалидов;
- жилых домов для престарелых.

При разработке проектной документации на ремонт, реконструкцию и реставрацию эксплуатируемых жилых зданий настоящие строительные нормы применяют совместно с ТКП 45-1.04-206.

При проектировании зданий другого функционального назначения, в состав помещений которых включены жилые помещения, настоящие строительные нормы применяют в части требований к квартирам, жилым ячейкам и жилым комнатам.

Настоящие строительные нормы не распространяются на:

- инвентарные и мобильные здания;
- условия заселения жилых зданий.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:

ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия.
Безопасность

ТР ТС 011/2011 Безопасность лифтов

СН 2.02.01-2019 Здания и сооружения. Отсеки пожарные

СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений

СН 3.02.02-2019 Общественные здания

СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий

СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

СН 4.03.01-2019 Газораспределение и газопотребление

СН 4.04.01-2019 Системы электрооборудования жилых и общественных зданий

СН 4.04.02-2019 Системы связи и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий

ТКП 336-2011 (02230) Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций

ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний

ТКП 588-2016 (33160) Средства электросвязи интеллектуальных зданий, включающие типовые проектные решения системы «умный дом». Правила проектирования и устройства

ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.02-99-2008 (02250) Каминные и бытовые печи. Правила возведения

ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки

ТКП 45-3.01-117-2008 (02250) Градостроительство. Районы усадебного жилищного строительства. Нормы планировки и застройки

ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.04-154-2009 (02250) Защита от шума. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.04-206-2010 (02250) Ремонт, реконструкция и реставрация зданий и сооружений. Основные требования по проектированию

ТКП 45-4.02-273-2012 (02250) Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования

ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.02-318-2018 (33020) Среда обитания для физически ослабленных лиц. Строительные нормы проектирования

СТБ 1154-99 Жилище. Основные положения

СТБ 1381-2003 Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Технические условия

СТБ 2433-2015 Блоки дверные. Общие технические условия

СТБ ISO 12543-2-2014 Стекло в строительстве. Стекло многослойное и многослойное безопасное. Часть 2. Стекло многослойное безопасное

СТБ EN 14449-2008 Стекло в строительстве. Многослойное стекло и многослойное безопасное стекло. Оценка соответствия/стандарт на изделие

ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

ГОСТ 30826-2014 Стекло многослойное. Технические условия.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 антресоль: По ТКП 45-2.02-315.

3.2 балкон: Огражденная и/или остекленная наружная площадка, наполовину и более (площади) выступающая за пределы граничащих с ней наружных стен жилого здания, открытая во внешнее пространство с двух или трех сторон.

3.3 веранда: Холодное помещение, как правило, застекленное, встроенное в жилой дом или пристроенное к нему и выполняющее различные функции.

Примечание – В зависимости от расположения и времени года используется в качестве летнего помещения, столовой, кухни, гостиной, спальни, комнаты для домашних занятий, кладовой и т. п.

3.4 внутридомовые устройства общего пользования в многоквартирных домах: По СТБ 1154.

3.5 высота жилого здания: По ТКП 45-2.02-315.

3.6 жилой дом многоквартирный: По СТБ 1154.

3.7 жилой дом многоквартирный: По СТБ 1154.

3.8 жилой дом блокированный: По СТБ 1154.

Примечание – В блокированном жилом доме для каждого жилого блока предусматриваются самостоятельные инженерные системы, отсутствуют общие с соседями вспомогательные помещения чердаков, подполюев, шахт коммуникаций, а также помещения, расположенные над или под помещениями другого жилого блока.

3.9 жилой дом с квартирами для инвалидов: Жилой дом, где часть квартир предназначена для проживания семей, в составе которых имеются инвалиды.

3.10 жилой дом для инвалидов: Специальное жилое здание, предназначенное для постоянного проживания одиноких инвалидов или семей инвалидов (слепых, с нарушением опорно-двигательного аппарата, в том числе передвигающихся на креслах-колясках, и т. п.), нуждающихся в бытовом, медицинском и социальном обслуживании.

3.11 жилой дом для престарелых: Специальное жилое здание, предназначенное для постоянного проживания престарелых одиноких людей или семей престарелых, нуждающихся в бытовом, медицинском и социальном обслуживании.

3.12 жилое здание секционного типа: Здание, состоящее из одной или нескольких секций.

3.13 жилое здание коридорного типа: Здание, в котором входы в квартиры (комнаты, жилые ячейки) организованы из общего коридора, имеющего не менее чем две лестницы.

3.14 жилая комната: По СТБ 1154.

3.15 жилая ячейка: Жилая комната или группа жилых комнат, планировочно объединенных подсобными помещениями общего пользования.

3.16 квартира: По СТБ 1154.

3.17 квартира многоуровневая: Квартира, помещения которой размещены в двух и более этажах и соединены внутриквартирной лестницей.

3.18 кладовая холодная: Кладовая, размещаемая в неотапливаемом объеме квартиры или жилого дома.

3.19 крыльцо: Площадка со ступенями и/или, при необходимости, с пандусом, расположенная перед входом в жилое здание на уровне, как правило, превышающем планировочную отметку земли.

3.20 лоджия: Перекрытая, огражденная и/или остекленная наружная площадка, более чем наполовину (площади) заключенная в пределах граничащих с ней наружных стен жилого здания и открытая во внешнее пространство с одной стороны.

3.21 общежитие: По [1].

3.22 общежитие квартирного типа: Жилое здание, предназначенное для временного проживания в квартирах людей, в том числе с детьми.

3.23 отметка земли планировочная: Уровень земли на границе отмоктки и цоколя здания.

3.24 погреб: Отдельно стоящее сооружение или расположенная под жилым домом холодная камера, полностью или частично заглубленная в землю и предназначенная для хранения пищевых продуктов.

3.25 подполье: Пространство для размещения технических или хозяйственных помещений, расположенное непосредственно под жилым этажом в нижней зоне здания.

3.26 помещение жилое: По СТБ 1154.

3.27 помещения подсобные: По СТБ 1154.

3.28 помещения вспомогательные: Помещения, расположенные вне квартиры или жилой ячейки и предназначенные для обеспечения эксплуатации жилого здания.

Примечание – К вспомогательным помещениям относятся: вестибюли, коридоры, галереи, лестничные марши и площадки, лифтовые холлы и т. п.

3.29 помещение летнее: Неотапливаемое помещение или открытая во внешнее пространство площадка.

Примечание – К летним помещениям относятся: балкон, лоджия, веранда, терраса.

3.30 помещение техническое: Помещение, предназначенное для обслуживания инженерного оборудования жилого здания.

Примечание – К техническим помещениям относятся: электрощитовая, машинное отделение лифтов, тепловой пункт, насосная, мусороприемная камера и т. п.

3.31 придомовая территория: По СТБ 1154.

3.32 проем световой: Раздельный или объединенный проем окна и балконной двери.

3.33 санитарный узел: Санитарно-гигиенические помещения в квартире, в которых размещается ванна или душ, умывальник, унитаз (возможно биде) и стиральная машина.

Примечание – Различают совмещенный санитарный узел, в котором санитарно-технические приборы размещаются в одном помещении.

3.34 секция жилого здания: Часть здания, где входы в жилые помещения организованы из одной лестничной клетки непосредственно или через коридор, при этом в многосекционных жилых домах секции здания в пределах жилых этажей отделены друг от друга глухими стенами или перегородками.

3.35 тамбур: Проходное помещение при входе в здание, лестничную клетку или другие помещения, предназначенное для защиты от проникновения холодного воздуха, дыма и запахов.

3.36 терраса: Открытая наружная площадка, примыкающая к жилому дому, размещаемая над землей, как правило, в уровне пола первого этажа, или над нижерасположенным этажом, или на крыше.

Примечание – Терраса может иметь перголу или другое покрытие, а также находиться под общей с домом крышей.

3.37 чердак: Пространство, заключенное между конструкцией крыши, перекрытием верхнего этажа жилого здания и, как правило, наружными стенами.

Примечание – Чердак называется холодным, когда утеплитель над верхним этажом расположен в пределах его перекрытия, и теплым, когда утеплитель расположен в пределах конструкции крыши над чердаком, при этом воздух, выходящий из вентиляционной системы здания и открыто проходящий через пространство чердака, используется в качестве дополнительного источника тепла для обогрева верхнего этажа в холодный период года.

3.38 эркер: Часть помещения, выходящая из плоскости фасада, частично или полностью остекленная, улучшающая его освещенность и инсоляцию.

3.39 этаж мансардный (мансарда): Этаж, расположенный в пространстве, образованном скатной крышей и, как правило, частью наружных стен, в котором помещения частично или полностью имеют наклонные потолки.

3.40 этаж надземный: По ТКП 45-2.02-315.

3.41 этаж подвальный: По ТКП 45-2.02-315.

3.42 этаж технический: По ТКП 45-2.02-315.

3.43 этаж цокольный: По ТКП 45-2.02-315.

3.44 квартира-студия: Квартира общей площадью не более 50 м² с планировочным решением, предусматривающим в обязательном порядке туалет, ванную комнату или совмещенный санитарный узел, отсутствие перегородки между кухней и жилой комнатой,

с функциональным разделением помещения на несколько зон, одна из которых используется для приема и приготовления пищи.

4 Общие требования

4.1 Проектирование жилых зданий следует осуществлять в соответствии с требованиями настоящих строительных норм, ТР 2009/013/ВУ, СН 2.02.01, СН 2.02.03, ТКП 45-2.02-315, ТКП 45-3.02-318 и других технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА).

Необходимый тип квартир, состав жилых комнат и подсобных помещений, требования к их площади устанавливают в задании на проектирование. Высота помещений квартиры должна быть не менее 2,5 м, при этом в состав квартиры в обязательном порядке включают жилую комнату (одну и более), кухню, туалет и ванную комнату. Состав помещений квартиры-студии определен в 3.44.

4.2 Подсчет площадей и строительного объема, определение этажности, типов квартир, продолжительности инсоляции помещений многоквартирных жилых домов, общежитий, жилых домов для престарелых и инвалидов следует осуществлять в соответствии с приложением А.

Подсчет площадей и строительного объема, определение этажности и продолжительности инсоляции помещений многоквартирных и блокированных жилых домов следует осуществлять в соответствии с приложением Б.

4.3 Размещение жилых зданий следует осуществлять в соответствии с нормами планировки и застройки населенных пунктов, установленными в ТКП 45-3.01-116, ТКП 45-3.01-117 и других ТНПА, а также требованиями градостроительной документации, утвержденной в установленном порядке.

4.4 Ограждающие конструкции должны обеспечивать нормативную звукоизоляцию согласно требованиям ТКП 45-2.04-154.

4.5 Стены, разделяющие смежные жилые блоки в блокированных жилых домах, по теплозащитным показателям должны соответствовать требованиям ТКП 45-2.04-43, предъявляемым к наружным ограждающим конструкциям.

4.6 Между кухней, в которой установлено газоиспользующее оборудование, и прихожей (коридором), а также при сообщении кухни посредством дверного проема со смежно расположенной жилой комнатой следует предусматривать установку внутренних межкомнатных дверных блоков по СТБ 2433 или другим ТНПА.

Кухню, оборудованную электроплитой, разрешается объединять с жилой комнатой (общей) и прихожей (коридором) в единое пространство с созданием функциональных зон за счет расстановки мебели, если это установлено заданием на проектирование.

4.7 В дверях кухонь, совмещенных санитарных узлов, уборных и ванных комнат для притока воздуха следует размещать решетки или другие устройства площадью не менее 0,02 м². Решетки следует располагать таким образом, чтобы их низ находился на расстоянии не более 0,03 м от уровня пола.

4.8 Размещать жилую комнату над или под кухней, оборудованной газовой плитой, допускается в многоквартирных и блокированных жилых домах, а также на последнем этаже (в мансарде) многоквартирных жилых домов с многоуровневыми квартирами, если кухня и жилая комната входят в состав одной квартиры.

4.9 Не допускается размещать санитарные узлы непосредственно над жилыми комнатами и кухнями. Размещение санитарного узла над кухней допускается в многоуровневых квартирах в случае, когда санитарный узел и кухня входят в состав одной квартиры.

Частичное размещение одного из помещений санитарного узла (не более 25 % его площади) над жилой комнатой разрешается, если выполнены мероприятия по повышению гидро- и звукоизоляции конструкции пола этого санитарного узла.

Размеры в плане ванной комнаты (с учетом отделки) должны быть не менее 1,5х1,7 м, совмещенного санитарного узла – 1,5х2,5 м и должны обеспечивать размещение

в них ванны длиной не менее 1,7 м. Размеры в плане туалета без умывальника должны быть не менее 0,8х1,5 м, с умывальником – 1,4х1,5 м

4.10 В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, размеры в плане ванной комнаты или совмещенного санитарного узла должны быть не менее 2,2х2,2 м, уборной с умывальником – 1,6х2,2 м, без умывальника – 1,2х2,2 м.

Специальное оснащение санитарного узла приспособлениями, помогающими инвалидам самостоятельно пользоваться санитарными приборами, следует выполнять по индивидуальным заказам для каждой квартиры или группы квартир.

4.11 Балконы и лоджии должны иметь ограждения высотой от пола не менее 1,1 м или остекление с неоткрывающейся (глухой) нижней частью высотой от пола не менее 1,1 м с заполнением из многослойного безопасного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826.

Расположенные под окнами участки стен высотой от пола менее 0,7 м (кроме стен, граничащих с летними помещениями) должны иметь ограждения высотой от пола не менее 0,9 м. Разрешается не устраивать ограждения, если в нижней части окна до высоты от пола не менее 1,1 м предусмотрены только неоткрывающиеся (глухие) створки с заполнением из многослойного безопасного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826.

4.12 Входные двери в квартиры и двери в общие на группу квартир поэтажные тамбуры (коридоры) должны соответствовать требованиям СТБ 2433 и открываться, как правило, в сторону выхода.

4.13 Ширина полотен, м, однопольных дверей в квартирах должна быть не менее:

- входных в квартиры, жилые комнаты и кухни – 0,8;
- в летние помещения, санитарные узлы и кладовые – 0,6.

В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, ширина всех полотен однопольных дверей должна быть не менее 0,9 м, устройство порогов не допускается.

4.14 Жилые комнаты жилых зданий следует оборудовать автономными дымовыми пожарными извещателями.

5 Требования к внутридомовым устройствам общего пользования в многоквартирных домах и вспомогательным помещениям

5.1 Площадка крыльца при главном входе в жилое здание должна быть защищена от атмосферных осадков козырьком или другим устройством, а также иметь приспособление для чистки подошв обуви.

5.2 В жилых зданиях наружный лестничный марш, ведущий на крыльцо главного входа, должен иметь уклон не более 1:3. Ширину проступи следует назначать не менее 40 см.

Все ступени лестницы, ведущей на площадку крыльца, должны иметь одинаковые размеры по высоте и в плане.

5.3 При перепадах уровней более 0,45 м площадки крыльца, террасы, пандусы, прямки входов должны иметь ограждения высотой не менее 0,9 м, марши и площадки наружных лестниц – высотой не менее 1,2 м. Подоконные прямки допускается ограждать съемными горизонтальными металлическими решетками с просветом между стержнями или другими профилями не более 0,05 м.

5.4 При наружных входах в отапливаемую жилую часть здания следует предусматривать тамбуры. В многоквартирных и блокированных жилых домах тамбур допускается не предусматривать при устройстве входа через веранду, а также при устройстве двойных утепленных дверей. Необходимость устройства двойных утепленных дверей устанавливается в задании на проектирование.

В жилых зданиях этажностью 12 этажей и выше на первом этаже при главных наружных входах в жилую часть здания следует предусматривать двойные тамбуры.

Допускается не предусматривать тамбуры при поэтажных входах в отапливаемую часть здания из открытых воздушных зон незадымляемых лестничных клеток, если двери выполнены утепленными.

Размеры в плане тамбуров многоквартирных жилых домов следует назначать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-318.

Отметка пола тамбура должна превышать отметку пола крыльца на 2 см и быть на 2 см ниже отметки пола входного помещения.

5.5 В жилых зданиях наружные двери, ведущие в жилую часть здания, хозяйственные и технические подполья, на крыши, а также внутренние двери технических помещений и чердаков должны соответствовать требованиям СТБ 2433 и выполняться с применением дверных блоков из металлических конструкций.

В полотне наружных и тамбурных дверей, ведущих в жилую часть многоквартирного жилого дома и общежития, следует предусматривать смотровое отверстие-окно, низ которого должен располагаться не выше 0,9 м от уровня пола, а его заполнение следует выполнять из многослойного безопасного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826.

5.6 Наружная дверь главного входа в жилую часть многоквартирного жилого дома должна быть оборудована домофоном или кодовым замком, а также приборами самозакрывания с ограничителями хода дверей (остановами). Домофон допускается устанавливать рядом с входной дверью на смежных участках стен.

5.7 Наименьшую ширину и наибольший уклон лестничных маршей (кроме зданий класса Ф1.4), ведущих на жилые этажи, следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315, при этом в жилых зданиях без лифтов ширина лестничных маршей должна быть не менее 1,15 м.

5.8 Ширина лестничных площадок в жилых зданиях должна быть не менее 1,4 м. В жилых зданиях, оснащенных лифтами с габаритами кабины 1100x2100 или 2100x1100 мм, ширину лестничных площадок допускается уменьшать до 1,2 м при условии соблюдения требований ТКП 45-2.02-315.

5.9 Марши внутренних лестниц должны иметь ограждения высотой от пола не менее 0,9 м. В жилых домах для престарелых и инвалидов на ограждениях лестничных маршей и на стенах лестниц следует устанавливать двойные поручни на высоте 0,7 и 0,9 м.

5.10 Наименьшую ширину внеквартирных коридоров и дверей в них следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315.

В жилых домах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, а также на этажах жилых домов, где располагаются квартиры для таких инвалидов, ширина внеквартирных коридоров должна быть не менее 1,8 м; устройство порогов в дверных проемах не допускается.

5.11 В жилых зданиях устраивают чердак или совмещенную кровлю. Устройство теплого чердака допускается в зданиях с естественной вентиляцией по заданию на проектирование и подтверждается расчетом.

5.12 Холодные чердаки и подполья, не имеющие вытяжную вентиляцию, должны быть проветриваемыми. В наружных стенах следует предусматривать отверстия-продухи, равномерно распределенные по периметру здания, суммарной площадью не менее 1/400 площади технического подполья и не менее 1/500 площади холодного чердака. Площадь одного продуха должна быть не менее 0,05 м². Во всех перегородках и внутренних стенах (кроме противопожарных преград) под потолком каждого помещения подполья необходимо предусматривать отверстия площадью не менее 0,02 м². Для чердака со скатной крышей следует предусматривать слуховые окна суммарной площадью не менее 1/500 площади чердака. В многоквартирных и блокированных жилых домах со скатными кровлями вместо слуховых окон допускается устанавливать вентиляционные решетки.

5.13 Крыши в жилых зданиях следует проектировать с организованным водостоком. Разрешается предусматривать наружный неорганизованный водосток со скатных крыш одно- и двухэтажных зданий при условии выноса карниза не менее чем на 0,6 м. В таких

случаях над входами в подвальные и цокольные этажи и над балконами верхнего этажа предусматриваются устройства защиты.

В жилых зданиях этажностью более шести этажей следует предусматривать внутренний водосток. При меньшей этажности допускается предусматривать наружный организованный водосток. Размещение стояков внутреннего водостока в пределах квартир и жилых ячеек не допускается.

На крышах жилых зданий допускается устанавливать устройства приема информации в соответствии с ТНПА и техническими условиями на проектирование.

5.14 Для крыш жилых зданий этажностью два этажа и более (кроме жилых зданий со вторым мансардным этажом) следует предусматривать ограждения высотой не менее 0,6 м, а для скатных крыш – дополнительно устройства, исключающие сползание снега и образование наледи и сосулек.

Для эксплуатируемых плоских крыш следует предусматривать ограждения высотой, м, не менее:

1,0 – при высоте жилого здания до 30 м;

1,1 – то же св. 30 м.

Ограждения крыш должны соответствовать требованиям СТБ 1381.

5.15 В жилых домах и общежитиях с количеством этажей два и более требуется предусматривать лифты, за исключением многоквартирных и блокированных жилых домов.

5.16 Минимально необходимое количество лифтов в жилых зданиях и минимальные габариты кабин лифтов следует определять в соответствии с приложением В с учетом этажности здания и наибольшей суммарной площади квартир на этажах.

Лифты должны соответствовать требованиям ТР ТС 011/2011.

5.17 Ширина помещения перед входами в пассажирские лифты, измеряемая от двери шахты лифта до противоположной стены или ступени лестницы, в зависимости от расположения и глубины кабины лифта приведена в таблице 1.

Таблица 1

Расположение лифтов	Ширина помещения, м, не менее, перед входами в пассажирские лифты при глубине кабины лифта, мм	
	менее 2100	2100
В один ряд	1,6	2,1
В два ряда	1,8	2,5

5.18 Машинные помещения лифтов должны быть оборудованы охранной сигнализацией с выводом сигнала тревоги на диспетчерский пульт управления лифтами.

5.19 В многоквартирных жилых домах и общежитиях не ниже цокольного этажа следует предусматривать кладовые для хранения уборочного инвентаря, оборудованные раковиной с подводкой к ней холодной и горячей воды.

5.20 В многоквартирных жилых домах и общежитиях следует предусматривать помещение электрощитовой. Не допускается размещать электрощитовую и помещения для оборудования локальной вычислительной сети и сети кабельного телевидения под санитарными узлами и жилыми комнатами вышележащего этажа.

5.21 В жилых зданиях, в том числе в помещениях общественного назначения, при размещении распределительного пункта электропитания (группового щитка), щитовых помещений, главного распределительного щитка, квартирных щитков необходимо соблюдать требования [3], [4].

5.22 Размещение силовых кабелей и кабельных линий в ограждающих конструкциях жилых комнат не допускается.

5.23 Лифтовое оборудование размещают в шахте лифта, машинных, блочных помещениях лифтов. В шахте лифта, машинных, блочных помещениях лифтов

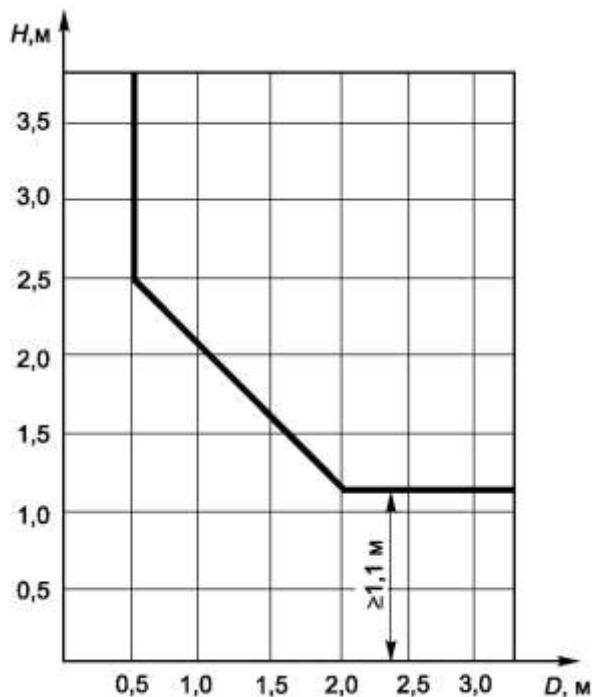
не допускается установка оборудования и прокладка коммуникаций, не относящихся к лифтам.

Для частично огражденной шахты и шахты, имеющей частично не сплошное (например, сетчатое) ограждение, высота сплошного ограждения, м, в местах, доступных для людей, должна быть не менее:

3,5 – со стороны двери шахты лифта на этажной площадке;

2,5 – с других сторон, если расстояние до движущихся частей лифта не превышает 0,5 м.

Если расстояние до движущихся частей лифта превышает 0,5 м, то высоту сплошного ограждения (2,5 м) последовательно уменьшают на расстоянии 2,0 м до значения не менее 1,1 м (рисунок 1).



D – горизонтальное расстояние от движущихся частей лифта; H – высота ограждения

Рисунок 1 – Зависимость между высотой ограждения и расстоянием до движущихся частей лифта

Расстояние между ограждением и краем межэтажных перекрытий, ступеней и площадок должно быть не более 0,15 м.

Машинные помещения лифтов следует оборудовать вентиляцией, обеспечивающей кратность воздухообмена в соответствии с приложением Г.

В зонах обслуживания лифтового оборудования должна быть обеспечена освещенность в соответствии с ТКП 45-2.04-153.

Вводное устройство лифта устанавливают в машинном помещении лифтов вблизи входной двери, а при отсутствии машинного помещения – в шкафу для аппаратов управления лифтом.

Выключатели освещения и розеточную группу устанавливают внутри помещения, предназначенного для установки лифтового оборудования.

Ограждающие конструкции лифтового оборудования должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие при эксплуатации и испытаниях лифта.

Если для ограждения шахты применяют стеклянные панели, они должны быть изготовлены из многослойного безопасного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826.

В машинных помещениях лифтов под верхним перекрытием шахты лифта (для лифтов без машинного помещения) должно(-ы) быть установлено(-ы) устройство(-а), предназначенное(-ые) для подвески грузоподъемных средств.

В помещениях, предназначенных для размещения лифтового оборудования, для выполнения работ по обслуживанию, ремонту, а также эвакуации пассажиров должна быть предусмотрена зона обслуживания высотой в свету при измерении от пола до элементов перекрытия не менее 2,1 м (не менее 1,5 м – для блочных помещений лифтов) и размерами:

- глубиной, измеряемой от наружной поверхности ограждений шкафа или панели, не менее 0,7 м – перед шкафами и панелями управления;
- шириной, равной полной ширине шкафа или панели, но не менее 0,5 м;
- не менее 0,5х0,6 м – со стороны подвижных частей лифтового оборудования.

Высота проходов к зонам обслуживания при измерении от пола до элементов перекрытия должна быть не менее 1,8 м (не менее 1,5 м – для блочных помещений лифтов), ширина – не менее 0,5 м.

При проектировании лифтовых шахт над крышей кабины лифта (когда кабина находится в крайнем верхнем положении) и в приямке (когда кабина находится в крайнем нижнем положении) должны быть предусмотрены пространства безопасности размерами, м:

- 0,4х0,5х2,0 – в положении стоя;
- 0,5х0,7х1,0 – в согнутом положении;
- 0,7х1,0х0,5 – в положении лежа (только для приямка).

Положение пространств безопасности определяется в зависимости от конструкции лифта и указывается в проектной документации.

Проемы должны обеспечивать установку:

- для доступа в машинные помещения и шахту – дверей высотой в свету не менее 2,0 м и шириной не менее 0,6 м;
- для доступа в блочное помещение – дверей высотой в свету не менее 1,4 м и шириной не менее 0,6 м;
- для доступа людей в машинное и блочное помещения – люков размерами не менее 0,8х0,8 м;
- аварийных дверей высотой в свету не менее 1,8 м и шириной не менее 0,5 м;
- смотровых люков размерами не менее 0,5х0,5 м.

Двери и смотровые люки должны открываться изнутри без ключа.

Высота в свету от пола до элементов перекрытия должна быть, м, не менее:

- зон обслуживания:
- для машинных помещений лифтов – 2,1;
- для блочных помещений лифтов – 1,5;
- проходов к зонам обслуживания:
- для машинных помещений лифтов – 1,8;
- для блочных помещений лифтов – 1,5.

При расстоянии между порогами дверей шахт лифтов на смежных этажах более 11 м в шахтах лифтов следует устраивать проемы для установки аварийных дверей между ними (кроме лифтов со смежными кабинами, каждая из которых снабжена аварийной дверью).

Полы в машинных и блочных помещениях лифтов должны иметь покрытие без неровностей, выбоин и перепадов высот. Полы должны иметь оценочную группу покрытия, характеризующую степень противоскольжения, С11.

Отделочное покрытие стен, пола и потолка машинных, блочных помещений лифтов должно быть выполнено из материалов, исключающих возможность образования пыли.

Для гидравлических лифтов должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие утечку масла в грунтовые воды.

6 Требования к размещению объектов социальной инфраструктуры

6.1 В жилых зданиях может быть предусмотрено размещение объектов социальной инфраструктуры, за исключением объектов, размещение которых не допускается согласно требованиям [2].

При проектировании жилых домов запрещается предусматривать размещение в них общественных туалетов.

6.2 Размещаемые в жилых домах объекты социальной инфраструктуры должны быть изолированы от жилых помещений и иметь самостоятельные наружные входы.

6.3 Если по технологии работы объектам социальной инфраструктуры требуется наличие загрузочных помещений, то их следует устраивать согласно [2].

6.4 Жилые дома для престарелых и инвалидов следует размещать в комплексе с учреждениями центров медицинской, социальной и профессиональной реабилитации. Нежилые помещения центров допускается размещать как в жилых домах для престарелых и инвалидов (не выше второго этажа), так и в отдельно стоящих зданиях, связанных с жилыми зданиями крытыми и, при необходимости, отапливаемыми переходами.

7 Требования по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения

7.1 В жилых зданиях не допускается размещать смежно в плане и по высоте с жилыми комнатами тепловые пункты, насосные установки, вентиляционные камеры, шахты и машинные помещения лифтов, электрощитовые и электокотельные. При размещении тепловых пунктов, насосных установок, вентиляционных камер, шахт, машинных помещений, электрощитовых и электокотельных смежно в плане и по высоте с подсобными помещениями квартир следует реализовывать мероприятия, обеспечивающие соблюдение гигиенических нормативов по шуму, инфразвуку, вибрации, электромагнитным полям и т. д., по микроклиматическим параметрам (влажности, температуре и т. д.). Не допускается размещение ванных комнат и туалетов смежно в плане с жилыми помещениями соседних квартир.

7.2 При проектировании жилых зданий следует учитывать степень радоноопасности участка застройки и наличие техногенного радиоактивного загрязнения.

7.3 Квартиры, жилые ячейки и жилые комнаты следует располагать в надземных этажах. Отметка пола жилых комнат, расположенных на первом этаже, должна быть выше планировочной отметки земли не менее чем на 0,6 м.

7.4 Жилые комнаты, кухни, неканализованные уборные, входные тамбуры (кроме ведущих непосредственно в квартиры), лестничные клетки, общие коридоры в жилых зданиях коридорного типа, а также помещения общественного назначения в общежитиях, жилых домах для престарелых и инвалидов, жилых домах с квартирами для инвалидов должны иметь естественное освещение в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-153. Для кухонь-ниш допускается предусматривать естественное освещение вторым светом.

7.5 В многоквартирных жилых домах и общежитиях отношение суммарной площади световых проемов всех жилых комнат и кухни в квартире (жилой ячейке) к суммарной площади пола данных помещений должно быть не менее 1:8, а для помещений, расположенных в мансардных этажах, при устройстве наклонных мансардных окон данное отношение допускается принимать 1:10.

7.6 При проектировании жилых зданий допускается предусматривать остекление лоджий (балконов), в том числе примыкающих к окнам квартир и жилых ячеек общежитий.

В окнах жилых зданий и в остеклении балконов, лоджий и веранд для притока воздуха следует предусматривать открывающиеся створки, форточки, фрамуги и регулируемые приточные клапаны, устанавливаемые в конструкции окон или в наружных стенах на высоте не менее 2,2 м от пола помещения.

В окнах жилых зданий следует предусматривать детские замки безопасности.

В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, высота подоконников от уровня пола должна быть не менее 0,45 и не более 0,70 м. Приспособления для открывания элементов окон следует размещать на высоте от 0,45 до 1,25 м.

7.7 Продолжительность инсоляции квартир жилых домов и жилых комнат общежитий следует обеспечивать в соответствии с [5].

7.8 Проектирование систем централизованного холодного и горячего хозяйственно-питьевого водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции следует осуществлять в соответствии с ТНПА, в том числе согласно [2].

7.9 Расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий следует принимать в соответствии с приложением Г.

7.10 При проектировании элементов конструкций и узлов, их соединений, а также функциональных отверстий (вентиляционных каналов, продухов, слуховых окон и др.) следует учитывать требования по защите жилища от проникновения животных, птиц и насекомых.

8 Требования к инженерному обеспечению

8.1 Источники энергоснабжения для целей отопления, горячего водоснабжения, вентиляции зданий и приготовления пищи выбирают на основании технико-экономического обоснования.

8.2 В жилых зданиях следует предусматривать хозяйственно-питьевое и горячее водоснабжение, а также канализацию и водостоки, проектируемые в соответствии с требованиями СН 4.01.03.

8.3 Водоснабжение и канализация помещений общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях (кроме помещений, входящих в состав общежитий и жилых домов для престарелых и инвалидов, а также творческих мастерских, расположенных на верхнем этаже), должны быть автономными.

8.4 Запорную и отключающую арматуру инженерных сетей следует располагать в местах, доступных для постоянного обслуживания и ремонта.

8.5 В жилых зданиях следует устанавливать счетчики расхода холодной и горячей воды:

- поквартирные;
- индивидуальные – для каждого предприятия и учреждения, размещаемого в помещениях общественного назначения;
- групповые на здание – в многоквартирных жилых домах, общежитиях, жилых домах для престарелых и инвалидов.

8.6 В жилых зданиях следует предусматривать отопление, вентиляцию в соответствии с СН 4.02.03 и, при необходимости, противодымную вентиляцию, проектируемую в соответствии с требованиями ТКП 45-4.02-273.

При проектировании вытяжных систем вентиляции с естественным побуждением необходимо предусматривать решения, исключающие «обратную тягу» в каналах.

При устройстве вытяжных систем вентиляции с механическим побуждением регулирование работы вытяжных вентиляторов должно осуществляться по датчикам концентрации углекислого газа (CO₂) в воздухе и другим, обеспечивающим параметры микроклимата с учетом ГОСТ 30494, или в соответствии с режимом эксплуатации.

Утилизацию теплоты вытяжного воздуха следует предусматривать в соответствии с заданием на проектирование.

8.7 Удаление воздуха из жилых комнат следует предусматривать через вытяжные каналы кухонь, санитарных узлов и сушильных шкафов, для чего в данных помещениях следует предусматривать возможность перетекания удаляемого воздуха.

Компенсацию удаляемого воздуха для помещений с нормируемой вытяжкой следует предусматривать:

- для жилых комнат – за счет поступления наружного воздуха;

– для других помещений – за счет поступления наружного воздуха и перетекания воздуха из других помещений квартиры.

В жилых домах с «холодным» чердаком или совмещенным покрытием в кухнях, санитарных узлах квартир, располагаемых на верхнем этаже, в вентиляционных каналах следует предусматривать установку бытовых электровентиляторов.

8.8 Отвод удаляемого воздуха от квартир допускается выполнять с помощью общего вентиляционного канала. Подключение вентиляционных каналов одной квартиры на этаже к общему вентиляционному каналу должно быть выполнено на одном уровне выше воздухозаборного отверстия квартиры не менее чем на 2 м.

В пределах одной квартиры или жилой ячейки допускается осуществлять удаление воздуха одним каналом с подключением к нему следующих помещений:

- кухни, ванной или душевой;
- уборной, ванной (душевой) и сушильного шкафа.

Объединение вентиляционных каналов кухонь, санитарных узлов, кладовых для продуктов с вентиляционными каналами топочных и помещений для стоянок автомобилей не допускается.

В жилых зданиях с децентрализованной системой механической вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха допускается объединение вентиляционных каналов санитарных узлов и кухонь.

8.9 Системы отопления и вентиляции помещений общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях, должны быть отдельными от систем отопления и вентиляции этих зданий, за исключением системы отопления жилых зданий с помещениями, предназначенными для размещаемых на верхнем этаже мастерских художников, архитекторов и т. п.

8.10 В зданиях с «теплым» чердаком удаление воздуха из чердака следует предусматривать через вытяжную шахту на каждую секцию дома или отсек чердака с высотой шахты не менее 4,5 м от перекрытия над последним этажом. Под вытяжной шахтой следует предусматривать устройство водосборного поддона.

8.11 Установку газоиспользующего оборудования следует предусматривать в соответствии с требованиями СН 4.03.01.

Для учета расхода газа в жилых домах следует предусматривать установку бытовых счетчиков расхода газа.

8.12 Установку газовых плит разрешается предусматривать только в квартирах жилых домов высотой не более 30 м. Установка газовых плит в жилых зданиях классов по функциональной пожарной опасности Ф1.1 и Ф1.2, а также в помещениях общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях, не допускается.

8.13 Поквартирные водонагреватели на газовом топливе и отопительное газовое оборудование допускается предусматривать в жилых домах высотой до 30 м.

Водонагреватели на твердом топливе разрешается предусматривать в жилых домах этажностью до двух этажей (без учета цокольного этажа).

8.14 Размещение печей и каминов в жилых зданиях следует осуществлять в соответствии с требованиями ТКП 45-4.02-99, СН 4.02.03 и других ТНПА.

8.15 В многоквартирных жилых домах следует устанавливать приборы поквартирного регулирования и учета расхода тепла (на отопление и вентиляцию). Дополнительно к поквартирным следует устанавливать приборы учета тепловой энергии на здание в целом, обеспечивающие отдельный учет расхода тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение при четырехтрубной схеме теплоснабжения; в остальных случаях отдельный учет предусматривается по заданию на проектирование. Следует применять приборы учета тепловой энергии, обеспечивающие возможность дистанционного считывания показаний.

В общежитиях и жилых домах для престарелых и инвалидов необходимо устанавливать приборы регулирования тепла для каждого отапливаемого помещения или группы помещений, а приборы учета тепловой энергии допускается устанавливать на здание в целом.

В помещениях общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях, приборы регулирования и учета тепловой энергии следует устанавливать индивидуально для каждого предприятия и учреждения.

В одноэтажных и блокированных жилых домах следует предусматривать решения, обеспечивающие возможность установки приборов регулирования и учета расхода тепла (на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение).

8.16 Жилые здания должны быть обеспечены системами электрического освещения, силового электрооборудования, телефонизации, телефикации, автоматизации инженерного оборудования, звуковой сигнализации при входах в квартиры, а также эфирными радиоприемниками. Многоквартирные жилые дома также должны быть оборудованы приборами согласно 5.6, системами диспетчеризации инженерного оборудования, устройствами защитного отключения электроэнергии и, согласно требованиям СН 4.03.01, устройствами сигнализации загазованности подвальных и цокольных этажей.

В многоквартирных жилых домах следует предусматривать установку приборов учета расхода электрической энергии на здание в целом, обеспечивающих отдельный учет электроэнергии, расходуемой на силовую и осветительную нагрузки.

Многоквартирные жилые дома должны быть обеспечены локальными вычислительными сетями.

По заданию на проектирование в жилых зданиях допускается предусматривать устройство автоматизированной системы управления интеллектуальными зданиями «умный дом».

Примечание – При проектировании жилых домов, финансирование строительства которых осуществляется с привлечением бюджетных средств, локальные вычислительные сети предусматривают в соответствии с заданием на проектирование и по требованию заказчика.

8.17 При проектировании электротехнических устройств жилых зданий следует соблюдать требования ТКП 339, ТКП 588, СН 2.02.03, СН 4.04.01, СН 4.04.02, настоящих строительных норм, других ТНПА, а также целесообразно руководствоваться [6].

8.18 Электротехнические устройства, размещаемые в помещениях общественного назначения жилых зданий, и их электроснабжение должны быть автономными.

8.19 В кухнях жилых домов высотой более 30 м, кухнях общежитий и жилых домов для престарелых и инвалидов (независимо от высоты здания), а также, при необходимости, в помещениях общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях, следует предусматривать установку электроплит. В жилых домах переменной этажности, где одна из частей здания имеет высоту более 30 м, электроплиты следует устанавливать во всех частях здания.

Установку электроплит допускается предусматриваться в жилых домах любой этажности в соответствии с заданием на проектирование.

8.20 Вводно-распределительные устройства следует устанавливать в оборудованном естественной вентиляцией помещении электрощитовой с учетом требований ТКП 339, СН 4.04.01 и 5.20 настоящих строительных норм, при этом целесообразно руководствоваться [6].

8.21 На фасаде жилого здания со стороны улицы должен быть установлен световой указатель его адресного знака, а над входами в здание – светильники, в многосекционных жилых домах – световые указатели номерного знака подъезда.

8.22 Освещение лестничных клеток, лифтовых холлов и поэтажных коридоров следует предусматривать в соответствии с требованиями ТНПА с применением энергоэкономичных светильников с автоматической системой управления освещением.

8.23 В жилых зданиях следует выполнять основную и дополнительную системы уравнивания потенциалов в соответствии с ТКП 339.

8.24 В жилых зданиях размещение встроенных и пристроенных трансформаторных подстанций следует предусматривать в соответствии с ТКП 339.

8.25 В случаях, предусмотренных ТКП 336, жилые здания должны быть оборудованы молниезащитой.

Приложение А

Правила подсчета площадей и строительного объема, определения этажности, типов квартир и продолжительности инсоляции помещений для многоквартирных жилых домов, общежитий, жилых домов для престарелых и инвалидов

А.1 Площадь помещений и антресолей следует определять по их размерам, измеряемым между отделанными поверхностями стен, перегородок и ограждений антресолей на уровне пола (без учета плинтусов).

Площадь, занимаемую печью или камином на твердом топливе, в площадь помещения не включают. Площадь внутриквартирной лестницы (горизонтальная проекция) включают поэтажно в площадь пола помещений этажа, в котором она расположена, при этом дополнительно учитывают часть площади пола под лестницей в нижнем этаже.

При подсчете площади помещения или антресоли с наклонным потолком учитывают площадь помещения или антресоли высотой 1,5 м до наклонного потолка с наклоном 30° к горизонту, 1,1 м – с наклоном 45° и 0,5 м – с наклоном 60° и более. При промежуточных значениях наклона потолка высоту помещения или антресоли определяют интерполяцией. Площадь пола под лестницей учитывают при высоте до ее выступающих конструкций 1,6 м и более. Площадь помещения и пола под лестницей при меньшей высоте учитывается в площади помещения с коэффициентом 0,7. Площадь антресоли при меньшей высоте учитывается в площади антресоли с коэффициентом 0,7.

Площадь пола ниш (кроме ниш для инженерных коммуникаций) и проемов (без дверей) высотой не менее 1,8 м включают в площадь помещений.

Площадь пола встроенных шкафов для одежды и кладовых (гардеробных), открывающихся в сторону жилых комнат, включают в площадь данных помещений.

Площадь помещений общественного назначения, размещаемых в жилых зданиях, подсчитывают отдельно согласно СН 3.02.02.

А.2 Площадь квартиры (жилой ячейки) следует определять как сумму площадей жилых комнат, подсобных помещений, антресолей и встроенных шкафов без учета площади летних помещений, холодных кладовых, тамбуров, а также погребов, устраиваемых под лоджиями (балконами) первых этажей многоквартирных жилых домов.

Примечание – Площадь антресоли включают в площадь квартиры (жилой ячейки) в соответствии с функциональным назначением антресоли (жилое, подсобное), которое определяется принятым объемно-планировочным решением.

А.3 Общую (проектную) площадь квартиры следует определять как сумму площади квартиры (согласно А.2) и площадей ее летних помещений, холодных кладовых, а также погребов, устраиваемых под лоджиями (балконами) первых этажей многоквартирных жилых домов, подсчитываемых со следующими коэффициентами:

0,3 – для балконов и террас;

0,5 – для лоджий и погребов под лоджиями (балконами);

0,7 – для остекленных лоджий (балконов) и холодных кладовых;

1,0 – для веранд.

А.4 Общую площадь квартир жилого дома следует считать как сумму общих площадей квартир дома, определяемых согласно А.3.

А.5 Общую площадь помещений общежитий следует определять как сумму площадей жилых комнат, подсобных помещений, помещений общественного назначения, а также летних помещений, подсчитываемых согласно А.3. В общую площадь помещений общежитий не включают общие поэтажные коридоры, вестибюли, лестничные клетки, тамбуры, технические помещения.

А.6 Площадь жилого здания следует определять как сумму его поэтажных площадей, включающих: площади квартир и жилых ячеек согласно А.2, помещений

общественного назначения в специальных жилых зданиях, общих коридоров, холлов, вестибюлей, тамбуров; поэтажные площади лестничных клеток и лифтовых шахт; площади летних и технических помещений, расположенных на жилых этажах.

В площадь жилого здания не включают площадь чердака, в том числе технического, и в многоквартирных жилых домах – площадь подполья.

А.7 Площадь застройки жилого здания определяют как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя (отмостки), включая выступающие части (террасы, крыльца, ступени, прямки и т. п.). Площадь под зданием, расположенным на опорах, а также проезды и проходы под ним включают в площадь застройки.

А.8 Площадь светового проема определяется размерами по наружным граням оконного проема и проема балконной двери на уровне низа ее остекленной части.

А.9 Строительный объем жилого здания определяется как сумма строительного объема выше (надземная часть) и ниже (подземная часть) отметки $\pm 0,000$.

Строительный объем надземной и подземной частей здания включает в себя объемы, заключенные в пределах отметок чистого пола каждой из частей здания и его наружных поверхностей. Наружные поверхности включают: стены, ограждения лоджий и остекленных балконов, совмещенные покрытия и утепленные перекрытия над верхним этажом (в «холодных» чердаках), световые фонари, эркеры, отапливаемые надстройки.

В строительный объем не включают выступающие на фасадах и крыше архитектурные детали и конструктивные элементы, балконы (без остекления) и террасы, объемы проездов (в чистоте), портики, пространство под зданием на опорах, подпольные каналы, чердаки, вентиляционные шахты на крыше.

А.10 Этажность жилого здания определяется количеством всех надземных этажей, в число которых также входят технический, мансардный и цокольный этажи. Цокольный этаж включают в это число, если верх его перекрытия находится выше планировочной отметки земли на 2 м и более.

При различном количестве этажей в разных частях здания, а также при размещении здания на участке с уклоном, когда за счет уклона увеличивается число этажей, этажность определяют отдельно для каждой части здания.

Чердак и технический этаж, расположенный над верхним жилым этажом, при определении этажности здания не учитывают.

А.11 Типы квартир по числу комнат определяют количеством в них жилых комнат.

А.12 Продолжительностью инсоляции помещения следует считать время прохождения солнечного луча в течение дня через внутреннюю плоскость светового проема от одной его вертикальной грани к другой.

Приложение Б

Правила подсчета площадей и строительного объема, определения этажности и продолжительности инсоляции помещений для многоквартирных и блокированных жилых домов

Б.1 Площадь помещений и антресолей следует определять по их размерам, измеряемым между отделанными поверхностями стен, перегородок и ограждений антресолей на уровне пола (без учета плинтусов).

Площадь, занимаемую печью или камином на твердом топливе, в площадь помещения не включают. Площадь внутриквартирной лестницы (горизонтальная проекция) включают поэтажно в площадь пола помещений этажа, в котором она расположена, при этом дополнительно учитывают часть площади пола под лестницей в нижнем этаже.

При подсчете площади помещения или антресоли с наклонным потолком учитывают площадь помещения или антресоли высотой 1,5 м до наклонного потолка с наклоном 30°

к горизонту, 1,1 м – с наклоном 45° и 0,5 м – с наклоном 60° и более. При промежуточных значениях наклона потолка высоту помещения или антресоли определяют интерполяцией. Площадь пола под лестницей учитывают при высоте до ее выступающих конструкций 1,6 м и более. Площадь помещения и пола под лестницей при меньшей высоте учитывается в площади помещения с коэффициентом 0,7. Площадь антресоли при меньшей высоте учитывается в площади антресоли с коэффициентом 0,7.

Площадь пола ниш (кроме ниш для инженерных коммуникаций) и проемов (без дверей) высотой не менее 1,8 м включают в площадь помещений.

Площадь пола встроенных шкафов для одежды и кладовых (гардеробных), открывающихся в сторону жилых комнат, включают в площадь этих помещений.

Площадь помещений общественного назначения, размещаемых в многоквартирном (блокированном) жилом доме, подсчитывают отдельно согласно СН 3.02.02 и включают в общую площадь многоквартирного (блокированного) жилого дома.

Б.2 Жилую площадь многоквартирного жилого дома (квартиры в блокированном жилом доме) следует определять как сумму площадей жилых комнат многоквартирного жилого дома (квартиры в блокированном жилом доме) с учетом площади антресолей, расположенных в жилых комнатах.

Б.3 Жилую площадь блокированного жилого дома следует определять как сумму площадей жилых комнат всех квартир блокированного жилого дома.

Б.4 Общую площадь жилого помещения в многоквартирном жилом доме (квартиры в блокированном жилом доме) следует определять как сумму площадей жилых комнат, антресолей, подсобных помещений и встроенных шкафов без учета площади летних помещений, холодных кладовых, тамбуров и пристроенных гаражей-стоянок.

Примечание – Площадь антресолей включают в общую площадь жилого помещения в соответствии с их функциональным назначением (жилое, подсобное), которое определяется принятым объемно-планировочным решением.

Б.5 Общую площадь многоквартирного (блокированного) жилого дома следует определять как сумму площадей помещений всех его этажей, включая технический, мансардный, цокольный и подвальный этажи, кроме чердака, в том числе технического.

При этом площади летних помещений, холодных кладовых и пристроенных гаражей-стоянок учитывают со следующими коэффициентами:

0,5 – для лоджий и пристроенных гаражей-стоянок;

0,3 – для балконов и террас;

1,0 – для веранд и холодных кладовых;

0,7 – для остекленных лоджий и балконов.

При определении площади огражденной открытой площадки, наполовину и более (площади) выступающей за пределы граничащих с ней наружных стен жилого дома и открытой во внешнее пространство не менее чем с двух сторон, при длине огражденного участка (стенами и ограждением) менее общего периметра этой площадки, следует учитывать площадь как для балконов и террас – с коэффициентом 0,3.

Б.6 Площадь застройки жилого дома следует определять как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу жилого дома на уровне цоколя (отмостки), включая выступающие части (террасы, крыльца, ступени, прямки и т. п.). Площадь под жилым домом, расположенным на опорах, в том числе площадь проездов и проходов под ним, а также площадь под пристроенными гаражами-стоянками включаются в площадь застройки.

Б.7 Площадь светового проема следует определять размерами по наружным граням оконного проема и проема балконной двери на уровне низа ее остекленной части.

Б.8 Строительный объем жилого дома следует определять как сумму строительного объема выше (надземная часть) и ниже (подземная часть) отметки $\pm 0,000$.

Строительный объем надземной и подземной частей жилого дома включает объемы, заключенные в пределах отметок чистого пола каждой из частей жилого дома и его

наружных поверхностей. Наружные поверхности включают: стены, ограждения лоджий и остекленных балконов, совмещенные покрытия и утепленные перекрытия над верхним этажом (в «холодных» чердаках), световые фонари, эркеры, отапливаемые надстройки.

В строительный объем не включаются выступающие на фасадах и крыше архитектурные детали и конструктивные элементы, балконы (без остекления) и террасы, портики, подпольные каналы, чердаки, вентиляционные шахты на крыше.

Б.9 Строительный объем нежилой части жилого дома следует определять как сумму строительного объема выше отметки $\pm 0,000$ (надземная часть) и ниже этой отметки (подземная часть), относящегося к нежилой части жилого дома.

Б.10 Этажность жилого дома следует определять количеством всех надземных этажей, в число которых также входят технический, мансардный и цокольный этажи. Цокольный этаж включают в это число, если верх его перекрытия находится выше планировочной отметки земли на 2 м и более.

При разном числе этажей в разных частях дома, а также при размещении дома на участке с уклоном, когда за счет уклона увеличивается число этажей, этажность необходимо определять отдельно для каждой части.

Чердак и технический этаж, расположенный над верхним жилым этажом, при определении этажности жилого дома не учитываются.

Б.11 Продолжительностью инсоляции помещения следует считать время прохождения солнечного луча в течение дня через внутреннюю плоскость светового проема от одной его вертикальной грани к другой.

Б.12 Тип жилого многоквартирного дома по числу комнат определяют количеством в нем жилых комнат.

Приложение В

Минимально необходимое количество лифтов и минимальные габариты кабины лифта

Таблица В.1

Тип жилого здания	Этажность	Количество лифтов	Минимальные габариты кабины лифта (ширина x глубина), мм	Наибольшая суммарная общая площадь квартир на этаже, м ²
Многokвартирный жилой дом	2–10	1	1100x2100 или 2100x1100	550
	11–12	2	1100x2100 или 2100x1100 –	550
	13–19	2	для одного из лифтов	450
	20 и более	3	1100x2100 или 2100x1100 –	350
		4	для двух из лифтов	450
Жилой дом для престарелых	2–5	1	2100x1100	800
	6–9	2	2100x1100 – для одного из лифтов	550
Жилой дом для инвалидов	2–3	1	2100x1100	800
	4–5	2	2100x1100 – для одного из лифтов	550

Примечания

1 В 11-этажных секционных жилых домах, в которых суммарная общая площадь квартир на этаже в секции не превышает 350 м², допускается устройство одного лифта на секцию с габаритами кабины не менее 1100x2100 или 2100x1100 мм.

2 Количество лифтов в жилых домах с многоуровневыми квартирами в верхних этажах следует определять по этажу последней остановки лифтов.

3 Если суммарная общая площадь квартир на этаже больше, чем указано в данной таблице, а также для зданий общежитий любой этажности количество лифтов определяют расчетом.

Приложение Г

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

Таблица Г.1

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха для холодного периода года, °С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения	
		Приток	Вытяжка
Жилая комната в квартире или общежитии	18 (20)	По расчету для компенсации удаляемого воздуха	3 м³/ч на 1 м² жилых комнат
Кухня в квартире или общежитии:	18	По расчету для приточно-вытяжной механической вентиляции	Не менее 60 м³/ч Не менее: 60 м³/ч – при двухконфорочных плитах; 75 м³/ч – при трехконфорочных плитах; 90 м³/ч – при четырехконфорочных плитах
с электроплитами			
с газовыми плитами			
Сушильный шкаф для одежды и обуви в квартирах	–	–	30 м³/ч
Ванная	25	–	25 м³/ч
Индивидуальная уборная	18	–	25 м³/ч
Совмещенный санитарный узел	25	–	50 м³/ч
Совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревом	18	–	50 м³/ч
Общая умывальная	18	–	0,5
Общая душевая	25	–	5,0
Общая уборная	16	–	50 м³/ч на один унитаз
			25 м³/ч на один писсуар
Комната для чистки и глажения одежды в общежитии	18	–	1,5
Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в квартирном доме	16	–	–
Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в общежитии и специальных жилых домах для престарелых и инвалидов	18	–	–
Помещение для культурно-массовых мероприятий, отдыха, учебных и спортивных занятий, помещения для администрации и персонала	18	–	1,0
Постирочная в общежитии	15	По расчету, но не менее 4	7,0
Гладильная, сушильная в общежитии	15	По расчету, но не менее 2	3,0
Кладовые для хранения личных вещей, спортивного инвентаря, хозяйственные и бельевые в общежитии	12	–	0,5
Палата изолятора в общежитии	20	–	1,0

Машинное помещение лифтов, электрощитовая	5 [40]	—	По расчету, но не менее 0,5
Примечания 1 В угловых помещениях квартир и общежитий расчетную температуру воздуха следует принимать на 2 °С выше указанной в таблице. 2 Значение в скобках относится к квартирам для престарелых и инвалидов. 3 В лестничных клетках домов с поквартирным отоплением температура воздуха не нормируется. 4 Расчетная производительность вытяжной вентиляции, определяемая по норме для кухонь и санитарных узлов, должна быть не ниже расчетного воздухообмена квартиры (жилой ячейки общежитий), определяемого по норме для жилых комнат. 5 В квадратных скобках приведено значение максимальной температуры воздуха в машинном помещении лифта.			

Библиография

[1] Жилищный кодекс Республики Беларусь

[2] Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 августа 2015 г. № 95

[3] Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению безопасности и безвредности воздействия на население электрических и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 12 июня 2012 г. № 67

[4] Гигиенический норматив «Предельно-допустимые уровни электрических и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц при их воздействии на население»

Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 12 июня 2012 г. № 67

[5] Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 апреля 2008 г. № 80

[6] ПУЭ (6-е издание). Правила устройства электроустановок

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 5.08.01-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

КРОВЛИ

ДАХІ

Издание официальное

Минск 2020

УДК 692.4(083.74)

Ключевые слова: кровля, крыша, стяжка, пароизоляция, водоизоляционный ковер, защитное покрытие, эксплуатируемая кровля, инверсионная кровля, примыкание, водосточная воронка, обрешетка, настил, черепица, разделительный слой, мансарда, ендова, конек

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: главный конструктор ОАО «Институт Белгоспроект» С. Л. Березовский, И. Л. Лишай, И. В. Яковлева

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 5.08 «Кровли, изоляционные, отделочные и защитные покрытия, полы»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-5.08-277-2013 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Общие положения
- 5 Кровли из рулонных и мастичных материалов
 - 5.1 Общие положения
 - 5.2 Кровли из битумно-полимерных и полимерных рулонных материалов
 - 5.3 Кровли из мастик
 - 5.4 Стяжка

- 5.5 Пароизоляция
- 5.6 Теплоизоляция
- 5.7 Примыкания кровли
- 5.8 Внутренний и наружный водостоки
- 5.9 Неэксплуатируемые кровли
- 5.10 Эксплуатируемые кровли
- 5.11 Кровли с озеленением
- 5.12 Инверсионные кровли
- 5.13 Температурно-деформационные швы
- 6 Кровли из мелкоштучных материалов
- 7 Кровли из битумно-полимерных волнистых кровельных и хризотилцементных волнистых листов
- 8 Кровли из листовой стали, меди, металлического профилированного настила и металлической черепицы
- 9 Кровли из светопрозрачных материалов
- 10 Ремонт кровель

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

КРОВЛИ

ДАХІ

Roofings

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Область применения

Настоящие строительные нормы распространяются на проектирование различных видов кровель зданий и сооружений.

Строительные нормы не распространяются на кровли из материалов растительного происхождения (соломы, камыша), а также на кровли из деревянных элементов (щепы, гонта и др.).

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:
СН 2.01.05-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия

ТКП 336-2011 (02230) Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций

ТКП 45-1.04-37-2008 (02250) Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения

ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.03-161-2009 (02250) Организация строительного производства

ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация. Состав и содержание

ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования

СТБ 1107-98 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные на битумном и битумно-полимерном вяжущем. Технические условия

ГОСТ 25898-83 Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропрооницанию

ГОСТ 28575-2014 Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Испытания паропрооницаемости защитных покрытий.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 антиконденсатное покрытие: Синтетический нетканый материал на основе полиэфирных волокон, наносимый автоматическим образом на внутреннюю сторону металлических кровельных материалов (металлочерепицы, профилированного листа) для поглощения конденсата прежде всего в «холодных» кровлях и «холодных» чердаках и последующего испарения через естественную или принудительную вентиляцию.

3.2 водосточная воронка: Элемент водосточной системы, представляющий собой конструктивную деталь или систему деталей, установленную в конструкцию кровли или парапета при внутреннем водоотводе или на верхнем конце подвесной водосточной трубы, в том числе в водосборном лотке – при наружном водоотводе.

3.3 дополнительный водоизоляционный ковер (рулонный или мастичный): Дополнительные слои из рулонных материалов или мастик, армированных стекло- или синтетическими материалами, выполняемые для усиления основного водоизоляционного ковра в ендовах, на карнизных участках, в местах примыкания к стенам, шахтам и другим конструктивным элементам; в кровлях из волнистых хризотилцементных листов и мелкоштучных материалов – слои из рулонных материалов на синтетической или стеклооснове в качестве нижнего водоизоляционного слоя.

3.4 дренажный материал: Материал, обеспечивающий пропуск влаги с верхних покрытий кровли и отвод ее к водосточным воронкам или водосборным лоткам.

3.5 дренажный слой: Элемент кровли, обеспечивающий отвод воды из кровельной конструкции к водосточным воронкам или водосборным лоткам.

3.6 ендова: Пространство между двумя скатами крыши, образующими внутренний угол, где происходит сбор и отвод воды с поверхности кровли.

3.7 защитный слой: Элемент кровли, предохраняющий основной водоизоляционный ковер от механических повреждений, атмосферных воздействий, солнечной радиации и распространения огня по поверхности кровли.

3.8 конек: Верхнее горизонтальное ребро скатной крыши, образующее водораздел.

3.9 кровля: Элемент крыши, предохраняющий здание от атмосферных воздействий.

3.10 кровля инверсионная: Кровля с теплоизоляционным слоем поверх гидроизоляционного ковра.

3.11 кровля эксплуатируемая: Кровля, специально оборудованная защитным покрытием, используемая как по прямому назначению, так и в других эксплуатационных целях (размещение зон отдыха, спортивных площадок, автостоянок и др.), связанных с пребыванием людей, кроме обслуживания инженерных систем.

3.12 крыша (покрытие): Верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая от атмосферных воздействий, состоящая из кровли, теплоизоляционного слоя и несущих конструкций (стропил, плит, прогонов).

3.13 обрешетка: Элемент стропильной конструкции крыши, укладываемый параллельно карнизу и служащий основанием для закрепления листовых, волнистых или штучных кровельных материалов.

3.14 основание под кровлю: Поверхность теплоизоляции, несущих плит или стяжек под рулонную или мастичную кровлю либо прогоны или обрешетка под кровлю из волнистых, листовых или штучных материалов.

3.15 основной водоизоляционный ковер (рулонный и мастичный): Один или несколько слоев рулонных кровельных материалов или мастик, в том числе армированных, последовательно укладываемых на основание под кровлю.

3.16 пароизоляционный слой: Элемент кровли, выполненный из рулонных или мастичных материалов и предназначенный для предохранения конструкции кровли от воздействия водяных паров, содержащихся в воздухе ограждаемого помещения.

3.17 стяжка: Слой цементно-песчаного раствора, мелкозернистого асфальтобетона или сборных плит, предназначенный для выравнивания поверхности теплоизоляционного материала или несущих элементов покрытия, обеспечивающий необходимую прочность на сжатие основания под кровлю и возможность устройства водоизоляционного ковра.

3.18 теплоизоляционный слой: Конструктивный элемент крыши, обеспечивающий требуемое сопротивление теплопередаче.

3.19 уклон кровли: Отношение перепада высот участка кровли к его горизонтальной проекции, выраженное относительным значением в процентах, либо угол между линией ската кровли и ее проекцией на горизонтальную плоскость, выраженный в градусах.

4 Общие положения

4.1 При проектировании кровель из рулонных и мастичных материалов следует принимать следующие основные конструктивные решения:

- совмещенная кровля, в которой все слои последовательно уложены на несущую конструкцию и покрыты водоизоляционным ковром;

- вентилируемая кровля, в которой водоизоляционный ковер уложен на верхнюю несущую конструкцию, а теплоизоляционный и пароизоляционный слои – на нижнее покрытие. Между двумя несущими конструкциями предусматривается воздушная прослойка;

- инверсионная кровля, в которой водоизоляционный ковер уложен непосредственно на несущую конструкцию с последующей укладкой поверх него теплоизоляционного слоя, дренажного материала, а также пригрузочного слоя.

4.2 В зависимости от условий эксплуатации кровли, вида несущих конструкций, состава и расположения слоев кровли (включая теплоизоляционный слой, стяжки, разделительный слой, дренажный слой, защитный слой или защитное покрытие), действующих на кровлю нагрузок, противопожарных требований, степени агрессивности окружающей среды, атмосферных осадков и технологических выбросов кровли из рулонных и мастичных материалов подразделяются на следующие типы:

- неэксплуатируемая кровля (кровля с ограниченным хождением). В соответствии с проектной документацией водоизоляционный ковер выполняют из одного или нескольких слоев рулонных материалов с защитным слоем, нанесенным в заводских условиях, или битумно-полимерных мастик с защитным слоем из гравия, уложенным в построечных условиях, или полимерных мастик (полиуретановых, на основе полимочевины и т. д.) без защитного слоя;

- эксплуатируемая кровля под пешеходные нагрузки – террасы, смотровые площадки, открытые площадки различного назначения. Водоизоляционный ковер выполняют с уклоном, указанным в проектной документации, из двух или более слоев рулонных битумно-полимерных материалов, одного слоя рулонных полимерных мембран или мастик. Предусматривается устройство дренажного слоя. Защитное покрытие выполняют из бетона или мелкоразмерных бетонных плиток;

- эксплуатируемая кровля под автомобильные нагрузки – зоны проезда автомобильного транспорта, открытые автостоянки. Водоизоляционный ковер выполняют с уклоном, указанным в проектной документации, из двух или более слоев рулонных битумно-полимерных материалов или из двух слоев гидроизоляционной полимерной мембраны. Предусматривается устройство дренажного слоя. Защитное покрытие

выполняют из асфальтобетона, армированных железобетонных плит, мелкоразмерных бетонных плиток;

– эксплуатируемая кровля с озеленением. Водоизоляционный ковер выполняют с уклоном, указанным в проектной документации, из двух слоев рулонных битумно-полимерных материалов или двух слоев гидроизоляционных полимерных мембран. Защитное покрытие кровли состоит из слоя почвенного субстрата, слоя, поддерживающего микроклимат, фильтрующего, дренажного и разделительных слоев.

4.3 При проектировании крыш из волнистых хризотилцементных и битумно-волнистых кровельных листов, листовой стали, меди, металлочерепицы, профилированных металлических листов и мелкоштучных материалов (черепицы) конструкцию кровли, расположение и назначение слоев, конструктивные решения узлов необходимо принимать с учетом следующих вариантов:

– кровля, являющаяся ограждающей конструкцией между наружным воздухом и отапливаемым помещением («теплая» кровля): в пределах толщины кровли объединены ограждающие и отделочные слои внутренних помещений (мансард), несущие конструкции покрытия, теплоизоляционный и пароизоляционный слои, основание под кровлю и верхний водоизоляционный слой;

– кровля, являющаяся ограждающей конструкцией между наружным воздухом и неотапливаемыми помещениями, чердаком или техническим этажом («холодная» кровля): основание под кровлю и верхний водоизоляционный слой выполнены по несущим конструкциям.

4.4 Кровли из светопрозрачных материалов следует выполнять с учетом рекомендаций производителей.

4.5 Выбор вида кровли должен производиться с учетом архитектурных особенностей и конструктивной схемы здания, внешних и внутренних нагрузок на кровлю, климатических воздействий, степени агрессивности окружающей среды, противопожарных требований.

4.6 Крыша (покрытие) должна быть запроектирована таким образом, чтобы обеспечивать требуемый предел огнестойкости и класс пожарной опасности в зависимости от степени огнестойкости здания согласно ТКП 45-2.02-315.

4.7 При проектировании крыш применяют конструктивные решения, отличные от приведенных в настоящих строительных нормах, при условии обеспечения:

– существенных требований безопасности, в том числе прочностных и пожарно-технических показателей;

– надежной гидроизоляции здания при помощи надлежащего выбора материалов, конструктивных деталей исходя из их свойств и эксплуатационных показателей, а также за счет их комбинаций.

4.8 В проектной документации необходимо указывать:

– конструкцию кровли, наименования материалов и изделий со ссылками на соответствующие технические нормативные правовые акты (далее – ТНПА);

– значения уклонов, места установки водоприемных воронок и расположение деформационных швов;

– детали кровли в местах установки водоприемных воронок или наружного организованного водоотвода; детали примыканий к стенам, парапетам, фонарям, вентиляционным и лифтовым шахтам, карнизам; узлы деформационных швов и другие конструктивные элементы;

– способы и детали крепления к основанию под кровлю рулонных материалов, битумно-волнистых кровельных листов, хризотилцементных волнистых листов, черепицы на разных участках кровли.

4.9 Допустимые уклоны для различных видов кровель следует принимать в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Допустимые уклоны для кровель, % (...°) ¹⁾					
из битумно-полимерных и полимерных рулонных материалов, мастик	из волнистых битумно-полимерных кровельных и хризотилцементных листов	из мелкоштучных материалов		из металлических листов	из металлического профилированного настила, металлочерепицы
		Битумная черепица, битумно-полимерные плитки	Цементно-песчаная, керамическая, полимерцементная черепица		
≥1,5 (1) ^{2), 3)}	≥10 (6)	≥20 (12)	≥40 (22)	≥5 (3)	≥10 (6)

¹⁾ Единицу измерения «проценты» переводят в «градусы» с применением формулы $\text{tg}\alpha = 0,01x$, где α – угол наклона кровли; x – значение уклона в процентах.

²⁾ При уклоне более 25 % необходимо предусматривать мероприятия против сползания по основанию.

³⁾ При устройстве кровель из мастики и рулонных материалов со свободной укладкой уклон должен составлять не более 10 %.

Уклон кровли из битумно-полимерных и полимерных рулонных материалов по несущей конструкции из металлического профилированного настила следует принимать не менее 3 %.

4.10 Уклон кровли в ендове должен быть не менее 0,5 %.

4.11 Требуемый уклон кровли следует обеспечивать наклоном несущих конструкций покрытия или выполнять из легкого бетона класса по прочности на сжатие не ниже LC8/9 по железобетонным конструкциям или клиновидной теплоизоляции в кровлях по металлическому настилу.

4.12 Для закрепления кровельных материалов к несущим конструкциям (к прогонам, обрешетке) следует предусматривать крепежные элементы с антикоррозионной защитой.

4.13 Расстояние между стойками под оборудование, а также от поверхности основания под водоизоляционный ковер до низа оборудования должно быть не менее 0,6 м для удобства выполнения кровельных работ.

4.14 На скатных крышах зданий с наружным неорганизованным и организованным водостоком следует предусматривать снегозадерживающие устройства, которые должны быть закреплены к обрешетке, прогонам или несущим конструкциям крыши. Снегозадерживающие устройства устанавливают на карнизном участке на расстоянии от 0,6 до 1,0 м от карнизного свеса в местах прохода людей, над мансардными окнами, а также, при необходимости, на других участках крыши.

При применении линейных (трубчатых) снегозадержателей под ними предусматривают сплошную обрешетку. Расстояние между опорными кронштейнами определяют в зависимости от снеговой нагрузки и уклона кровли.

При применении локальных снегозадерживающих элементов схема их расположения зависит от типа и уклона кровли и должна быть предоставлена изготовителем этих элементов.

Для предотвращения образования ледяных пробок и сосулек в водосточной системе кровли, а также скопления снега и наледей в водоотводящих желобах и лотках рекомендуется на карнизном участке предусматривать установку кабельной системы противообледенения.

4.15 Кровельные работы следует выполнять в соответствии с проектной документацией, требованиями настоящих строительных норм, проектом производства работ (ППР), разработанным в соответствии с ТКП 45-1.03-161, технологическими картами на выполнение отдельных видов работ.

4.16 Строительные материалы, применяемые для кровельных работ, должны соответствовать требованиям ТНПА, иметь документы изготовителей, подтверждающие их качество, и, в соответствии с действующим законодательством, документы подтверждения соответствия.

4.17 Замена материалов, предусмотренных проектной документацией, должна осуществляться в порядке, установленном ТКП 45-1.02-295.

4.18 Транспортирование, складирование и хранение материалов на строительной площадке следует осуществлять в соответствии с требованиями ТНПА, с учетом рекомендаций изготовителя.

4.19 Контроль качества и приемка кровельных работ должны осуществляться в соответствии с требованиями ТНПА.

5 Кровли из рулонных и мастичных материалов

5.1 Общие положения

5.1.1 При проектировании кровель из рулонных материалов следует принимать следующие виды (способы) крепления первого слоя основного водоизоляционного ковра к основанию под кровлю:

- сплошное наплавление;
- сплошная приклейка на горячих, холодных мастиках или клеях;
- сплошная или частичная (полосовая) наклейка материалов с полной проклейкой продольных и поперечных швов;
- механическое крепление к основанию под кровлю с полной проклейкой (наплавкой) продольных и поперечных швов;
- свободная укладка с полной проваркой (проклейкой) продольных и поперечных швов с пригрузочным балластным слоем.

Все последующие слои водоизоляционного ковра следует укладывать со сплошной наклейкой (наплавкой) независимо от способа крепления к основанию.

5.1.2 Основанием под водоизоляционный ковер служат:

- 1) железобетонные несущие плиты, швы между которыми заделаны;
- 2) теплоизоляционные плиты. Для кровель с применением горячих или холодных мастик в качестве основания предусматривают плиты, обладающие стойкостью к органическим растворителям холодных мастик и воздействию температур горячих мастик;
- 3) монолитная теплоизоляция из легких бетонов на основе цементного вяжущего с пористыми заполнителями;
- 4) выравнивающие монолитные стяжки толщиной не менее 30 мм;
- 5) сборные (сухие) стяжки;
- 6) сплошные настилы.

Поверхность основания под водоизоляционный ковер должна быть ровной.

5.1.3 Поверхность основания для укладки битумно-полимерных рулонных материалов и мастик должна быть огрунтована.

При укладке водоизоляционного ковра с помощью механической фиксации или при свободной укладке с пригрузом основание не огрунтовывают.

5.1.4 При закреплении рулонного водоизоляционного ковра к основанию методом механической фиксации количество крепежных элементов на 1 м² и шаг крепления необходимо устанавливать расчетом на ветровое воздействие в соответствии с СН 2.01.05.

На кровлях из рулонных материалов, выполняемых методом свободной укладки (без приклейки нижнего слоя ковра к основанию), следует предусматривать пригрузочный слой, масса которого должна быть определена расчетом на ветровое воздействие в соответствии с СН 2.01.05.

5.1.5 На кровлях из битумно-полимерных рулонных и мастичных материалов в местах примыкания к вертикальным поверхностям по периметру примыкания предусматриваются наклонные бортики (с уклоном 45°) высотой не менее 100 мм из минераловатных плит с прочностью на сжатие при 10 %-ной деформации не менее 60 кПа, цементно-песчаного раствора марки по прочности на сжатие не ниже М100 и марки по морозостойкости не ниже F100, легкого бетона класса по прочности на сжатие не ниже LC8/9, оцинкованной стали.

На кровлях из полимерных мембран и других эластичных материалов наклонные бортики не устраивают.

5.2 Кровли из битумно-полимерных и полимерных рулонных материалов

5.2.1 Количество слоев основного и дополнительных водоизоляционных ковров кровель из рулонных материалов в зависимости от уклона должно быть не менее указанного в таблице 2.

Таблица 2

Вид рулонного материала	Количество слоев при уклоне кровли, % (...°)		
	от 1,5 до 10 (1–6)	от 10 до 25 (6–14)	25 и более (14 и более)
Битумно-полимерные рулонные материалы	$\frac{1^1-3^1}{1^2-3^3}$	$\frac{1^1-2^1}{1; 1^2-2^3}$	$\frac{1^1-2^1}{1; 1^2-2^3}$
Полимерные мембраны	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$

¹⁾ В зависимости от показателя гибкости и вида материала.
²⁾ В ендовах, на коньковых и карнизных участках.
³⁾ На примыканиях к вертикальным поверхностям (стенам, парапетам), у водоприемных воронок.

Примечание – В числителе указано количество слоев для основного водоизоляционного ковра, в знаменателе – для дополнительного.

5.2.2 Ширина склеивания рулонных битумно-полимерных материалов в местах бокового нахлеста полотнищ должна быть не менее 80 мм, в местах торцевого нахлеста – не менее 100 мм. При механическом креплении рулонных битумно-полимерных материалов ширина склеивания в боковом шве должна быть не менее 100 мм – в многослойной кровле и не менее 120 мм – в однослойной кровле. Ширина нахлеста полимерных мембран при механической фиксации должна быть не менее 120 мм, а ширина сварного шва – не менее 40 мм.

5.2.3 Для обеспечения возможности свободного удаления пара и уменьшения вероятности вздутия кровли для устройства нижнего слоя водоизоляционного ковра следует предусматривать применение битумно-полимерного материала типа «вент» или других рулонных материалов с полосовой или точечной приклейкой.

При полосовой или точечной приклейке минимальная площадь приклейки должна составлять не менее 50 %. Непроклеенные участки и полосы должны быть не замкнутыми и обеспечивать выход паровоздушной смеси в местах примыкания. При необходимости устанавливают аэраторы.

5.2.4 Физико-механические характеристики кровельных битумно-полимерных наплаваемых рулонных материалов должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Тип кровли по количеству слоев	Уклон кровли, % (...°)	Толщина материала, мм, не менее	Температура испытаний на гибкость, °С, не выше	Теплостойкость, °С, не ниже	Разрывная сила при растяжении, Н, не менее (на каждый слой)
Однослойная	1,5–25 (1–14)	5,0	–15	100	900
	Не менее 25 (14)	5,0	–20	100	1000
Двухслойная: нижний слой верхний слой	1,5–25 (1–14)	3,0	–15	90	500
		4,0	–15	90	500
Двухслойная: нижний слой верхний слой	Не менее 25 (14)	3,0	–20	100	500
		4,0	–20	100	500

Двухслойная (эксплуатируемая кровля): нижний слой верхний слой	Не менее 1,5 (1)	4,0 4,0	-15 -15	90 90	600 600
Трехслойная (эксплуатируемая кровля): нижний слой средний слой верхний слой	Не менее 1,5 (1)	4,0 4,0 4,0	-15 -15 -15	90 90 90	500 500 500

5.2.5 При проектировании кровель из битумно-полимерных материалов с применением метода механической фиксации следует применять материалы на синтетической основе, способные выдерживать максимальную разрывную силу при растяжении полотна не менее 600 Н и имеющие сопротивление раздиру не менее 150 Н.

5.2.6 В проектной документации для рулонных битумно-полимерных материалов следует указывать марку по СТБ 1107, а также толщину, температуру испытаний на гибкость на брусе, теплостойкость и разрывную силу при растяжении для каждого слоя согласно таблице 3.

5.2.7 Физико-механические характеристики полимерных мембран должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Показатель	Единица измерения	Значение для материалов для водоизоляционного ковра		
		без пригружающего защитного слоя	с пригружающим защитным слоем из гравия	
Толщина	мм	Не менее 1,2 – для термопластичных материалов (ПВХ, ТПО) Не менее 1,1 – для эластомерных материалов (ЭПДМ)		
Прочность в продольном/поперечном направлении	Н/50 мм	Не менее 1000/900	Не менее 1000/900	Не менее 800/600
Сопротивление раздиру сварного и клеевого соединений	Н/50 мм	Не менее 150	Не менее 150	–
Относительное удлинение	%	Не менее 15	Не менее 15	Не менее 180
Гибкость (фальцовка) при пониженных температурах	°С	Не выше –30	Не выше –30	Не выше –30

5.3 Кровли из мастик

5.3.1 Битумно-полимерные мастики для устройства кровель должны иметь теплостойкость не ниже 90 °С, в местах примыканий – не ниже 100 °С, прочность сцепления с основанием – не менее 0,5 МПа.

5.3.2 Количество армированных слоев мастичных кровель в зависимости от их уклона должно быть не менее указанного в таблице 5.

Таблица 5

Вид армирующего материала	Полиэфирное полотно	Стеклохолст	Стеклосетка
Количество слоев при уклонах кровли от 1,5 % до 10 % (от 1° до 6°)	$\frac{2}{1^1-1^2}$	$\frac{3}{1^1-2^2}$	$\frac{2}{1^1-2^2}$
¹⁾ В ендовах, на коньковых и карнизных участках.			
²⁾ На примыканиях к вертикальным поверхностям – стенам, парапетам и др.			
<i>Примечание</i> – В числителе указано количество слоев для основного водоизоляционного ковра, в знаменателе – для дополнительного.			

5.3.3 Не допускается применение холодных (на растворителях) мастик для кровель, выполняемых по минераловатным и полимерным (пенополистирольным, пенополиуретановым, пенополиизоциануратным и т. п.) плитам без устройства защитной цементно-песчаной стяжки.

5.3.4 При проектировании кровель также могут применяться полимерные мастики. При их применении основание следует огрунтовать в один или несколько слоев до полного перекрытия пор.

Прочность на отрыв подготовленного основания должна быть не менее $1,5 \text{ Н/мм}^2$ (1,5 МПа), прочность основания на сжатие – не менее 20 МПа.

5.4 Стяжка

5.4.1 Цементно-песчаную стяжку следует выполнять из раствора марки по прочности не ниже М100 и марки по морозостойкости не ниже F100.

5.4.2 Толщину, мм, цементно-песчаной стяжки следует принимать не менее:

40, с армированием – по теплоизоляционным плитам;

30, без армирования – по монолитному утеплителю;

50, с армированием – по засыпным утеплителям;

20, без армирования – по железобетонным перекрытиям и керамзитобетону.

Армирование цементно-песчаной стяжки выполняют сеткой из арматуры диаметром не менее 5 мм класса S500 с размерами ячейки не более 100х100 мм.

5.4.3 В цементно-песчаной стяжке должны быть предусмотрены температурно-усадочные швы шириной не менее 5 мм и высотой, равной 1/3 ее толщины (до армирующей сетки), разделяющие поверхность стяжки на участки размерами не более 3х3 м.

5.4.4 Температурно-усадочные швы в стяжках, теплоизоляционных слоях монолитной укладки и торцовые стыки несущих плит покрытий при применении мастичных или рулонных материалов для водоизоляционного ковра, в случае сплошной или полосовой наклейки (наварки) водоизоляционного ковра, должны быть перекрыты полосами рулонного водоизоляционного материала шириной не менее 150 мм с точечной наваркой (приклежкой) их с одной стороны шва.

5.4.5 Между цементно-песчаной стяжкой и пористой теплоизоляцией (минераловатные плиты, засыпной утеплитель) должен быть предусмотрен разделительный слой из синтетической пленки или другого аналогичного материала, исключающий увлажнение утеплителя.

Между цементно-песчаной стяжкой и утеплителем из пенополистирольных и других аналогичных плит пленку не укладывают.

5.5 Пароизоляция

5.5.1 Пароизоляцию для защиты теплоизоляционного слоя от увлажнения парообразной влагой внутренних помещений следует предусматривать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-43. Пароизоляционный слой должен быть непрерывным на всей поверхности конструкции, на которую он укладывается, а стыки рулонных материалов – герметично соединены.

5.5.2 Для устройства пароизоляции следует применять:

– битумно-полимерные материалы с армирующей синтетической основой, укладываемые методом сплошной или частичной приклейки (наварки) либо методом свободной укладки с полной проклейкой (проваркой) продольных и поперечных швов;

– самоклеящиеся битумно-полимерные материалы с армирующей синтетической основой;

– синтетические рулонные материалы с армирующей синтетической основой (пленки), укладываемые методом сплошной приклейки или свободной укладки

с проклейкой швов самоклеящейся синтетической лентой либо механическим креплением к основанию с полной проваркой (проклейкой) продольных и поперечных швов;

– битумно-полимерные, полимерные мастики, изготовленные в заводских условиях.

5.5.3 На крышах зданий с мокрым и влажным режимами эксплуатации помещений механическое крепление водоизоляционного ковра и теплоизоляционных плит через пароизоляцию выполняют при условии герметизации мест крепления.

5.5.4 В местах примыкания кровли к стенам, стенкам фонарей, шахтам и оборудованию, проходящему через кровлю, пароизоляция должна быть поднята на высоту теплоизоляции и наклонного бортика и приклеена к вертикальной поверхности, а в местах деформационных швов – заведена на металлический компенсатор.

5.6 Теплоизоляция

5.6.1 Толщину теплоизоляционного слоя следует определять на основании теплотехнического расчета в соответствии с ТКП 45-2.04-43.

5.6.2 Прочность на сжатие, МПа, теплоизоляционного материала при 10 %-ной линейной деформации по железобетонному основанию должна быть не менее:

– для неэксплуатируемой кровли:

верхний слой – 0,06;

нижний слой – 0,04;

при применении многослойных изделий из минеральной ваты – 0,04;

при применении пенополистирольных и им подобных плит – 0,1;

– для эксплуатируемой кровли – 0,25.

Для эксплуатируемой кровли под автомобильные нагрузки прочность на сжатие теплоизоляционного материала при 10 %-ной линейной деформации определяют расчетом.

5.6.3 В кровлях по несущим металлическим конструкциям с профилированным настилом для теплоизоляции следует применять минераловатные плиты с прочностью на сжатие при 10 %-ной деформации не менее 0,06 МПа. В местах примыкания профилированного настила к стенам, балкам, деформационным швам, стенкам фонарей пустоты ребер профилированного настила под пароизоляцией следует заполнять на длину не менее 250 мм негорючим минераловатым утеплителем согласно ТКП 45-2.02-315. Заполнение пустот между ребрами профилированного настила утеплителем по всей площади кровли не допускается. При общей требуемой толщине плитного утеплителя более 150 мм может выполняться укладка верхнего и нижнего слоев толщиной не менее 30 мм каждый из материала с прочностью на сжатие при 10 %-ной деформации не менее 0,06 МПа и среднего слоя – из материала с прочностью на сжатие при 10 %-ной деформации не менее 0,04 МПа.

При укладке плит утеплителя в один слой следует применять плиты со ступенчатой кромкой, при укладке плит утеплителя в два и более слоев стыки плит следует располагать вразбежку.

В случае применения многослойных теплоизоляционных изделий из минеральной ваты при общей требуемой толщине утеплителя более 150 мм используют плиты с прочностью на сжатие при 10 %-ной деформации не менее 0,04 МПа, при этом утеплитель следует укладывать в два слоя: нижний слой – наиболее жесткой стороной плиты вниз, верхний слой – наиболее жесткой стороной плиты вверх.

При устройстве многослойного теплоизоляционного слоя в качестве среднего и верхнего слоев применяют пенополистирольные и им подобные плиты при условии обеспечения требуемых показателей предела огнестойкости и класса пожарной опасности покрытия.

При применении пенополистирольных и им подобных плит прочность на сжатие плит при 10 %-ной деформации должна быть не менее 0,1 МПа.

5.6.4 В кровлях по дощатому настилу следует применять теплоизоляционные материалы в соответствии с 5.6.2.

5.6.5 По горючему утеплителю стяжку не устраивают при соблюдении требований ТКП 45-2.02-315 в случае его свободной укладки с пригрузом (балластом) или при применении водоизоляционного ковра из самоклеящихся материалов, или с механической фиксацией к основанию без применения открытого пламени в местах нахлеста.

5.6.6 При несовместимости теплоизоляционных плит (например, из пенополистирола) и водоизоляционного ковра из полимерных материалов (например, из ПВХ-мембраны), укладываемого на теплоизоляцию, между ними должен быть предусмотрен разделительный слой из синтетического паропроницаемого материала.

5.6.7 При проектировании вентилируемых (двухоболочковых) кровель следует применять плитный или монолитный утеплитель из негорючих материалов. При двухслойной укладке утеплителя нижний слой выполняется из сжимаемого минераловатного утеплителя, верхний слой – из минераловатных плит плотностью не менее 80 кг/м³, толщиной не менее 20 мм – противовеетровой и стабилизирующий слой.

Высота вентилируемой воздушной прослойки должна быть не менее 50 мм. Площадь приточно-вытяжных отверстий следует определять из условия осушающего эффекта вентиляции, но как минимум два отверстия площадью не менее 0,5 м² каждое, расположенные в верхней и нижней частях кровли по направлению уклона, на каждый вентилируемый отсек или не реже чем через 3 м в верхнем и нижнем рядах при сплошной, на всю площадь кровли, вентилируемой прослойке.

5.6.8 Засыпные утеплители (из керамзита, аглопорита, перлита) применяют для зданий и сооружений 5-го класса сложности (К-5) при общей площади кровли не более 500 м². При ремонте зданий применяют существующий засыпной утеплитель при условии соответствия его показателей требованиям ТНПА.

5.6.9 В качестве теплоизоляционного слоя применяют напыляемый пенополиуретан, представляющий собой жесткий полиуретановый пеноматериал плотностью от 55 до 60 кг/м³, не требующий устройства температурно-усадочных швов.

Напыление пенополиуретана должно производиться послойно до получения требуемой толщины теплоизоляционного покрытия.

По завершении процесса стабилизации пенополиуретана для защиты пенополиуретановой пены от ультрафиолетовых лучей наносят выравнивающую стяжку и (или) паропроницаемое покрытие на основе полимерной мастики (полиуретановой, на основе полимочевины и т. п.).

5.7 Примыкания кровли

5.7.1 Примыкания кровель к стенам, парапетам, шахтам должны быть следующих основных типов:

- примыкание с подведением водоизоляционного ковра под «выдру» на высоту не менее 300 мм от поверхности кровли;
- примыкание с механическим креплением фартука в штрабе на высоту не менее 300 мм от поверхности кровли, с герметизацией шва герметиком;
- примыкание с механическим креплением фартука к поверхности стены шагом не более 600 мм на высоту не менее 300 мм и герметизацией шва стойкими к ультрафиолетовому излучению (тиоколовыми или полиуретановыми) герметиками;
- примыкание с выводом водоизоляционного ковра на верх парапета при его высоте не более 1000 мм от верха водоизоляционного ковра, с укладкой поверх водоизоляционного ковра на парапете железобетонной парапетной плиты, с герметизацией стыков, или специального металлического профиля.

5.7.2 Вертикальные поверхности конструкций из мелкоштучных материалов должны быть ровными, гладкими, оштукатурены цементным или полимерцементным раствором марки по прочности не ниже М100, марки по морозостойкости не ниже F100.

5.7.3 В местах примыканий кровли к парапетам, стенкам бортов фонарей, в местах пропуска труб, у водосточных воронок, вентиляционных шахт и т. п. следует

предусматривать дополнительный водоизоляционный ковер, количество слоев которого принимают по таблице 2.

При наклейке водоизоляционного ковра дополнительные подстилающие слои примыкания и верхний накрывочный слой следует укладывать вдоль примыкания на ширину кровли не менее 350 мм. При этом если дополнительных нижних слоев два, первый слой следует укладывать на ширину не менее 500 мм, второй – не менее 350 мм.

При полосовой наклейке нижний дополнительный слой следует укладывать на ширину не менее 500 мм.

В целях обеспечения возможности выхода паровоздушной смеси при механическом креплении водоизоляционного ковра или при полосовой наклейке примыкания к вертикальным поверхностям осуществляются по следующим вариантам:

- нижний дополнительный подстилающий слой с полосовой приклейкой заводят на верх парапета, а при его высоте более 1 м – на вертикальную поверхность стены с устройством прижимной планки и металлического фартука;

- нижний дополнительный подстилающий слой со сплошной приклейкой заводят на верх парапета, а при его высоте более 1 м – на вертикальную поверхность стены с устройством прижимной планки и металлического фартука. При этом следует устанавливать аэраторы.

В местах примыканий для верхнего накрывочного слоя водоизоляционного ковра рекомендуется применять рулонные битумно-полимерные материалы, приведенные в 5.2.1.

5.7.4 Металлический фартук примыканий неэксплуатируемых кровель должен перекрывать по высоте водоизоляционный ковер не менее чем на 100 мм. Нижняя кромка фартука должна иметь гнутый профиль, обеспечивающий отрыв капли на расстоянии не менее 30 мм от вертикальной поверхности водоизоляционного ковра, при высоте парапета более 1,0 м – не менее 80 мм от внутренней поверхности парапета.

Металлические фартуки выполняют следующих основных видов:

- гнутый профиль из листовой стали толщиной не менее 0,5 мм с противокоррозионным полимерным покрытием;

- гнутый профиль из листовой стали толщиной не менее 0,7 мм с противокоррозионным покрытием;

- специальный алюминиевый профиль, фартук из оцинкованной стали при примыкании кровли по штрабе или под «выдрой».

При креплении фартука к поверхности стены расстояние между точками крепления (анкерами, дюбелями) определяется жесткостью профиля из условия его прилегания к стене и не должно превышать 600 мм. В необходимых случаях (по указанию в проектной документации) следует устанавливать прижимную рейку. Фартук по линии крепления должен прижимать к стене верх водоизоляционного ковра. Верхняя кромка фартука должна иметь профиль, обеспечивающий возможность герметизации шва между фартуком и поверхностью стены герметиком, устойчивым к ультрафиолетовому излучению.

5.7.5 На верхней грани парапета следует предусматривать защитный накрывочный элемент в виде металлического фартука, бетонных или каменных плит.

Уклон накрывочного элемента должен быть не менее 3 % в сторону кровли.

Бетонные и каменные плиты парапета должны иметь слезниковые дорожки с плоскостью отрыва капель на расстоянии не менее 80 мм от наружной поверхности стены из мелкоштучных материалов и железобетонных панелей.

Металлический защитный фартук должен перекрывать стены по высоте не менее чем на 50 мм, иметь плоскость отрыва капель на расстоянии не менее 80 мм от наружной поверхности стены из мелкоштучных материалов и железобетонных панелей и крепиться к парапету при помощи костылей.

При устройстве вентилируемых фасадов и фасадов из металлических панелей установку защитного металлического фартука и его свес следует производить в соответствии с рекомендациями производителя систем.

5.7.6 Места соединения листов металлического фартука должны быть герметичны. Способ герметизации устанавливается в проектной документации.

Швы плит накрывочных элементов заделываются герметиками, устойчивыми к ультрафиолетовому излучению.

5.7.7 Высота примыкания кровли к дверным проемам должна быть не менее 150 мм. Водоизоляционный ковер следует подводить под плиту порога, имеющую свес не менее 50 мм. Стык между дверной коробкой и гидроизоляционным ковром необходимо заделывать герметиком или эластичной герметизирующей лентой.

5.7.8 При примыкании неэксплуатируемых кровель к стенам более высоких участков здания с наружным водоотводом на участках неорганизованного стока воды следует выполнять защитное покрытие водоизоляционного ковра вдоль примыкания на ширину не менее 0,75 м от плоскости стока воды из бетонных плиток.

В местах вывода водосточных труб при организованном водоотводе защитное покрытие водоизоляционного ковра следует выполнять на ширину не менее 1 м из бетонных плиток толщиной не менее 40 мм или из монолитной железобетонной плиты толщиной не менее 60 мм, армированной сеткой из арматуры диаметром 5 мм, класса S500, с размерами ячейки 100x100 мм, из бетона класса не ниже C20/25 и марки по морозостойкости не ниже F150 по подсыпке из крупнозернистого песка толщиной не менее 50 мм и слою термоскрепленного геотекстиля, укладываемого по водоизоляционному ковра.

5.7.9 Для пропуска труб через кровлю на несущие конструкции покрытия (плиты, настилы) следует устанавливать стальные патрубки с фланцами размером в плане не менее 150 мм от периметра патрубка. Высота патрубка над поверхностью кровли должна быть не менее 300 мм. Примыкание кровли к патрубку следует выполнять аналогично требованиям 5.7.3. На трубу следует устанавливать кольцевой фартук, обжатый хомутом на высоте не менее 300 мм от поверхности кровли, с перекрытием патрубка и водоизоляционного слоя примыкания фартуком на высоту не менее 100 мм и герметизацией по верху шва между фартуком и трубой. В эксплуатируемых кровлях шов между патрубком и защитным покрытием кровли шириной от 10 до 30 мм должен быть уплотнен герметиком.

Фланец может быть установлен на первый дополнительный слой водоизоляционного ковра с последующей сплошной наклейкой основного и дополнительного слоев водоизоляционного ковра по периметру фланца с нахлесткой слоев за фланец не менее 250 мм. В этом случае допускается не поднимать водоизоляционный ковер на вертикальную поверхность патрубка.

5.7.10 Для пропуска труб через кровлю, а также для установки на кровле стоек антенн, рекламных щитов, лестниц, анкерных устройств и т. д. используют уплотняющий манжет с гофрированной вертикальной частью и горизонтальным фланцем шириной не менее 150 мм. Фланец следует проклеивать между основным и дополнительными слоями водоизоляционного ковра, а верхняя часть манжеты, надетой на трубу, должна быть обжата хомутом.

5.8 Внутренний и наружный водостоки

5.8.1 Для удаления воды с кровель предусматривается внутренний или наружный водоотвод.

5.8.2 Водосточные воронки внутреннего водоотвода должны быть расположены на пониженных участках кровли. Местное понижение кровли в местах установки воронок внутреннего водоотвода должно составлять от 10 до 20 мм на участке размерами не менее 1000x1000 мм или диаметром не менее 1000 мм, что обеспечивается уменьшением толщины слоя утеплителя или конструктивными решениями несущих элементов покрытия. Патрубки водосточных воронок должны выступать ниже плиты перекрытия не менее чем на 100 мм. Стыковка патрубка воронки с трубой ливнеотвода в плите

перекрытия не допускается. Приемная часть воронки не должна выступать над гидроизоляционным ковром.

5.8.3 Оси водосточных воронок, расположенных вдоль парапетов, других выступающих частей зданий, должны находиться от них на расстоянии не менее 500 мм. Не допускается установка водосточных воронок над стенами и водосточных стояков в толще стены, включая утеплитель и конструкцию вентилируемых фасадов. В стенах (парапетах) могут устанавливаться боковые парапетные воронки ливнестока.

5.8.4 Площадь кровли, приходящуюся на одну воронку, и диаметр воронки следует определять расчетом. Максимальное расстояние между водосточными воронками неэксплуатируемых кровель не должно превышать 36 м, а эксплуатируемых кровель, кровель с озеленением – 24 м. На каждом участке кровли, ограниченном стенами и температурно-деформационными швами (ТДШ) зданий, должно быть не менее двух воронок. Воронки, установленные по обеим сторонам ТДШ здания, могут присоединяться к одному стояку при условии обязательного устройства компенсационных стыков, обеспечивающих герметичность и эластичность соединения.

5.8.5 Водостоки должны быть защищены от засорения листво- или гравиеуловителями, а на эксплуатируемых кровлях над воронками и лотками должны быть предусмотрены съемные дренажные решетки.

5.8.6 Конструкцию водосточной воронки следует принимать с учетом конструкции кровельного покрытия и вида кровли. При применении для теплоизоляционных слоев неэксплуатируемых кровель материалов с прочностью на сжатие менее 0,15 МПа или засыпных утеплителей следует предусматривать водосточные воронки, состоящие из двух частей. Нижнюю часть – чашу водосточной воронки – необходимо устанавливать на основание кровли (железобетонные плиты, металлический профилированный настил) под пароизоляцию. Опорный фланец чаши должен опираться на основание кровли по периметру отверстия шириной не менее 150 мм. Чаша жестко фиксируется прижимными хомутами, расположенными с нижней стороны перекрытия, и должна быть соединена со стояком внутреннего водостока через компенсатор.

Горизонтальный фланец водосточной воронки по периметру шириной не менее 150 мм должен быть установлен с проклейкой между дополнительными и основными слоями водоизоляционного ковра. Количество дополнительных слоев должно быть не менее двух (один нижний и один верхний). Ширина укладки слоев – не менее 500 мм по периметру воронки со сплошной наклейкой (наплавкой) всех слоев.

Защитный колпак водосточной воронки следует устанавливать патрубком в воронку или крепить на болтах сверху воронки.

5.8.7 В случае применения для теплоизоляционных слоев неэксплуатируемых кровель материалов с прочностью на сжатие более 0,15 МПа используют водоприемные воронки из одного элемента, изготовленные из стали или полимерных материалов. В этом случае опорный фланец водосточной воронки шириной не менее 150 мм по периметру трубы следует устанавливать между дополнительным и основными слоями водоизоляционного ковра со сплошной наклейкой (наплавкой) всех слоев.

5.8.8 Конструкции водосточных воронок эксплуатируемых кровель должны обеспечивать сток воды с защитного и дренажного слоев кровли, уложенных поверх водоизоляционного ковра, воспринимать эксплуатационные нагрузки на кровлю без нарушения герметичности соединений и изменения условий водостока.

На эксплуатируемых кровлях следует устанавливать металлические или полимерные водосточные воронки из двух регулируемых по высоте частей. Горизонтальный фланец чаши водосточной воронки следует устанавливать на дополнительный слой водоизоляционного материала с проклейкой фланца между дополнительным и основными слоями водоизоляционного ковра. Дренажный слой из полимерного материала с геотекстилем, уложенный поверх водоизоляционного ковра, следует укладывать так, чтобы поток воды с дренажного слоя мог свободно циркулировать внутри воронки.

Под решетку необходимо устанавливать дополнительную металлическую корзину для сбора и удаления крупного мусора.

5.8.9 При устройстве водосточных воронок на кровлях с озеленением следует устанавливать уголковые железобетонные подпорные стенки для удержания и стабилизации растительного слоя на расстоянии не менее 500 мм по периметру воронки.

5.8.10 Организованный отвод воды с кровель в сплошных парапетах может выполняться через отверстия (проемы) размерами не менее 400х400мм. При этом в отверстиях (проемах) должны предусматриваться патрубки из оцинкованной стали с запаянными соединениями с фланцем, проклеенным между основным и дополнительным слоями водоизоляционного ковра в зоне примыкания кровли к парапету.

5.8.11 При наружном водоотводе по краю основания кровли следует укладывать гнутый металлический профиль высотой, равной толщине утеплителя и стяжки. Для усиления кромки кровли следует укладывать не менее двух дополнительных слоев водоизоляционного ковра, при этом ширина первого слоя должна составлять не менее 1,5 м, второго слоя – не менее 1,0 м. Металлический фартук шириной не менее 500 мм следует укладывать на первый дополнительный слой с механическим креплением к основанию кровли. Независимо от вида крепления кровли, основные и дополнительные слои водоизоляционного ковра на участке вдоль свеса следует соединять сплошной наклейкой (наплавкой). Профиль свеса фартука должен обеспечивать сток воды в водосточный желоб. Расстояние между наружными водосточными трубами следует принимать не более 18 м, а площадь внутреннего поперечного сечения водосточной трубы – из расчета 1,5 см² на 1,0 м² площади кровли.

5.9 Неэксплуатируемые кровли

5.9.1 Для устройства водоизоляционного ковра неэксплуатируемой кровли применяют:

- битумно-полимерные рулонные материалы;
- битумно-полимерные и полимерные мастики (полиуретановые, на основе полимочевины и т. д.);
- полимерные рулонные материалы (мембраны);
- волнистые битумно-полимерные кровельные и хризотилцементные листы;
- металлические листы: стальные оцинкованные с полимерным покрытием, из нержавеющей стали, медные, цинк-титановые, алюминиевые;
- мелкоштучные материалы;
- светопрозрачные материалы.

5.9.2 Покрытия кровель и защитные слои следует устраивать с учетом требований ТКП 45-2.02-315.

5.9.3 При применении для верхнего слоя водоизоляционного ковра битумно-полимерных рулонных материалов с защитной посыпкой заводского изготовления из крупнозернистой крошки с гидрофобной обработкой дополнительный защитный слой не предусматривается, если посыпка соответствует требованиям пожарной безопасности и стойкости к агрессивным воздействиям.

5.9.4 После устройства кровли не допускается покрытие поверхностей стыков рулонных материалов горячими или холодными мастиками без устройства защитной посыпки, за исключением торцов битумно-полимерных материалов.

5.9.5 В кровлях с уклоном до 10 % (6°) из рулонных материалов, выполненных методом свободной укладки, необходимо выполнять пригрузочный слой:

– из гравия с размерами зерен от 5 до 15 мм, марки по морозостойкости не ниже F100, уложенного по термоскрепленному геотекстилю в соответствии с расчетом массы пригрузочного слоя, но не менее 50 кг/м²;

– из бетона класса по прочности на сжатие не ниже C16/20, марки по морозостойкости не ниже F150, уложенного по термоскрепленному геотекстилю в соответствии с расчетом массы пригрузочного слоя, но не менее 70 кг/м².

Для пригрузочного слоя кровель не допускается применять гравий карбонатных пород.

5.9.6 На неэксплуатируемых кровлях должны быть предусмотрены ходовые дорожки шириной не менее 1,0 м, выполненные:

- из дополнительного верхнего слоя битумно-полимерных рулонных материалов с заводской посыпкой, уложенного с разрывом для стока воды;
- из специальных полимерных или резиновых материалов;
- из бетонных плиток толщиной 40 мм, марки по морозостойкости F150, уложенных по песчаной подготовке толщиной не менее 20 мм и слою термоскрепленного геотекстиля, завернутого под плитку во избежание вымывания песка в систему ливнестока;
- из гравия толщиной слоя от 10 до 15 мм, уложенного на слой горячей мастики;
- из дополнительного слоя полимерных мастик.

На кровлях, выполненных из полимерных мембран, применяют специальные пешеходные дорожки, совместимые с используемым видом мембраны.

5.9.7 Площадки перед выходами на кровлю и в местах пропуска через покрытие труб, вентиляционных шахт (воздуховодов) и других технологических коммуникаций, организации внутреннего водостока (воронки, ендовы), устройства световых фонарей, а также при наличии оконных и вентиляционных проемов над покрытиями должны быть выполнены в соответствии с ТКП 45-2.02-315.

5.10 Эксплуатируемые кровли

5.10.1 Водоизоляционный слой эксплуатируемой кровли выполняют:

- из битумно-полимерных рулонных материалов на полиэфирной основе;
- из рулонных полимерных мембран;
- из полимерных мастик (полиуретановых, на основе полимочевины и т. д.).

5.10.2 Уклон эксплуатируемых кровель под пешеходные нагрузки следует назначать от 1,5 % до 10,0 % (от 1° до 6°), под автомобильные нагрузки – от 1,5 % до 5,0 % (от 1° до 3°), максимальный уклон пандусов должен быть не более 10 % (6°).

5.10.3 В эксплуатируемых кровлях под пешеходные нагрузки (террасы, смотровые и прогулочные площадки, летние кафе, площадки для спортивных игр) применяют следующие виды защитных покрытий:

- покрытие из бетона класса не ниже C20/25, толщиной не менее 50 мм, армированное сеткой из арматуры диаметром не менее 5 мм, класса S500, с размерами ячейки не более 100x100 мм;
- бетонные тротуарные плиты марки по морозостойкости не ниже F150, толщиной не менее 40 мм на подсыпке из крупнозернистого песка толщиной не менее 30 мм или на специальных регулируемых опорах, установленных на предохранительный слой.

5.10.4 В эксплуатируемых кровлях под автомобильные нагрузки в зависимости от нагрузок от подвижного транспорта (в том числе аварийно-спасательной техники, пожарных автомобилей), атмосферных и температурных воздействий, агрессивности воздействий применяют следующие виды защитных покрытий:

- асфальтобетон с толщиной слоя 40 мм, уложенный по подготовке из бетона класса не ниже C20/25, толщиной 80 мм, армированный сеткой из арматуры диаметром не менее 5 мм, класса S500, с размерами ячейки не более 100x100 мм или сеткой из композитной арматуры периодического профиля диаметром не менее 6 мм, с размерами ячейки не более 200x200 мм;
- железобетонное монолитное покрытие толщиной не менее 120 мм из бетона класса не ниже C20/25, марки по морозостойкости не ниже F150, армированное сеткой из арматуры диаметром не менее 5 мм, класса S500, с размерами ячейки не более 100x100 мм;

– железобетонные плиты толщиной не менее 80 мм из бетона класса не ниже С20/25, марки по морозостойкости не ниже F150, уложенные по подсыпке из крупнозернистого песка толщиной не менее 50 мм;

– бетонные тротуарные плитки толщиной не менее 80 мм, марки по морозостойкости не ниже F150, уложенные по подсыпке из крупнозернистого песка толщиной не менее 50 мм.

5.10.5 При применении защитного покрытия из монолитного бетона его следует укладывать на полиэтиленовую пленку толщиной не менее 200 мкм для защиты дренажного слоя.

5.10.6 Для обеспечения требуемой планировочной отметки защитного покрытия следует предусматривать над дренажным слоем дополнительный слой (засыпку) песчаного грунта.

5.10.7 Под защитным покрытием необходимо предусматривать дренажный слой из гравия, крупнозернистого песка, термоскрепленного геотекстиля или специальной профилированной мембраны из полиэтилена высокой плотности с фильтрационным слоем из термоскрепленного геотекстиля.

5.10.8 Для эффективного отвода воды с водоизоляционного ковра эксплуатируемых кровель применяют специальный дренажный материал, состоящий из полимерной профилированной мембраны и термоскрепленного геотекстиля. Выбор такого материала осуществляют исходя из следующих показателей: предела прочности на сжатие; пропускной (фильтрующей) способности термоскрепленного геотекстиля; пропускной (дренажной) способности в горизонтальном направлении. Материалы должны быть устойчивы к грибку, бактериям, прорастанию корней, гниению, щелочной среде.

Предел прочности на сжатие (при 50 %-ной деформации) должен быть не менее 150 кН/м² под пешеходные нагрузки, кровли с озеленением и 300 кН/м² – под автомобильные нагрузки. Пропускная (фильтрующая) способность 1 м² термоскрепленного геотекстиля перпендикулярно плоскости полотна должна быть не менее 40 м/сут. Пропускная (дренажная) способность мембраны в горизонтальном направлении (при уклоне 1 %) должна быть не менее 0,1 л/(с·м).

5.10.9 При устройстве эксплуатируемой кровли с дренажным слоем из гравия или крупнозернистого песка поверх водоизоляционного ковра следует укладывать разделительный слой из термоскрепленного геотекстиля для предохранения водоизоляционного ковра от механических повреждений.

5.10.10 При устройстве эксплуатируемых кровель в подстилающих монолитных слоях из бетона или раствора, а также верхнем слое из монолитного бетона следует выполнять деформационные швы шириной от 5 до 20 мм на 1/3 толщины монолитного слоя во взаимно перпендикулярных направлениях с шагом 6 м. При этом деформационные швы должны быть расположены вдоль примыканий кровли к стенам, парапетам на расстоянии от 0,25 до 0,50 м от них и заполнены герметизирующими составами, устойчивыми к ультрафиолетовому излучению.

5.10.11 Примыкания эксплуатируемых кровель следует защищать:

– вертикальной уголковой стенкой из сборных железобетонных плит из бетона класса не ниже С20/25 и марки по морозостойкости не ниже F150, толщиной не менее 60 мм;

– монолитной железобетонной стенкой с горизонтальным участком из бетона класса не ниже С20/25 и марки по морозостойкости не ниже F150, толщиной стенки не менее 80 мм;

– битумно-полимерными рулонными материалами с крупнозернистой посыпкой (РП1);

– облицовочными бетонными плитками (блоками) или металлическим профилем с полимерным покрытием.

Между защитной стенкой и защитным покрытием эксплуатируемой кровли следует выполнять деформационный шов шириной от 5 до 20 мм с уплотнением герметиком по стыку примыкания. Высота защитной стенки должна быть равна высоте парапета,

а при примыкании к стене – 1000 мм. Шов между сборной защитной стенкой и стеной (парапетом) следует герметизировать. Металлический лист, укладываемый по верху парапета, или парапетная плита должны перекрывать парапет и защитную стенку. При примыкании к стене по верху защитной стенки следует устанавливать металлический лист.

5.11 Кровли с озеленением

5.11.1 В качестве водоизоляционного ковра в кровлях с озеленением следует применять материалы, стойкие к прорастанию корнями растений и воздействию химических веществ удобрений. При применении материалов, не стойких к прорастанию корнями растений, необходимо предусматривать дополнительный противокорневой слой.

5.11.2 При проектировании кровель с озеленением необходимо учитывать дополнительные нагрузки от растительного слоя (субстрата) во влажном состоянии (ориентировочно 700 кг/м^3). Толщина, мм, растительного слоя грунта (субстрата) нормируется исходя из заданных видов зеленых насаждений и должна быть не менее:

70 – для почвопокровных, седумов;

180 – для травяного газона;

240 – для цветников;

350 – для кустарников;

750 – для низкорослых деревьев.

5.11.3 Под растительным слоем следует предусматривать фильтрующий слой из термоскрепленного геотекстиля, дренарующий слой из материалов в соответствии с 5.10.7 и 5.10.8, а также слой материала для сбора и накопления воды, необходимый для поддержания жизнедеятельности растений.

5.12 Инверсионные кровли

5.12.1 Конструктивное решение инверсионной кровли должно обеспечивать отвод воды преимущественно по ее верхней поверхности. Для такой кровли следует применять многоуровневые воронки внутреннего водостока с дренажными кольцами для отвода воды, попавшей под теплоизоляционные плиты.

5.12.2 На эксплуатируемых участках инверсионной кровли необходимо предусматривать защитные покрытия в соответствии с 5.10.

5.12.3 Теплоизоляцию в инверсионных кровлях следует предусматривать однослойной из материалов с низким долговременным водопоглощением при полном погружении (не более 0,7 % по объему за 28 сут) и прочностью на сжатие не менее 0,1 МПа.

5.12.4 Расчетную толщину плит следует увеличивать на 10 % из-за потери тепла за счет попадания воды в стыки и быстрого съема тепла при стекании воды с поверхности плит.

5.12.5 Механическое крепление теплоизоляционных плит и водоизоляционного ковра в инверсионной кровле не допускается.

5.13 Температурно-деформационные швы

5.13.1 ТДШ зданий в конструкции кровли должны проходить через все слои кровли, не ограничивая свободу деформаций отдельных частей зданий и конструкций, но обеспечивая водонепроницаемость и целостность всех элементов кровли.

5.13.2 Конструкции ТДШ в крышах с неэксплуатируемой кровлей выполняют следующих основных типов:

– ТДШ с компенсатором в кровельном слое. Металлический компенсатор, изогнутый по радиусу не менее 100 мм с высотой подъема над швом не менее 100 мм и длиной горизонтальных участков не менее 150 мм, следует устанавливать на верх плиты

с механическим креплением. На компенсатор по шву на ширину участка не менее 150 мм следует укладывать мягкий минераловатный утеплитель, перекрываемый сверху изогнутым по профилю компенсатора листом кровельной стали с противокоррозионным покрытием толщиной не менее 0,8 мм, с длиной горизонтальных участков не менее 250 мм. Основной и дополнительный слои водоизоляционного ковра следует наклеивать (наплавлять) на верхний металлический лист. Марка теплоизоляционного материала и его толщина должны соответствовать проектной документации;

– ТДШ со стенками из гнутых металлических профилей. Вдоль ТДШ следует устанавливать две стенки (два уголка; два швеллера; уголок и Z-образный профиль, перекрывающий сверху уголок) с механическим креплением к основанию кровли. Стенки должны быть выше поверхности кровли не менее чем на 150 мм, шов между ними – не менее 30 мм. Дополнительные и основные слои водоизоляционного ковра должны примыкать к стенкам на всю их высоту (при Z-образном профиле – перекрывать его сверху). По верху стенок следует устанавливать защитный металлический фартук с прижатием верхних кромок водоизоляционного ковра и нахлесткой по высоте не менее 50 мм. Фартук должен иметь профиль и способ крепления, не нарушающие свободу деформаций по ТДШ.

5.13.3 Конструкции ТДШ в крышах с эксплуатируемой кровлей выполняют следующих основных типов:

– ТДШ со свободно уложенным компенсатором. На плиты покрытия (настил) следует укладывать свободно (или с односторонним креплением) металлический компенсатор волнообразного профиля радиусом не менее 30 мм. Между утеплителем по ТДШ оставляют свободный шов шириной не менее 50 мм. Первый слой (дополнительный) водоизоляционного ковра шириной не менее 500 мм в каждую сторону от ТДШ следует укладывать по утеплителю (стяжке) по разделительному слою свободно (без наклейки и механического крепления). По шву следует укладывать цилиндрический жгут из упругого материала диаметром не менее 30 мм. Дополнительные и основные слои водоизоляционного ковра над ТДШ следует наклеивать поверх жгута. Демпферную прокладку не доводят до шва на 50 мм с каждой стороны, а поверх нее по дополнительному слою водоизоляционного материала укладывают металлический профилированный лист толщиной не менее 0,7 мм, шириной не менее 500 мм и высотой гофра не менее 20 мм, направленный поперек шва. Защитное покрытие эксплуатируемой кровли, уложенное на ширине металлического листа, следует отделять от остальной поверхности покрытия двумя продольными деформационными швами шириной не менее 20 мм, уплотненными герметиком;

– ТДШ с фланцевой конструкцией и разрывом водоизоляционного ковра. Может выполняться из плитного утеплителя или монолитного легкого бетона. Вдоль шва по кромкам утеплителя следует укладывать металлические уголки с вертикальной полкой не менее толщины утеплителя и горизонтальной полкой не менее 100 мм. Ширина шва между уголками должна быть не менее 50 мм. Металлический компенсатор волнообразного профиля с радиусом не менее 30 мм из листовой стали толщиной не менее 0,7 мм следует укладывать поверх уголков. Дополнительные и основные слои водоизоляционного ковра следует укладывать поверх компенсатора и обрывать по кромкам шва. Компенсатор и уложенные поверх него слои водоизоляционного ковра должны быть прижаты с двух сторон шва к горизонтальным полкам уголка прижимной рейкой и болтами. Защитное покрытие эксплуатируемой кровли должно быть выполнено аналогично предыдущему варианту.

5.13.4 Для герметизации ТДШ следует применять специальные эластичные бесосновные рулонные материалы с относительным удлинением не менее 700 %.

6 Кровли из мелкоштучных материалов

6.1 Для неэксплуатируемых кровель из мелкоштучных материалов применяют:

- керамическую или цементно-песчаную черепицу;
- битумную черепицу и битумно-полимерные плитки;
- черепицу из термопласткомпозитов.

6.2 В качестве основания под кровлю из мелкоштучных гидроизоляционных материалов в зависимости от вида кровельного материала применяют обрешетку из деревянных брусков или сплошной дощатый настил.

6.3 В свесах карнизов и ендовах по сплошному настилу необходимо предусматривать дополнительное покрытие из оцинкованного листа. Конструкция торцевой защитной планки карниза должна обеспечивать поступление воздушного потока в вентилируемые каналы крыши.

6.4 Шаг и сечение обрешетки принимают из условия обеспечения их прочности по расчету на нагрузки в стадии производства работ и в стадии эксплуатации с учетом конструктивных особенностей применяемой черепицы.

6.5 Для кровель из керамической и цементно-песчаной черепицы с «холодным» чердаком для исключения задувания снега в чердак необходимо устройство сплошного дощатого настила с укладкой по нему одного слоя рулонного водоизоляционного материала. При этом должна быть обеспечена вентиляция чердачного пространства через слуховые окна и торцы карнизного свеса.

6.6 Крепление керамической и цементно-песчаной черепицы следует выполнять кляммерами, оцинкованными гвоздями или скрутками из оцинкованной проволоки.

6.7 Примыкание кровли из керамической и цементно-песчаной черепицы к стенам, дымовым и вентиляционным каналам следует выполнять с помощью фартуков из оцинкованной стали, которые подводятся под «выдру» или крепятся на вертикальной поверхности стен, дымовых и вентиляционных каналов на высоту не менее 250 мм. Шов поверху между фартуком и стеной должен быть уплотнен герметиком, устойчивым к ультрафиолетовому излучению.

6.8 При устройстве кровель из битумной черепицы и битумно-полимерных плиток по обрешетке следует выполнять сплошной дощатый настил или настил из клефанерных изделий повышенной влагостойкости толщиной от 9 до 12 мм.

6.9 При применении битумной черепицы и битумно-полимерных плиток по сплошному настилу предусматривают ковер из битумно-полимерных рулонных материалов. Дополнительный ковер также предусматривают на карнизных и фронтовых свесах, в местах прохода через кровлю труб, шахт, в водосточных желобах и на примыканиях к стенам.

6.10 Крепление битумной черепицы и битумно-полимерных плиток к основанию кровли следует выполнять кровельными оцинкованными гвоздями или противовеетровыми кнопками.

6.11 Примыкание кровли из битумной черепицы к вертикальным конструкциям, трубам, стойкам антенн, устройство ендов, свесов следует выполнять с использованием фасонных битумных изделий, фартуков и гнутых профилей из оцинкованной стали или алюминиевых профилей.

6.12 При устройстве «теплой» кровли («теплый» чердак, покрытие мансардного этажа) для теплоизоляции следует применять негорючие плитные материалы плотностью не менее 30 кг/м³, которые устраиваются враспор в уровне стропильных ног. При необходимости выполняют дополнительный слой теплоизоляции ниже уровня стропил.

6.13 Кровли из мелкоштучных материалов на утепленных крышах следует предусматривать вентилируемыми, с образованием между теплоизоляционным слоем и кровлей при помощи обрешетки и контробрешетки зазора (вентиляционного канала), сообщающегося с наружным воздухом под карнизным свесом на хребтовом и коньковом участках, и с укладкой гидроветрозащитных мембран и гидрозащитных пленок.

6.14 Кровли из мелкоштучных материалов могут иметь следующие конструктивные решения вентиляции подкровельного пространства:

– толщина теплоизоляции равна высоте стропил – гидроветрозащитную мембрану располагают на поверхности теплоизоляции с образованием над ней одного вентиляционного канала;

– толщина теплоизоляции больше высоты стропил – дополнительный слой теплоизоляции располагают между закрепленными к стропилам снизу или сверху брусками, высота которых равна толщине дополнительной теплоизоляции, гидроветрозащитную мембрану располагают на поверхности теплоизоляции с образованием над ней одного вентиляционного канала;

– толщина теплоизоляции меньше высоты стропил – гидрозащитную пленку располагают на стропилах с образованием двух вентиляционных каналов.

6.15 Толщина вентилируемого зазора определяется расчетом, но должна составлять не менее 50 мм.

6.16 Вентиляционные отверстия следует выполнять в карнизе и коньке кровли с использованием специальных элементов, входящих в номенклатуру применяемого вида кровельных изделий.

6.17 Кровли из мелкоштучных материалов следует проектировать с наружным водоотводом. Водосточный желоб следует крепить жесткими кронштейнами к карнизу. По краю кровли следует укладывать карнизный металлический лист.

6.18 На кровлях из мелкоштучных материалов в местах прохода к обслуживаемому оборудованию, у торцевых стен, деформационных швов следует укладывать настилы, переходные мостики, лестницы, указанные в проектной документации.

7 Кровли из битумно-полимерных волнистых кровельных и хризотилцементных волнистых листов

7.1 Шаг брусков обрешетки в основании под кровлю из хризотилцементных волнистых листов должен быть не менее 550 мм.

7.2 Основание под кровлю из битумно-полимерных волнистых листов назначают в зависимости от уклона кровли:

- при уклоне от 10 % до 20 % (от 6° до 10°) шаг брусков обрешетки не более 450 мм;
- при уклоне более 25 % (более 15°) шаг брусков обрешетки не более 600 мм.

7.3 Поперек ската волна перекрывающей кромки листа должна полностью перекрывать волну перекрываемой кромки смежного листа. Вдоль ската кровли нахлестка волнистых листов должна быть не менее 150 мм и не более 300 мм.

7.4 При устройстве кровель из битумно-полимерных волнистых кровельных листов и хризотилцементных волнистых листов при уклоне кровли менее 15° должна быть предусмотрена герметизация стыков между волнистыми листами.

Для исключения задувания снега в чердачное пространство при любых уклонах крыши рекомендуется устройство сплошного дощатого настила с укладкой по нему слоя рулонного водоизоляционного материала, на который сверху следует укладывать обрешетку и кровлю из волнистых листов.

7.5 При длине здания 25 м и более для компенсации деформаций в кровле должны быть предусмотрены деформационные швы, располагаемые с шагом от 12 до 18 м для хризотилцементных волнистых листов, не защищенных водостойким покрытием, и 24 м – для гидрофобизированных и окрашенных хризотилцементных волнистых листов и битумно-полимерных волнистых кровельных листов.

7.6 Для устройства узлов примыкания кровли из хризотилцементных волнистых и битумно-полимерных волнистых кровельных листов к стенам, дымовым и вентиляционным каналам, слуховым окнам, трубам, а также для устройства ендов, коньков, свесов следует применять фасонные детали, при отсутствии готовых фасонных деталей – изготавливать необходимые профили из тонколистовой оцинкованной стали или алюминиевых сплавов.

7.7 При установке первого ряда хризотилцементных волнистых листов необходимо их дополнительное крепление к обрешетке скобами (не менее 2 шт. по торцу листа), а битумно-полимерных волнистых кровельных листов – специальными гвоздями (не менее 2 шт. по торцу листа).

8 Кровли из листовой стали, меди, металлического профилированного настила и металлической черепицы

8.1 Для кровель из листовой стали следует применять оцинкованную сталь толщиной не менее 0,5 мм, для кровель из меди – листы толщиной не менее 0,3 мм.

8.2 При уклонах кровли менее 30° лежащие фальцы в кровлях из листовой стали и меди должны быть выполнены двойными и загерметизированы герметиком, устойчивым к ультрафиолетовому излучению.

8.3 В качестве основания под кровлю из металлического профилированного настила с высотой гофра от 17 до 35 мм и металлической черепицы применяют обрешетку из обрезных досок с размерами сечения 30x100 мм, расположенных с шагом в зависимости от размеров изделий.

8.4 Высота гофра несущего металлического профилированного настила для кровель должна составлять не менее 35 мм. В качестве основания под кровлю из несущего металлического профилированного настила применяют металлические (в том числе из гнутых профилей) и деревянные прогоны. Шаг прогонов устанавливают на основании расчета прочности настила на нагрузки в стадии производства работ и при эксплуатации.

8.5 Для крепления металлического профилированного настила и металлочерепицы следует применять болты-саморезы с металлической шайбой, плотно соединенной с прокладкой из неопрена (хлоропренового каучука) или EPDM (этиленпропилендиенового каучука).

8.6 Для устройства кровель из металлического профилированного настила, металлической черепицы, листовой стали и меди в ендовах, коньках, кромках, примыканиях при пропуске конструкций сквозь кровлю, устройстве вентиляции, водоотвода применяют детали и комплектующие, входящие в номенклатуру изделий данного вида продукции.

8.7 В «теплых» кровлях устройство теплоизоляции, пароизоляции и вентиляции внутреннего слоя следует выполнять в соответствии с требованиями 6.12–6.15.

При соответствующем обосновании при применении для водоизоляционного слоя профилированного металлического настила с высотой гофра более 44 мм не устраивают дополнительную вентилируемую воздушную прослойку «теплой» кровли.

В «теплых» совмещенных кровлях для предотвращения образования конденсата на нижней стороне металлического кровельного листа необходимо применять противоконденсатный экран: специальную гидроизоляционную прокладку (ветро-, гидроизоляционную пленку), способную впитывать влагу с внутренней стороны. В этом случае вентиляция воздушных прослоек между противоконденсатным экраном и кровлей, утеплителем и противоконденсатным экраном должна быть предусмотрена отдельной.

Для предотвращения нежелательных последствий от образования конденсата в подкровельном пространстве металлических кровель рекомендуется применять металлические профилированные листы и металлическую черепицу с антиконденсатным покрытием, приклеиваемым в процессе профилирования на внутреннюю сторону листов.

В этом случае следует обеспечивать естественную вентиляцию подкровельного пространства через отверстия в кровле (карнизы, коньки, вытяжные патрубки, дополнительные кровельные элементы вентиляции и др.) или принудительную вентиляцию.

Минимальная общая площадь входных отверстий вентиляционного канала на карнизном участке – 200 см²/м, выходных отверстий на коньке – 100 см²/м.

8.8 Длина корытообразных желобов из оцинкованной стали, укладываемых в ендовах, не должна превышать 6 м для предотвращения их разрушения вследствие температурных воздействий.

8.9 Размер нахлестки металлического профилированного настила и черепицы должен быть установлен в проектной документации в зависимости от уклона кровли и вида кровельного материала и составлять в продольном направлении (вдоль ската) не менее 100 мм для металлочерепицы и не менее 200 мм – для профилированного настила, в поперечном направлении – не менее половины волны профиля. На фронтальном свесе кровли следует предусматривать торцевую планку, которая должна быть выше металлопрофиля на 20 мм. Сверху узел следует перекрывать металлической ветровой планкой.

8.10 Все места среза профилированного металлического настила и повреждений защитного слоя должны быть окрашены для предохранения от коррозии.

8.11 В случаях, когда в соответствии с ТКП 336 защита зданий от поражения молнией не требуется, необходимо выполнять защиту металлических кровель от статического электричества и наведенных потенциалов.

9 Кровли из светопрозрачных материалов

9.1 Для кровель из светопрозрачных материалов применяют панели из ячеистого поликарбоната.

9.2 При монтаже панелей их следует ориентировать ультрафиолетовым защитным слоем наружу. Панели следует монтировать так, чтобы был обеспечен сток конденсата по ячейкам.

9.3 Торцы панелей светопрозрачных материалов следует защищать специальным профилем через уплотнитель.

9.4 Крепление светопрозрачных панелей к стропилам производят саморезами через специальный профиль с шагом не более 500 мм.

10 Ремонт кровель

10.1 При непригодности рулонных, мастичных кровель и кровель из других материалов к нормальной эксплуатации должен быть выполнен один или несколько видов следующих работ:

- а) ремонт:
 - водоизоляционного ковра и защитного слоя (покрытия);
 - подстилающих слоев, стяжек;
 - теплоизоляции (включая полную замену) для восстановления теплотехнических свойств и прочности;
 - пароизоляции;
 - стропильной системы или несущего основания;
- б) удаление влаги из теплоизоляции и стяжки;
- в) изменение потребительских функций защитного покрытия кровли;
- г) модернизация конструкций и оборудования кровли, узлов и деталей (парапетов, примыканий, ТДШ, системы водоотвода, технологического и другого оборудования, расположенного на кровле).

10.2 Объем и виды работ при ремонте кровли следует определять на основании:

- результатов обследований кровли (всех элементов и слоев, включая несущие настилы), выполненных визуально и инструментально, с использованием методов оценки (определения) свойств материалов согласно ТНПА, результатов наблюдений за состоянием кровли при ее эксплуатации;
- задания на проектирование.

Обследование кровель должно проводиться в соответствии с ТКП 45-1.04-37.

При обследовании кровли следует определять:

- места протечек кровли и скопления воды в подстилающих слоях;
- наличие трещин, вздутий водоизоляционного ковра;
- наличие воды между отдельными слоями водоизоляционного ковра;
- степень деструктивных изменений (гниение, утрата пластических свойств, снижение прочности и деформативности, изменение теплотехнических характеристик) водоизоляционных материалов и теплоизоляции;
- количество и состояние всех слоев водоизоляционного ковра, уложенных при предыдущих ремонтах;
- дефекты покрытия из мелкоштучных и других материалов;
- наличие влаги в утеплителе и цементной стяжке.

Состояние материалов водоизоляционного ковра, основания под кровлю (стяжек, сплошного настила обрешетки плит), теплоизоляции и пароизоляции следует определять по результатам вскрытий участков кровли площадью не менее 0,25 м², выполненных в разных местах кровли в количестве не менее пяти при площади кровли до 1000 м² и не менее трех – на каждые последующие 2000 м² кровли.

10.3 Ремонт или замену водоизоляционного ковра необходимо производить:

- при механических повреждениях;
- при разрушении материалов вследствие старения, агрессивных воздействий, низкого качества работ при строительстве и предыдущих ремонтах, низкого качества примененных ранее материалов.

10.4 Ремонт или замену стяжки и плитных оснований под кровлю следует производить:

- при механическом разрушении вследствие недостаточной толщины, низкой прочности раствора или плиты, недостаточной прочности на сжатие подстилающего теплоизоляционного слоя;
- при разрушении вследствие недостаточной морозостойкости и применения материалов, не соответствующих требованиям ТНПА.

10.5 Ремонт, просушивание или замену утеплителя необходимо выполнять:

- при разрушении структуры утеплителя с утратой теплотехнических свойств и прочности;
- при необходимости увеличения сопротивления теплопередаче кровли;
- при влажности теплоизоляционного материала, превышающей расчетное массовое отношение влаги, указанное в ТКП 45-2.04-43 (таблица А.1, приложение А).

10.6 Восстановление естественной влажности утеплителя, если он не потерял физико-механических свойств, производится устройством системы вентилируемых каналов и дополнительных аэраторов.

10.7 Замену пароизоляции следует производить:

- при разрушении вследствие кристаллизации, старения, образования микротрещин и т. п. окрасочной пароизоляции;
- при применении материалов, не предусмотренных проектной документацией, и низком качестве работ;
- при изменении требований к паропроницаемости кровли и изменении температурно-влажностного режима эксплуатации помещений верхнего этажа.

Наиболее характерным признаком разрушения пароизоляции и необходимости ее замены являются влажные пятна и сырость на потолке при удовлетворительном состоянии водоизоляционного ковра, не требующем ремонта.

10.8 Замену кровли из битумно-полимерных волнистых кровельных листов, асбоцементных волнистых листов, листовой стали, меди, металлического профилированного настила, металлической черепицы, мелкоштучных кровельных материалов и светопрозрачных кровельных листов следует производить:

- при разрушении вследствие старения, механического повреждения, коррозии, образования микротрещин;
- при изменении требований ТНПА.

Оценку состояния кровли производят визуально посредством сплошного контроля и проверки влагонепроницаемости.

10.9 Определение свойств материалов по 10.4–10.7 следует производить в местах вскрытий по результатам визуальной и инструментальной оценки или путем отбора проб с проведением лабораторных исследований согласно действующим ТНПА. При отсутствии данных по сопротивлению паропрооницанию рулонных, пленочных и окрасочных материалов в ТНПА на данные материалы их сопротивление паропрооницанию следует определять в соответствии с требованиями ГОСТ 25898 и ГОСТ 28575.

10.10 Ремонт примыканий и парапетов следует производить:

- при отслоении (отрыве) водоизоляционного ковра от вертикальной поверхности;
- при разрушении водоизоляционных материалов в зоне примыкания со сползанием вследствие недостаточной теплостойкости мастик и прочности материалов;
- при нарушении герметичности соединений защитных фартуков со стеной (трубой);
- при разрушении поверхностных слоев стены вследствие низкой морозостойкости материалов, увлажнения сверху при разрушении защитных фартуков и парапетных досок, разрушении герметизации швов и т. п.

Оценку состояния примыканий и парапетов производят визуально посредством сплошного контроля.

10.11 Вариант проведения ремонта кровли следует выбирать с учетом обеспечения прочности и жесткости несущих конструкций покрытий, настилов при действии дополнительных (измененных) нагрузок при ремонте, при обязательном соответствии кровли после ремонта требованиям настоящих строительных норм.

10.12 Частичный или полный ремонт водоизоляционного ковра наклейкой (наплавкой) дополнительных слоев следует выполнять при механических повреждениях, вздутиях, дефектах верхнего слоя водоизоляционного ковра вследствие разрушения защитного слоя, но при сохранении свойств пароизоляции, прочности, а также влажности утеплителя, не превышающих установленных настоящими строительными нормами (в том числе после просушки), и свойств гидроизоляционных материалов, дополнительных и основных (кроме верхнего) слоев водоизоляционного ковра.

При частичном ремонте водоизоляционного ковра на поврежденные участки следует укладывать один или два дополнительных слоя со сплошной наклейкой (наплавкой).

При полном ремонте водоизоляционного ковра, если сохранены свойства существующих пароизоляции, теплоизоляции и стяжки, соответствующие требованиям настоящих строительных норм, рекомендуется существующий водоизоляционный ковер на всю толщину до стяжки разрезать штраборезом на отдельные участки (квадраты) со стороной не более 1,5 м. Образующиеся швы заполнять герметиком и битумной мастикой не требуется. Новый водоизоляционный ковер поверх существующего следует укладывать со сплошной наклейкой. Рекомендуется выполнять ремонтные работы захватками по 0,5 водораздела кровли.

10.13 При влажности утеплителя, превышающей допустимую в соответствии с 10.5, следует принять меры по его просушке следующими способами:

- установкой аэраторов с двумя опорными фланцами (конструкция типа «труба в трубе») с нижней опорой на основание кровли и верхней опорой на поверхность теплоизоляции из расчета один аэратор на площадь кровли до 100 м², позволяющих осушать теплоизоляцию на всю ее толщину в условиях естественной циркуляции водяных паров;
- установкой аэраторов с принудительной подачей и отсосом воздуха из теплоизоляционного слоя из расчета один аэратор на площадь кровли от 30 до 80 м² в зависимости от вида теплоизоляции и фактической влажности утеплителя;
- укладкой нижнего слоя гидроизоляционного ковра с полосовой приклейкой или механической фиксацией;

– временной укладкой в теплоизоляцию горизонтально расположенных перфорированных труб (металлических или пластмассовых) с выводом их концов выше кровли;

– устройством временных каналов на толщину утеплителя со стенками с отверстиями в слое утеплителя.

Трубы и каналы следует располагать параллельно с шагом от 4 до 8 м по направлению уклона.

Степень просушки утеплителя следует определять по отобранным контрольным пробам. При снижении влажности утеплителя до значения расчетного массового отношения согласно ТКП 45-2.04-43 часть аэраторов следует снять, сохранив остальные на возвышенных участках кровли (водоразделах, коньках) из расчета один аэратор на 100 м² кровли.

10.14 При наличии влаги в водоизоляционном ковре и между слоями ремонт не допускается. Следует полностью снять существующий водоизоляционный ковер, просушить теплоизоляционный слой при условии сохранения свойств пароизоляции, теплоизоляции и стяжки, выполнить ремонт стяжки и уложить новый водоизоляционный ковер в соответствии с требованиями настоящих строительных норм. Для обеспечения требуемого значения сопротивления теплопередаче может быть выполнена укладка дополнительного слоя теплоизоляции на существующую стяжку с последующим устройством стяжки и водоизоляционного ковра.

10.15 При разрушенной пароизоляции, удовлетворительном состоянии водоизоляционного ковра и накоплении в теплоизоляционном слое конденсата следует укладывать (после просушки утеплителя) на существующий водоизоляционный ковер дополнительный слой теплоизоляционного материала с последующим устройством стяжки и водоизоляционного ковра или по существующему водоизоляционному ковра следует выполнить устройство инверсионной кровли.

10.16 При необходимости увеличения сопротивления теплопередаче существующей кровли, соответствующей требованиям ТНПА и не имеющей дефектов, работы следует выполнять в соответствии с разработанной проектной документацией.

10.17 Полную замену кровли следует производить, если разрушены пароизоляция и утеплитель или разрушены утеплитель, стяжка и протекает кровля.

10.18 При полном ремонте кровли рекомендуется применять временные защитные укрытия (навесы) площадью в пределах двух водоразделов.

10.19 Ремонт примыканий, парапетов, водоприемных воронок, узлов кровли следует производить при наличии дефектов и для обеспечения соответствия всех элементов и узлов кровли требованиям ТНПА:

- при разрушении пароизоляции;
- при разрушении утеплителя или низком коэффициенте сопротивления теплопередаче, не отвечающем нормативным показателям;
- при разрушении стяжки;
- при разрушении гидроизоляционных материалов, если они не отвечают требованиям ТНПА.

10.20 После выполнения ремонтных работ кровли должны обеспечивать надежную гидроизоляцию здания в течение нормативного срока эксплуатации.

10.21 Ремонт существующей кровли из рулонных или мастичных материалов, включая примыкания, и, в случае необходимости, повышение ее сопротивления теплопередаче могут производиться путем напыления пенополиуретана нужной толщины на существующую кровлю без ее демонтажа, с последующим нанесением паропроницаемой полимерной мастики (полиуретановой, на основе полимочевины и т. д.).

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 3.02.02-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

ГРАМАДСКІЯ БУДЫНКІ

Издание официальное

Минск 2020

УДК 725.1.012(083.74)

Ключевые слова: общественные здания и сооружения, перечень помещений, высота помещения, зрительный зал, лифтовой холл

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: И. Л. Лишай, С. И. Райкова

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 3.02 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, благоустройство территорий»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-3.02-325-2018 (33020))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения

4 Общие требования

5 Требования к проектированию зданий и помещений розничных торговых объектов

6 Инженерное обеспечение

Приложение А Перечень функционально-типологических групп общественных зданий, сооружений и помещений общественного назначения

Приложение Б Перечень объектов социально-культурного и коммунально-бытового назначения

Приложение В Правила определения общей, полезной и расчетной площади, площади помещений, строительного объема, площади застройки и этажности общественных зданий

Приложение Г Перечень помещений общественных зданий, размещение которых допускается в подвальных и цокольном этажах
Приложение Д Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях общественных зданий
Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

ГРАМАДСКІЯ БУДЫНКІ

Public buildings and structures

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Область применения

Настоящие строительные нормы устанавливают требования к проектированию общественных зданий и сооружений (далее – здания), а также помещений общественного назначения, размещаемых в зданиях другого функционального назначения.

Настоящие строительные нормы распространяются на общественные здания и помещения общественного назначения, относящиеся к функционально-типологическим группам в соответствии с приложением А, в том числе на здания и помещения, относящиеся к объектам социально-культурного и коммунально-бытового назначения в соответствии с приложением Б.

Настоящие строительные нормы предназначены для применения при разработке проектной документации на возведение, реконструкцию, капитальный ремонт и реставрацию общественных зданий.

При проектировании реконструкции, капитального ремонта или реставрации объектов, которым в установленном порядке присвоен статус историко-культурных ценностей, требования настоящих строительных норм применяют с учетом положений законодательства об охране историко-культурных ценностей.

При проектировании высотных зданий требования настоящих строительных норм применяют с учетом положений ТКП 45-3.02-108.

При проектировании капитального ремонта применяют требования настоящих строительных норм, не вызывающие необходимости изменения основных объемно-планировочных и конструктивных решений, соответствующих ранее действовавшим нормативным документам.

Требования раздела 5 настоящих строительных норм не распространяются на проектирование павильонов, киосков и специализированных магазинов по продаже автомобилей и автозапчастей.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:
ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия.
Безопасность

ТР ТС 011/2011 Безопасность лифтов

СН 2.02.02-2019 Противопожарное водоснабжение

СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений

СН 3.02.01-2019 Жилые здания

- СН 3.02.03-2019 Станции технического обслуживания транспортных средств. Гаражи-стоянки автомобилей
- СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий
- СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
- СН 4.03.01-2019 Газораспределение и газопотребление
- СН 4.04.01-2019 Системы электрооборудования жилых и общественных зданий
- СН 4.04.02-2019 Системы связи диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий
- ТКП 336-2011 (02230) Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций
- ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний
- ТКП 474-2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
- ТКП 45-3.02-55-2006 (02250) Здания банков. Правила проектирования
- ТКП 45-3.02-90-2008 (02250) Производственные здания. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.02-95-2008 (02250) Складские здания. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.02-102-2008 (02250) Предприятия бытового обслуживания. Правила проектирования
- ТКП 45-3.02-108-2008 (02250) Высотные здания. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки
- ТКП 45-2.04-127-2009 (02250) Конструкции зданий и сооружений. Правила проектирования звукоизоляции и звукопоглощения
- ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-2.04-154-2009 (02250) Защита от шума. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-4.02-273-2012 (02250) Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования
- ТКП 45-5.09-310-2017 (33020) Полы. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.02-318-2018 (33020) Среда обитания для физически ослабленных лиц. Строительные нормы проектирования
- СТБ 11.0.03-95 Система стандартов пожарной безопасности. Пассивная противопожарная защита. Термины и определения
- СТБ 1154-99 Жилище. Основные положения
- СТБ 1381-2003 Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Технические условия
- СТБ ISO 12543-2-2014 Стекло в строительстве. Стекло многослойное и многослойное безопасное. Часть 2. Стекло многослойное безопасное
- СТБ EN 14449-2008 Стекло в строительстве. Многослойное стекло и многослойное безопасное стекло. Оценка соответствия/стандарт на изделие
- ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 30331.3-95 (МЭК 364-4-41-92) Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током
ГОСТ 30826-2014 Стекло многослойное. Технические условия.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 авансцена: Передняя часть сцены, расположенная между рампой и занавесом.

3.2 антресоль: По ТКП 45-3.02-90.

3.3 аръерсцена: Задняя часть сцены, расположенная за планшетом сцены.

3.4 атриум: По ТКП 45-2.02-315.

3.5 боковой карман сцены (карман): Помещение для динамичной смены декораций с помощью накатных площадок.

3.6 высотное здание: По ТКП 45-3.02-108.

3.7 галерея: По ТКП 45-2.02-315.

3.8 гипермаркет: Магазин с торговой площадью 4000 м² и более, в котором реализуется универсальный ассортимент продовольственных и (или) непродовольственных товаров методами самообслуживания в сочетании с методами традиционного обслуживания и оказывающий широкий перечень дополнительных услуг.

3.9 здание с массовым пребыванием людей: По СТБ 11.0.03.

3.10 источник ионизирующего излучения: Радиоактивное вещество либо радиационное устройство [1].

3.11 клуб (центр культуры и досуга): Здание, предназначенное для культурно-просветительской работы и проведения досуга населения.

3.12 колосниковый настил: Перекрытие в виде специальных деревянных решеток, расположенное над основной частью сцены и аръерсценой.

3.13 мансардный этаж (мансарда): По СН 3.02.01.

3.14 навес: По ТКП 45-2.02-315.

3.15 надземный этаж: По ТКП 45-2.02-315.

3.16 планшет сцены (эстрады): Поверхность пола игровой площадки сцены (эстрады).

Примечание – На планшете сцены, как правило, располагается основная игровая часть сцены.

3.17 подвальный этаж: По ТКП 45-2.02-315.

3.18 помещения общественного назначения: По СТБ 1154.

3.19 помещение с массовым пребыванием людей: По СТБ 11.0.03.

3.20 радиационный объект: Здание, сооружение, помещение, другой объект, где осуществляется обращение с источниками ионизирующего излучения [1].

3.21 розничный торговый объект: Торговый объект, в котором осуществляется розничная торговля.

Примечание – В скатках, как правило, хранятся живописные фоновые декорации.

3.22 супермаркет: Магазин с торговой площадью от 650 до 4000 м², в котором реализуется универсальный ассортимент продовольственных товаров и ограниченный ассортимент непродовольственных товаров методами самообслуживания, традиционного обслуживания, продажи товаров по предварительным заказам.

3.23 сцена: Специально оборудованная часть здания, предназначенная для показа театральных представлений.

Примечание – В состав традиционной глубинной колосниковой сцены входят: основная игровая часть сцены (планшет сцены), сообщающаяся со зрительным залом порталным проемом; авансцена; аръерсцена (в отдельных случаях); боковые карманы, объединенные проемами в стенах с основной игровой частью сцены, а также трюм, колосниковое и надколосниковое пространство.

3.24 тамбур: По ТКП 45-3.02-318.

3.25 технический этаж: По ТКП 45-2.02-315.

3.26 технические аппаратные (аппаратные): Помещения, предназначенные для размещения осветительных и проекционных приборов, устройств управления постановочным освещением и связью, электроакустические и кинотехнологические устройства.

3.27 трюм: Помещение для нижней механизации сцены, находящееся под планшетом сцены.

3.28 универмаг: Магазин с торговой площадью 3000 м² и более, в котором реализуется универсальный ассортимент непродовольственных товаров методами самообслуживания, традиционного обслуживания, продажи товаров по предварительным заказам.

Примечания

- 1 Торговая площадь универмага в сельских населенных пунктах может составлять 400 м² и более.
- 2 Часть торговой площади универмага может быть отведена для реализации продовольственных товаров.

3.29 универсам: Магазин с торговой площадью от 400 до 2500 м², в котором реализуется универсальный ассортимент продовольственных товаров и ассортимент непродовольственных товаров методами самообслуживания, продажи товаров по образцам и по предварительным заказам.

Примечания

- 1 Торговая площадь универсама в сельских населенных пунктах может составлять 300 м² и более.
- 2 Часть торговой площади универсама может быть отведена для реализации непродовольственных товаров.

3.30 цокольный этаж: По ТКП 45-2.02-315.

3.31 чердак: По СН 3.02.01.

3.32 эстрада: Часть зрительного зала, предназначенная для эстрадных и концертных выступлений.

Примечание – Эстрада может быть отделена от зрительских мест порталной стеной с открытым проемом.

4 Общие требования

4.1 Проектирование общественных зданий следует осуществлять в соответствии с требованиями ТР 2009/013/ВУ, настоящих строительных норм, ТКП 45-2.02-315, СН 2.02.02, СН 2.02.03, ТКП 45-3.02-318 и других технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА) с учетом требований [2]–[10].

4.2 Состав и площади помещений общественных зданий определяются в задании на проектирование. Высота помещений общественного здания должна быть не менее 3 м, за исключением высоты технических подполий или технических этажей. Высоту помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания, вместимостью до 40 чел. следует принимать не менее высоты помещений жилых зданий.

Правила определения общей, полезной и расчетной площади, площади помещений, строительного объема, площади застройки и этажности зданий – в соответствии с приложением В.

4.3 В окнах зданий и помещений детских учреждений (детские сады, школы, детские больницы, поликлиники и т. д.) следует предусматривать детские замки безопасности.

4.4 Помещения общественных зданий допускается располагать в цокольных и подвальных этажах в соответствии с приложением Г.

4.5 Помещения с массовым пребыванием людей (аудитории и залы) следует размещать по этажам в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Степень огнестойкости здания	Число мест в аудитории или зале	Предельный этаж размещения
I, II	До 300 включ.	16
	Св. 300 до 600 включ.	5
	До 600 включ.	3
III	До 300 включ.	3
	Св. 300 до 600 включ.	2
IV	До 300 включ.	1
V	До 100 включ.	1

При определении предельной высоты размещения помещения с массовым пребыванием людей (аудитории и залы), имеющего уклон пола, отметку пола следует принимать у первого ряда мест.

4.6 В наружных ограждающих конструкциях помещений с массовым пребыванием людей заполнения проемов следует предусматривать из безопасного многослойного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826.

4.7 Пассажирские лифты в общественных зданиях следует предусматривать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-318.

Необходимость устройства лифтов и других средств вертикального транспорта в общественных зданиях в случаях, не оговоренных в ТКП 45-3.02-318, устанавливается заданием на проектирование.

Лифты следует предусматривать с габаритами кабины не менее 1100х2100 или 2100х1100 мм.

Количество пассажирских лифтов определяют расчетом, но принимают не менее двух, при этом один из лифтов (пассажирский или грузопассажирский) должен иметь глубину кабины не менее 2100 мм для возможности транспортирования человека на носилках.

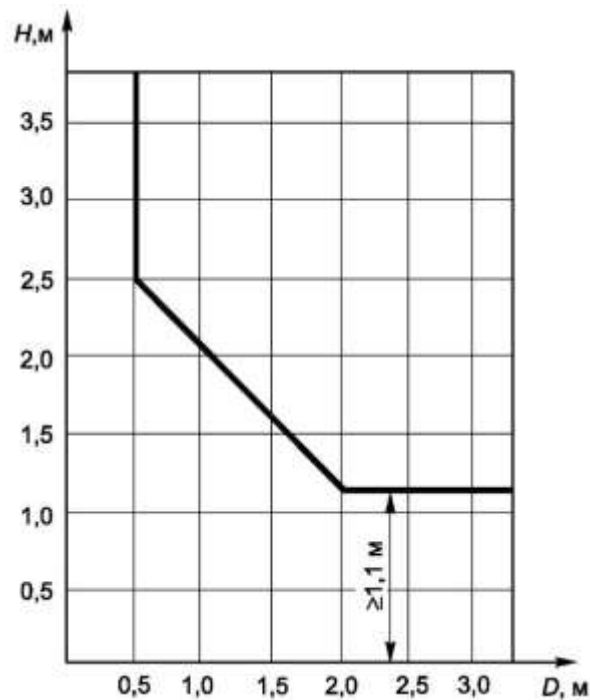
Лифты должны соответствовать требованиям ТР ТС 011/2011. Лифтовое оборудование размещают в шахте лифта, машинных, блочных помещениях лифтов. В шахте лифта, машинных, блочных помещениях лифтов не допускается установка оборудования и прокладка коммуникаций, не относящихся к лифтам.

В случае если лифт монтируют в частично огражденной шахте, следует предусматривать его ограждение высотой, м, не менее:

3,5 – со стороны дверей шахты лифта или до потолочного перекрытия;

2,5 – с других сторон, если расстояние до движущихся частей лифта не превышает 0,5 м.

Если расстояние до движущихся частей превышает 0,5 м, то значение высоты частично огражденной шахты может быть уменьшено пропорционально до минимальной высоты, равной 1,1 м, при расстоянии до движущихся частей лифта 2,0 м (рисунок 1).



D – горизонтальное расстояние от движущихся частей лифта; H – высота ограждения

Рисунок 1 – Зависимость между высотой ограждения и расстоянием до движущихся частей лифта

Расстояние между ограждением и краем межэтажных перекрытий, ступеней и площадок должно быть не более 0,15 м.

Машинные помещения лифтов следует оборудовать вентиляцией, обеспечивающей кратность воздухообмена согласно приложению Г.

В зонах обслуживания лифтового оборудования должна быть обеспечена освещенность в соответствии с ТКП 45-2.04-153.

Вводное устройство лифта устанавливают в машинном помещении лифтов вблизи входной двери, при отсутствии машинного помещения – в шкафу для аппаратов управления лифтом.

Выключатели освещения и розеточную группу устанавливают внутри помещения, предназначенного для установки лифтового оборудования.

Ограждающие конструкции лифтового оборудования должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие при эксплуатации и испытаниях лифта.

В случае применения стеклянных панелей для ограждения шахты они должны быть изготовлены из многослойного безопасного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826.

В машинных помещениях лифтов под верхним перекрытием шахты лифта (для лифтов без машинного помещения) следует устанавливать устройство(-а), предназначенное(-ые) для подвески грузоподъемных средств.

В помещениях, предназначенных для размещения лифтового оборудования, для выполнения работ по обслуживанию, ремонту, а также для эвакуации пассажиров, должна быть предусмотрена зона обслуживания высотой в свету при измерении от пола до элементов перекрытия не менее 2,1 м (не менее 1,5 м – для блочных помещений лифтов) и размерами:

- глубиной, измеряемой от наружной поверхности ограждений шкафа или панели, не менее 0,7 м – перед шкафами и панелями управления;
- шириной, равной полной ширине шкафа или панели, но не менее 0,5 м;
- не менее 0,5х0,6 м – со стороны подвижных частей лифтового оборудования.

Высота проходов к зонам обслуживания при измерении от пола до элементов перекрытия должна быть не менее 1,8 м (не менее 1,5 м – для блочных помещений лифтов), ширина – не менее 0,5 м.

При проектировании лифтовых шахт над крышей кабины лифта (когда кабина находится в крайнем верхнем положении) и в прямке (когда кабина находится в крайнем нижнем положении) должны быть предусмотрены пространства безопасности размерами, м:

- 0,4х0,5х2,0 – в положении стоя;
- 0,5х0,7х1,0 – в согнутом положении;
- 0,7х1,0х0,5 – в положении лежа (только для прямка).

Положение пространств безопасности определяется в зависимости от конструкции лифта и указывается в проектной документации.

Проемы должны обеспечивать установку:

- для доступа в машинные помещения и шахту – дверей высотой в свету не менее 2,0 м и шириной не менее 0,6 м;
- для доступа в блочное помещение – дверей высотой в свету не менее 1,4 м и шириной не менее 0,6 м;
- для доступа людей в машинное и блочное помещения – люков размерами не менее 0,8х0,8 м;
- аварийных дверей высотой в свету не менее 1,8 м и шириной не менее 0,5 м;
- смотровых люков размерами не менее 0,5х0,5 м.

Двери и смотровые люки должны открываться изнутри без ключа.

Высота в свету при измерении от пола до элементов перекрытия должна быть, м, не менее:

- зон обслуживания:
 - для машинных помещений лифтов – 2,1;
 - для блочных помещений лифтов – 1,5;
- проходов к зонам обслуживания:
 - для машинных помещений лифтов – 1,8;
 - для блочных помещений лифтов – 1,5.

При расстоянии между порогами дверей шахт лифтов на смежных этажах более 11 м в шахтах лифтов следует устраивать проемы для установки аварийных дверей между ними (кроме лифтов со смежными кабинами, каждая из которых снабжена аварийной дверью).

Полы в машинных и блочных помещениях лифтов должны иметь покрытие без неровностей, выбоин и перепадов высот. Полы должны иметь оценочную группу покрытия С11, характеризующую степень противоскольжения.

Отделочное покрытие стен, пола и потолка машинных, блочных помещений лифтов должно быть выполнено из материалов, исключающих возможность образования пыли.

Для гидравлических лифтов должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие утечку масла в грунтовые воды.

Грузовые лифты следует предусматривать в соответствии с технологическими требованиями.

При необходимости устройства пожарных лифтов следует руководствоваться требованиями ТКП 45-2.02-315 и [11].

4.8 Расстояние от дверей наиболее удаленного помещения до двери ближайшего пассажирского лифта должно быть не более 60 м.

Перед лифтами в здании следует предусматривать площадки глубиной не менее 2,5 м, обеспечивающие возможность транспортирования человека на носилках.

4.9 Шахты и машинные помещения лифтов, грузоподъемники магазинов не допускается располагать смежно со зрительными залами и помещениями с постоянным пребыванием людей, в том числе непосредственно под жилыми помещениями.

4.10 Вентиляционные камеры, насосные, машинные отделения холодильных установок, тепловые пункты и другие помещения с оборудованием, являющимся

источником шума и вибраций, не допускается располагать смежно, над и под зрительными и репетиционными залами, сценами, звукоаппаратными, читальными залами, помещениями с постоянным пребыванием людей, а также жилыми помещениями, размещенными в общественных зданиях, и другими помещениями, требующими защиты от шума.

4.11 Необходимость устройства мусоропроводов в общественных зданиях устанавливается заданием на проектирование.

4.12 Ствол мусоропровода должен отвечать следующим требованиям:

- быть негорючим, воздухонепроницаемым и звукоизолированным от строительных конструкций; выполняться из труб, изготовленных из экологически чистых материалов, качество которых подтверждается сертификатами завода-изготовителя;

- иметь, кроме основного набора комплектующих (клапанов, шибера, хомутов, дефлекторов), зачистное устройство, систему промывки, отсекающее устройство;

- не примыкать к жилым помещениям и к служебным помещениям с постоянным пребыванием людей.

4.13 Мусоросборную камеру следует размещать непосредственно под стволом мусоропровода.

Не допускается размещать мусоросборную камеру под помещениями с постоянным пребыванием людей, в том числе под жилыми комнатами, или смежно с ними.

Размеры мусоросборной камеры в плане следует принимать не менее 2,0х1,5 м.

Высота мусоросборной камеры от пола до потолка должна быть не менее 2,2 м, высота до низа выступающих строительных конструкций – не менее 1,95 м.

Мусоросборная камера должна иметь самостоятельный вход, открывающийся наружу. Высота двери в свету должна быть не менее 2 м.

Отметка пола мусоросборной камеры должна быть выше отметки тротуара или прилегающей проезжей части дороги на 0,05–0,10 м. При механизированном мусороудалении допускается размещение мусоросборной камеры на другом уровне.

4.14 В помещениях с мокрыми процессами и там, где требуется установка трапов (в производственных помещениях, в моечных, туалетах и душевых), в полах следует предусматривать гидроизоляцию.

Полы в помещениях с мокрыми процессами следует проектировать с уклоном к трапам от 1 % до 2 % согласно ТКП 45-5.09-310.

Отметка чистого пола в моечных, туалетах и душевых должна быть на 2 см ниже отметки чистого пола соседних помещений. Покрытие полов в таких помещениях необходимо предусматривать из влагоустойчивых материалов.

4.15 На эксплуатируемых плоских кровлях, балконах, лоджиях и открытых лестничных маршах и площадках, а также у открытых приямков или при перепаде отметок площадок более чем 0,45 м должны быть предусмотрены ограждения, выполненные в соответствии с СТБ 1381.

Допускается выполнять ограждения в указанных местах из многослойного безопасного стекла по СТБ ISO 12543-2, СТБ EN 14449, ГОСТ 30826. Нагрузки на ограждения следует указывать в проектной документации.

4.16 Материалы и конструктивное решение потолков, стен и перегородок в помещениях общественных зданий должны обеспечивать акустический комфорт, оптимальный микроклимат, быть экологически безвредными. Форма и фактура вертикальных поверхностей в помещениях с массовым пребыванием людей и на путях движения на высоту до 2 м должны быть травмобезопасными.

4.17 Стены и перегородки в помещениях с влажным и мокрым режимами эксплуатации должны иметь влагостойкую отделку на высоту не менее 1,8 м, а в охлаждаемых камерах – облицовку на всю высоту помещения.

4.18 Отметка пола помещений у входа в общественное здание должна быть выше отметки тротуара перед входом не менее чем на 0,15 м. Допускается принимать отметку пола у входа в общественное здание на одном уровне с тротуаром или с заглублением

ниже его отметки при условии защиты входных проемов от попадания поверхностных вод и осадков.

4.19 При проектировании в зрительном зале ярусов или балконов высоту от пола в зоне зрительских мест до низа выступающих конструкций вышерасположенных ярусов, балконов или потолка зрительного зала следует принимать не менее 2,1 м. Высота барьеров ярусов или балконов должна быть не менее 0,8 м; на барьерах следует предусматривать устройства, предохраняющие от падения предметов.

4.20 Ширина свободного прохода перед барьером гардероба должна быть, м, не менее:

2,5 – от барьера до стены или перегородки;

5,0 – между двумя параллельными барьерами.

4.21 Освещение общественных зданий и сооружений следует проектировать в соответствии с требованиями настоящих строительных норм, ТКП 45-2.04-153 и других ТНПА.

4.22 Без естественного освещения допускается проектировать помещения, размещение которых допускается в подвальных этажах, актовые залы, лекционные аудитории и кулуары, буфетные, а также помещения иного назначения при соответствующем обосновании.

4.23 Освещение только вторым светом можно предусматривать в помещениях, которые допускается проектировать без естественного освещения.

4.24 Звукоизоляция и виброизоляция строительных конструкций общественных зданий и помещений общественного назначения, встроенно-пристроенных, пристроенных или размещаемых в зданиях иного функционального назначения, должны соответствовать требованиям ТКП 45-2.04-127 и ТКП 45-2.04-154 и обеспечивать нормируемые виброакустические показатели безопасности в помещениях с постоянным пребыванием людей в соответствии с [6], [8], [9].

4.25 На путях проезда автомобилей и других транспортных средств колонны, стены и откосы проемов в стенах должны быть защищены от механических повреждений ударостойкими материалами на высоту не менее 1,6 м.

4.26 Закрытое разгрузочное помещение при тупиковом расположении машин следует проектировать глубиной не менее 8 м (от ворот до разгрузочной платформы) для малотоннажных (или легковых) автомашин и не менее 12 м – для большегрузных автомашин (рефрижераторов, автомашин с прицепом).

4.27 Высота разгрузочного помещения или пространства под навесом от уровня проезжей части до выступающих конструкций должна быть не менее 4,2 м при ширине въездных ворот не менее 3,6 м и высоте не менее 4,2 м. Допускается принимать высоту разгрузочного помещения равной 3,6 м, а также ширину и высоту въездных ворот не менее 3,6 м, если в задании на проектирование не предусматривают использование большегрузных автомашин.

4.28 Если в задании на проектирование оговаривают конкретные типы машин, осуществляющих доставку товаров, то минимально необходимая высота въездных ворот должна быть на 0,2 м больше максимальной высоты конкретной машины, а минимально необходимая ширина – на 0,9 м больше ширины машины.

4.29 При использовании в общественных зданиях электрифицированного транспорта (погрузчики, штабелеры) следует предусматривать помещения зарядных аккумуляторных батарей с учетом указаний по проектированию зарядных станций тяговых и стартерных аккумуляторных батарей. Их размещение и инженерное обеспечение должны отвечать требованиям ТКП 474 и других ТНПА, при этом целесообразно учитывать [12].

4.30 При проектировании элементов конструкций, узлов их соединений, а также вентиляционных решеток следует учитывать требования по защите помещений от проникновения животных и насекомых.

4.31 Помещения санитарных узлов общественных зданий и сооружений следует предусматривать раздельно (мужские и женские). При количестве человек, одновременно находящихся в здании (помещении), не более 10 предусматривают один общий туалет

на объект. При расчете санитарных приборов соотношение мужчин и женщин принимается согласно заданию на проектирование.

Расположение туалетов для обслуживающего персонала общественных зданий и его посетителей определяют согласно заданию на проектирование с учетом функционального назначения объекта.

Расчетная нагрузка на один санитарный прибор для мужчин, не менее:

- один унитаз на 20 сотрудников (учащихся), 50 посетителей;
- один писсуар на 18 сотрудников, 50 посетителей, 30 учащихся.

Расчетная нагрузка на один санитарный прибор для женщин – не менее одного унитаза на 15 сотрудников, 20 учащихся, 25 посетителей.

В мужских санитарных узлах предусматривают один умывальник на три унитаза, а для женщин – один умывальник на два унитаза. В женских санитарных узлах общественных зданий для сотрудников, в общежитиях, в спальнях корпусах интернатов предусматривают гигиенический душ (на шланге), биде или другое гигиеническое оборудование.

В торгово-развлекательных комплексах, многофункциональных центрах, выставках, музеях следует предусматривать комнату матери и ребенка из расчета одно место на 1000 посетителей (покупателей), оборудованную пеленальным столом, душевым поддоном, унитазом и умывальником. Для предприятий транспорта следует предусматривать комнату матери и ребенка.

В магазинах следует предусматривать туалеты для посетителей с оборудованием из расчета один унитаз на 400 м² торговой площади, но не менее двух.

4.31 Общественные здания и сооружения, являющиеся радиационными объектами или в состав которых входят радиационные объекты, следует проектировать с учетом законодательства в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

5 Требования к проектированию зданий и помещений розничных торговых объектов

5.1 При проектировании и эксплуатации зданий гипермаркетов, супермаркетов и универсамов площадью более 1000 м², универмагов и магазинов, располагаемых в высотных зданиях, в многофункциональных комплексах и в зданиях другого назначения, должны быть осуществлены практические и организационно-технические мероприятия по обеспечению комплексной безопасности зданий и находящихся в них людей, предусмотрен геотехнический мониторинг, мониторинг состояния несущих конструкций и фасадных систем.

5.2 Состав помещений магазинов следует принимать по заданию на проектирование в зависимости от типа магазина, форм и методов обслуживания покупателей, а также с учетом основных требований к архитектурно-планировочным решениям.

5.3 В задании на проектирование следует указывать:

- площадь основных торговых помещений;
- наличие и перечень (площади) помещений дополнительного обслуживания покупателей;
- количество мест в залах объектов питания, входящих в состав магазинов;
- мощность (или количество рабочих мест) объектов бытового обслуживания;
- производственную мощность цехов по изготовлению полуфабрикатов (мясного, птице-гольевого, рыбного, овощного) и готовой продукции (кулинарного, кондитерского, хлебопекарного) – для гипермаркетов, супермаркетов, крупных продовольственных магазинов.

Объекты обслуживания и цеха, входящие в состав магазинов, следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-55, ТКП 45-3.02-95, ТКП 45-3.02-102, с учетом требований [13]–[16] и соответствующих норм технологического проектирования.

5.4 Размещение магазинов следует предусматривать, руководствуясь схемами размещения стационарных торговых объектов общественного питания, торговых центров, рынков на территории соответствующей административно-территориальной единицы, с учетом как нового строительства, так и реконструкции действующих объектов с возможным изменением их специализации, с соблюдением требований ТКП 45-3.01-116, ТКП 45-3.03-227, ТКП 45-2.02-315.

5.5 Отдельно стоящие здания гипермаркетов следует размещать на расстоянии не менее 50 м от жилых зданий согласно [2].

5.6 В жилых зданиях не допускается размещать магазины с суммарной торговой площадью, превышающей установленный норматив, и специализацией согласно требованиям СН 3.02.01.

5.7 Допускается размещать магазины в подземных и цокольном этажах в соответствии с требованиями ТНПА, с обеспечением естественным освещением согласно ТКП 45-2.04-153 по расчету (возможно устройство световых приемков, световодов) помещения с постоянными рабочими местами (административные помещения).

5.8 Площадки для сезонного расширения (размещение нестационарных торговых объектов), размещаемые со стороны проезжей части, необходимо проектировать с мероприятиями, исключающими случайный (аварийный) наезд автотранспорта.

5.9 Для размещения контейнеров для временного хранения отходов с мусором на территории магазина следует предусматривать хозяйственную площадку с твердым покрытием, располагаемую в пределах хозяйственного двора или в габаритах здания.

Размещение площадки для сбора мусора, с установленным(-и) на ней контейнером(-ами), допускается не ближе 25 м от торговых и складских помещений, а также от окон и дверей жилых домов.

Загрузочные помещения магазинов, размещаемых в жилых зданиях, следует проектировать в соответствии с СН 3.02.01.

5.10 На земельном участке магазина, торгового центра следует размещать стоянку автотранспорта. Расчетное количество машино-мест на стоянке для личного автотранспорта покупателей принимают в зависимости от типа магазина согласно требованиям ТКП 45-3.01-116.

5.11 На земельном участке магазина следует предусматривать пешеходные дорожки и проезды с твердым покрытием с учетом возможности проезда пожарных машин в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315, ТКП 45-3.03-227, ТКП 45-3.01-116, а также искусственное освещение и озеленение.

5.12 Здания магазинов должны соответствовать эксплуатационным требованиям по приему, хранению товаров, производству и реализации продукции, а также условиям труда персонала – по [5]–[8], [13]–[16] независимо от форм их собственности и ведомственной принадлежности, при этом целесообразно учитывать [12].

5.13 При размещении магазина в подземных этажах следует предусматривать инженерно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность и комфортный температурно-влажностный и световой режим в помещениях.

В таких магазинах следует предусматривать помещение(-я) – профилакторий для проведения оздоровительных процедур, оборудованное(-ые) приборами для ультрафиолетового облучения и ионизации воздуха.

5.14 Помещения магазинов, предназначенные для размещения объектов питания (для персонала магазинов и/или для посетителей), следует оборудовать согласно нормативным требованиям к объектам общественного питания.

5.15 Охлаждаемые камеры не допускается размещать рядом с котельными, бойлерными, душевыми и другими помещениями с повышенной температурой, влажностью, а также над или под этими помещениями.

5.16 Теплоизоляцию ограждающих конструкций охлаждаемых камер следует проектировать в соответствии с расчетной внутренней температурой в камерах, но

не ниже минус 22 °С – в низкотемпературных камерах для хранения замороженных продуктов, а также мороженого, и не выше 4 °С – в остальных камерах.

5.17 В ограждающих конструкциях охлаждаемых камер не допускается прокладка труб водопровода и канализации, коробов вентиляции и электрокабелей.

5.18 Высота охлаждаемых камер от пола до потолка должна быть не менее 2,7 м и не более 3,5 м. При большей высоте этажа в месте расположения охлаждаемых камер допускается предусматривать самостоятельное перекрытие над камерами, с проветриваемым пространством между камерами и вышерасположенным этажом, а при необходимости их размещения под жилыми этажами перекрытие камер должно быть отделено от междуэтажного перекрытия здания вентилируемым пространством.

5.19 Машинное отделение охлаждаемых камер не допускается размещать под жилыми помещениями.

5.20 При системе воздушного охлаждения камер высота машинных отделений должна быть от пола до потолка не менее 2,7 м, но не более 3,5 м.

5.21 Хладоновые агрегаты следует устанавливать в машинном отделении рядом с камерой или на выделенной площадке около камеры, отгороженной от коридора металлической решеткой высотой не менее 1,5 м (с двухстворчатыми дверями).

5.22 Мусоропроводы (при отсутствии пневматической или вакуумной системы мусороудаления) следует предусматривать в пятиэтажных магазинах. Необходимость устройства мусоропроводов в магазинах меньшей этажности определяют в задании на проектирование.

5.23 Для магазинов, не оборудованных мусоропроводами, по заданию на проектирование, следует предусматривать: мусоросборную камеру; помещение для прессования бумажных отходов; помещение (камеру) для хранения пищевых отходов, с инженерным обеспечением с учетом требований раздела 6.

5.24 Централизованную или комбинированную систему вакуумной пылеуборки следует предусматривать в магазинах с торговой площадью 6500 м² и более. Необходимость систем пылеуборки в магазинах с меньшей торговой площадью устанавливают в задании на проектирование. При проектировании комбинированной системы вакуумной пылеуборки радиус обслуживания одним приемным клапаном должен быть не более 50 м.

5.25 Вход в помещения общественных туалетов следует предусматривать через промежуточное помещение (коридор, тамбур и т. д.), которое следует располагать не смежно с прилавками для отпуска продовольственных товаров, за пределами расчетного узла.

5.26 В общественных туалетах следует предусматривать:

- ширину кабины не менее 0,8 м, глубину кабины не менее 1,2 м;
- специально оборудованные кабины для лиц, пользующихся костылями или передвигающихся на креслах-колясках, в соответствии ТКП 45-3.02-318.

5.27 В состав торговых помещений магазинов входят:

- торговые залы с экспозиционными витринами (при их наличии);
- помещения для оказания услуг, связанных с продажей товаров.

5.28 В торговую площадь магазинов (площадь торговых помещений) входит площадь торговых залов и помещений для оказания услуг, связанных с продажей товаров, а также площадь экспозиционных витрин со стороны улицы при условии размещения их пола в одном уровне с полом зала. При этом не учитывают площадь витрины в пределах конструкции наружной стены.

5.29 Ширину коридоров в группе помещений для хранения и подготовки товаров к продаже в зависимости от торговой площади магазина, при использовании электрифицированного транспорта, следует принимать, м, не менее:

- 1,6 – при торговой площади, м² до 250 включ.;
- 1,8 – то же св. 250 » 500 »;
- 2,3 – » » 500.

5.30 В помещениях для хранения товаров и кладовых площадью более 10 м² двери должны быть двухстворчатыми шириной в свету не менее 1,3 м и высотой не менее 2,3 м, а при меньшей площади кладовых допускаются одностворчатые двери шириной в свету не менее 0,9 м и высотой не менее 2,3 м.

5.31 Двери между разгрузочной платформой, располагаемой под навесом, и помещениями магазина должны быть двухстворчатыми или раздвижными шириной в свету не менее 1,6 м и высотой не менее 2,3 м.

5.32 Помещения для хранения и подготовки товаров к продаже не допускается размещать под туалетами, душевыми и трапами для выпуска воды в канализацию, за исключением помещений для хранения и подготовки товаров встроенно-пристроенных или встроенных магазинов, размещаемых под техническим этажом жилого здания или здания иного функционального назначения, при условии прокладки канализационных стояков вне пределов этих помещений.

6 Инженерное обеспечение

6.1 Теплоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

6.1.1 Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха следует проектировать в соответствии с требованиями настоящих строительных норм, ТКП 45-4.02-273, СН 4.02.03 и других ТНПА.

6.1.2 Расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена в помещениях общественных зданий следует принимать в соответствии с приложением Д.

6.1.3 Индивидуальные тепловые пункты и насосные, встроенные в обслуживаемые ими общественные здания и сооружения, следует размещать в отдельных помещениях с самостоятельным входом или совмещать с помещениями установок вентиляции и кондиционирования воздуха.

6.1.4 В общественных зданиях следует предусматривать отдельные системы приточно-вытяжной вентиляции для помещений зрительного комплекса, помещений обслуживания сцены (эстрады), помещений клубной части, а также административно-хозяйственных помещений.

Указанное разделение систем допускается не предусматривать:

- в кинотеатрах с непрерывным кинопоказом при вместимости до 375 чел.;
- в зданиях общедосуговых клубов.

6.1.5 В зрительных залах театров и клубов с глубинной колосниковой сценой количество удаляемого воздуха должно составлять 90 % приточного (включая рециркуляцию) для обеспечения 10 % подпора в зале; через сцену следует удалять не более 17 % общего объема удаляемого из зала воздуха.

6.1.6 При теплоснабжении от внешних сетей в магазинах устраивается индивидуальный тепловой пункт.

6.1.7 Для торговых залов с торговой площадью 400 м² и более, а также для разгрузочных помещений следует предусматривать отдельные ветки систем водяного отопления.

6.1.8 Дежурное отопление в торговых залах магазинов должно быть рассчитано на температуру воздуха в торговом зале 10 °С.

6.1.9 При размещении в здании нескольких магазинов для каждого из них следует проектировать отдельные ветви систем водяного отопления и вентиляции, а также предусматривать автономный учет расхода тепла.

6.1.10 Тамбуры входов для покупателей в магазинах с торговой площадью 150 м² и более должны быть оборудованы воздушно-тепловыми завесами.

6.1.11 В проемах для загрузки складов объемных декораций следует предусматривать установку воздушных или воздушно-тепловых завес с забором воздуха из верхних зон склада.

6.1.12 Воздушно-тепловые завесы ворот разгрузочных помещений следует проектировать в продовольственных магазинах с торговой площадью 1500 м² и более, а также в непродовольственных магазинах с торговой площадью 2500 м² и более.

6.1.13 Открывание ворот, оборудованных завесами, следует блокировать с пуском воздушно-тепловых завес, а также предусматривать включение воздушно-тепловой завесы при понижении температуры внутреннего воздуха в месте расположения ворот до 10 °С.

6.1.14 В магазинах с торговой площадью до 250 м² допускается проектировать вентиляцию с естественным побуждением.

6.1.15 В помещениях магазинов с торговой площадью более 250 м² объем вытяжки должен быть полностью компенсирован.

6.1.16 Не допускается установка нагревательных приборов и прокладка труб системы отопления в сейфах скатанных декораций.

6.1.17 Самостоятельные приточные системы вентиляции следует предусматривать для помещений:

- зрительных залов;
- вестибюля, фойе, кулуаров, музея;
- тиристорных, светопроекторных, звукоаппаратных, аппаратных звукорежиссера, светоаппаратных, кабин для диктора и переводчиков;
- артистических уборных, репетиционных залов, комнат для занятий артистов и музыкантов, творческого персонала и художественного руководства, административно-хозяйственных помещений, помещений для работы кружков, технической связи и радиовещания, производственных мастерских в соответствии с требованиями СН 4.02.03.

6.1.18 При проектировании зрительного зала и сцены (см. 6.1.5) следует предусматривать устройство вытяжной вентиляции с естественным побуждением.

При этом необходимо предусматривать мероприятия, исключающие возможность неорганизованного поступления наружного воздуха в залы через вытяжные шахты.

В танцевальном зале, в репетиционных помещениях и аудиториях допускается предусматривать устройство вытяжной вентиляции с естественным побуждением.

6.1.19 Самостоятельные системы вытяжной вентиляции следует предусматривать для помещений:

- курительных;
- санитарных узлов;
- трюма;
- подсобных при буфетах;
- тиристорной;
- светопроекторной, звукоаппаратной, аппаратной звукорежиссера и светоаппаратной, кабин диктора и переводчиков;
- холодильной станции;
- мастерских;
- складов;
- аккумуляторных.

Вентиляцию курительных и санитарных узлов допускается объединять в одну систему.

При проектировании зданий общедосуговых клубов и клубов I типа допускается проектировать только естественную вытяжную вентиляцию из всех помещений, кроме зрительного зала, кинопроекторной и аккумуляторной.

6.1.20 Помещение для размещения вентиляционного оборудования, оборудования систем кондиционирования воздуха, компрессорных, холодильных установок не допускается располагать непосредственно за ограждающими конструкциями зрительного зала.

6.1.21 Не допускается предусматривать устройство вентиляционных каналов в стенах, разделяющих зрительный зал и проекционную, а также в стенах, разделяющих зрительные залы многозальных зданий.

6.1.22 Тепловые пункты и вводы в зданиях клубов допускается размещать непосредственно в помещениях машинных залов и в вентиляционных камерах.

6.2 Водоснабжение и канализация

6.2.1 Общие здания и сооружения должны быть оборудованы системами хозяйственно-питьевого, противопожарного и горячего водоснабжения, канализацией и водостоками в соответствии с требованиями СН 4.01.03, СН 2.02.02 и настоящих строительных норм.

6.2.2 На каждом этаже магазинов в помещениях для хранения уборочного инвентаря должны быть предусмотрены раковины, трапы, а также краны холодной и горячей воды.

6.2.3 В универсамах с торговой площадью 8500 м² и более, а также в продовольственных магазинах с торговой площадью 1000 м² и более в торговых залах следует предусматривать трапы и поливочные краны для мокрой уборки полов.

6.2.4 Прокладка трубопроводов внутренней канализации в помещениях для приема, хранения и подготовки товаров к продаже не допускается.

6.2.5 Помещения для подготовки продовольственных товаров к продаже следует оборудовать раковинами и моечными ваннами.

6.2.6 Шлюз при камере пищевых отходов следует оборудовать мойкой для мытья бачков и раковиной.

6.3 Электроснабжение и электротехнические устройства

6.3.1 Общие здания и сооружения должны быть снабжены системами электрооборудования (искусственного освещения и силового электрооборудования), устройствами связи (телефонизацией, эфирными радиоприемниками, телефикацией, домофонной связью, локальными вычислительными сетями) и диспетчеризации инженерного оборудования, а также системами электрочасофикации, молниезащиты и заземления устройств связи и диспетчеризации в соответствии с СН 4.04.01, СН 4.04.02, ТКП 336, ТКП 339, при этом целесообразно учитывать [12].

6.3.2 В зданиях и сооружениях клубов следует предусматривать системы электроснабжения, силового электрооборудования и электрического освещения в соответствии с требованиями СН 4.04.01, СН 4.04.02, СН 2.02.03 и настоящих строительных норм. Электрическое освещение помещений зданий клубов следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-153, при этом целесообразно учитывать [12].

6.3.3 Электротехнические установки магазинов должны соответствовать требованиям настоящих строительных норм, СН 4.04.01, СН 4.04.02, ТКП 45-2.04-153 и других ТНПА, при этом целесообразно учитывать [12].

6.3.4 По обеспечению надежности электроснабжения электроприемники магазинов относятся к категории:

I – электроприемники технических средств противопожарной защиты (автоматические системы пожарной сигнализации и установки пожаротушения, системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, противодымная вентиляция, пожарные насосные и т. п.); охранная сигнализация при торговой площади более 2000 м²;

II – остальные токоприемники при торговой площади 250 м² и более;

III – электроприемники магазинов с торговой площадью до 250 м².

6.3.5 Для объектов, строящихся за счет средств частных инвесторов и собственных средств предприятий, допускается повышение категорийности электропитания согласно перечню, предоставляемому заказчиком.

6.3.6 Следует предусматривать одно общее вводно-распределительное устройство (далее – ВРУ) или главный распределительный щит (далее – ГРЩ) для приема электроэнергии от городской сети и распределения ее потребителям. В магазинах следует предусматривать специальное помещение для размещения ВРУ или ГРЩ.

6.3.7 Электрощитовые не допускается размещать под помещениями с мокрыми процессами (кроме кухонь квартир). В электрощитовых следует предусматривать электроосвещение, вентиляцию, температура воздуха должна быть не ниже 5 °С.

6.3.8 Установку устройств защитного отключения следует предусматривать в соответствии с требованиями СН 4.04.01 и по ГОСТ 30331.3.

6.3.9 Молниезащиту зданий следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 336.

6.4 Газоснабжение

Системы газоснабжения общественных зданий и сооружений следует проектировать в соответствии с требованиями СН 4.03.01.

Приложение А

Перечень функционально-типологических групп общественных зданий, сооружений и помещений общественного назначения

А.1 Здания учреждений образования, воспитания и подготовки кадров:

- 1) дошкольные учреждения общего типа, специальные, санаторные и учебно-педагогические комплексы (ясли-сад-школа, детский сад-школа);
- 2) общеобразовательные учреждения: начальные, базовые, средние школы, специальные общеобразовательные школы, специальные школы закрытого типа, вечерние (сменные) школы, гимназии, лицеи, школы-интернаты, санаторные школы-интернаты;
- 3) специальные общеобразовательные и вспомогательные школы (школы-интернаты) для детей с особенностями психофизического развития;
- 4) учебные заведения профессионального образования: высшие, средние специальные и профессионально-технические учебные заведения;
- 5) учебные заведения для подготовки и переподготовки рабочих кадров;
- 6) институты повышения квалификации;
- 7) учебные заведения последипломного обучения;
- 8) внешкольные учреждения.

А.2 Здания научно-исследовательских учреждений, проектных, общественных организаций и управления:

- 1) научно-исследовательские институты;
- 2) проектные и конструкторские организации;
- 3) редакционно-издательские организации;
- 4) учреждения органов государственного управления;
- 5) здания информационных центров;
- 6) конторы (офисы);
- 7) общественные организации;
- 8) банки и небанковские кредитно-финансовые организации, организации страхования;
- 9) здания судов;
- 10) предприятия почтовой связи;
- 11) архивы, кроме помещений архивохранилищ;
- 12) пожарные депо.

А.3 Здания и сооружения учреждений здравоохранения и отдыха:

- 1) лечебно-профилактические организации, поликлиники, амбулатории, женские консультации и фельдшерско-акушерские пункты;
- 2) лечебные учреждения со стационаром, аптеки, молочные кухни, бальнео- и грязелечебницы;
- 3) санатории, санатории-профилактории;
- 4) детские реабилитационно-оздоровительные центры;
- 5) учреждения отдыха и туризма.

А.4 Физкультурно-оздоровительные и спортивные здания и сооружения:

- 1) открытые физкультурно-оздоровительные и спортивные сооружения;
- 2) крытые физкультурно-оздоровительные и спортивные здания и сооружения;
- 3) физкультурно-оздоровительные и спортивные комплексы.

А.5 Здания культурно-просветительных и зрелищных учреждений:

- 1) библиотеки и медиатеки, кроме помещений книгохранилищ;
- 2) музеи и выставки;
- 3) клубы общего профиля, дома и дворцы культуры, центры культуры и досуга, специализированные клубы и др.;
- 4) зрелищные учреждения (театры, концертные залы, кинотеатры, цирки и др.).

А.6 Здания предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания:

- 1) розничные торговые объекты;
- 2) торговые объекты общественного питания;
- 3) предприятия бытового обслуживания, предназначенные для непосредственного обслуживания населения: дома мод, дома бытовых услуг (дома быта), ателье, мастерские, фотоателье, парикмахерские салоны, приемные пункты, пункты проката, предприятия стирки белья и химической чистки одежды, бани и банно-оздоровительные комплексы.

А.7 Здания предприятий транспорта, предназначенные для непосредственного обслуживания населения:

- 1) вокзалы всех видов транспорта;
- 2) конторы обслуживания пассажиров и транспортные агентства, кассовые павильоны.

А.8 Здания предприятий коммунального хозяйства, кроме производственных, складских и транспортных зданий и сооружений:

- 1) здания учреждений гражданских обрядов, похоронные бюро;
- 2) жилищно-эксплуатационные предприятия;
- 3) гостиничные предприятия, мотели и кемпинги;
- 4) общественные уборные.

А.9 Многофункциональные здания и комплексы, включающие помещения различного назначения.

Приложение Б

Перечень объектов социально-культурного и коммунально-бытового назначения

Б.1 Объекты социально-культурного назначения

Б.1.1 Здания учреждений образования, воспитания и подготовки кадров:

- дошкольные учреждения общего типа, специальные, санаторные и учебно-педагогические комплексы (ясли-сад-школа, детский сад-школа);
- общеобразовательные учреждения: начальные, базовые, средние школы, специальные общеобразовательные школы, специальные школы закрытого типа, вечерние (сменные) школы, гимназии, лицеи, школы-интернаты, санаторные школы-интернаты;
- специальные общеобразовательные и вспомогательные школы (школы-интернаты) для детей с особенностями психофизического развития;
- учебные заведения профессионального образования: высшие, средние специальные и профессионально-технические учебные заведения;
- учебные заведения для подготовки и переподготовки рабочих кадров;
- институты повышения квалификации;
- учебные заведения последипломного обучения;
- внешкольные учреждения.

Б.1.2 Здания и сооружения учреждений здравоохранения и отдыха:

- лечебно-профилактические организации, поликлиники, амбулатории, женские консультации и фельдшерско-акушерские пункты;
- лечебные учреждения со стационаром, аптеки, молочные кухни, бальнео- и грязелечебницы;
- санатории, санатории-профилактории;
- детские реабилитационно-оздоровительные центры;
- учреждения отдыха и туризма.

Б.1.3 Физкультурно-оздоровительные и спортивные здания и сооружения:

- открытые физкультурно-оздоровительные и спортивные сооружения;
- крытые физкультурно-оздоровительные и спортивные здания и сооружения;
- физкультурно-оздоровительные и спортивные комплексы.

Б.1.4 Здания и сооружения культурно-просветительных и зрелищных учреждений:

- библиотеки и медиатеки, кроме помещений книгохранилищ;
- музеи и выставки;
- клубы общего профиля, дома и дворцы культуры, центры культуры и досуга, специализированные клубы и др.;
- зрелищные учреждения (театры, концертные залы, кинотеатры, цирки, зоопарки и др.);
- культовые здания и сооружения.

Б.1.5 Административные здания:

- городские, районные, областные исполнительные комитеты, центры общественно-политической деятельности;
- здания судов;
- здания управлений внутренних дел;
- учреждения органов государственного управления.

Б.2 Объекты коммунально-бытового назначения

Б.2.1 Здания предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания:

- розничные торговые объекты;
- торговые объекты общественного питания;
- предприятия бытового обслуживания, предназначенные для непосредственного обслуживания населения: дома мод, дома бытовых услуг (дома быта), ателье, мастерские, фотоателье, парикмахерские салоны, приемные пункты, пункты проката, предприятия стирки белья и химической чистки одежды, бани и банно-оздоровительные комплексы.

Б.2.2 Здания предприятий коммунального хозяйства, кроме производственных, складских и транспортных зданий и сооружений:

- учреждения гражданских обрядов, похоронные бюро;
- жилищно-эксплуатационные предприятия;
- гостиничные предприятия, мотели и кемпинги;
- общественные уборные.

Примечание – К объектам социально-культурного и коммунально-бытового назначения относятся также многофункциональные здания и комплексы согласно А.9 (приложение А), включающие объекты, указанные в Б.1 и Б.2.

Приложение В

Правила определения общей, полезной и расчетной площади, площади помещений, строительного объема, площади застройки и этажности общественных зданий

В.1 Общую площадь общественных зданий определяют как сумму площадей всех этажей. Площадь этажей определяют в пределах внутренних отделанных поверхностей наружных стен на уровне пола без учета плинтусов. В общей площади учитывают площадь антресолей, переходов в другие здания, лоджий, веранд, галерей и балконов. Площадь многосветных помещений (атриумов), лифтовых и других шахт следует включать в общую площадь здания в пределах только одного этажа.

Площадь мансардного этажа измеряется в пределах внутренних поверхностей наружных стен и стен мансарды, смежных с пазухами чердака, и учитывается с понижающим коэффициентом 0,7 на участках в пределах высоты наклонного потолка (стены): при угле наклона 30° – до 1,5 м; при 45° – до 1,1 м; при 60° и более – до 0,5 м. При других углах наклона ограничения высоты определяют с помощью интерполяции.

В.2 Общую площадь помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания или встроенно-пристроенных к ним, следует определять как сумму площадей помещений, входящих в их состав.

Площадь помещений следует определять по их размерам, измеряемым между отделанными поверхностями стен и перегородок на уровне пола (без учета плинтусов).

В.3 Полезную площадь общественных зданий определяют как сумму площадей всех размещаемых в нем помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т. п., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов.

В.4 Расчетную площадь общественных зданий определяют как сумму площадей всех размещаемых в нем помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей.

В расчетную площадь здания включается площадь коридоров, используемых в качестве рекреационных помещений в зданиях учебных заведений, больниц, санаториев, домов отдыха, кинотеатров и клубов и других учреждений, а также коридоров, предназначенных для отдыха и ожидания.

В расчетную площадь здания включают площадь радиоузлов, коммутационных, подсобных помещений при эстрадах и сценах, площадь киноаппаратных, ниш шириной не менее 1 м и высотой 1,8 м и более (за исключением ниш инженерного назначения), а также встроенных шкафов (за исключением встроенных шкафов инженерного назначения).

В.5 В общую, полезную и расчетную площадь здания не включаются площади подполья, в том числе технического подполья, неиспользуемого чердака, технического чердака и междуэтажного пространства для прокладки коммуникаций, при высоте от пола до низа выступающих конструкций перекрытий менее 1,8 м, а также наружных открытых лестниц и пандусов.

В.6 Строительный объем общественных зданий определяют как сумму строительного объема выше отметки $\pm 0,00$ (надземная часть здания) и ниже этой отметки (подземная часть здания).

Строительный объем надземной и подземной частей здания определяют в пределах ограничивающих поверхностей с включением ограждающих конструкций, световых фонарей, куполов и др., начиная с отметки чистого пола каждой из частей здания, без учета выступающих архитектурных деталей и элементов конструкций, портиков, террас, балконов, объема проездов и пространства под зданием на опорах (в чистоте), а также подпольных каналов и подполий под зданиями.

В.7 Площадь застройки общественных зданий определяют как площадь горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя, включая

выступающие части. В площадь застройки включают площадь под зданием, расположенным на опорах, а также проезды под зданием.

В.8 При определении этажности общественных зданий учитывают все надземные этажи, в том числе технический этаж, мансардный, а также цокольный этаж, если верх его перекрытия находится выше средней планировочной отметки земли не менее чем на 2 м.

При различном числе этажей в разных частях здания, а также при размещении здания на участке с уклоном, когда за счет уклона увеличивается число этажей, этажность определяют отдельно для каждой части здания.

Технический этаж, расположенный над верхним этажом, при определении этажности здания не учитывают.

Приложение Г

Перечень помещений общественных зданий, размещение которых допускается в подвальных и цокольном этажах

Г.1 В подвальных этажах допускается размещать следующие помещения (за исключением случаев, оговоренных в ТКП 45-2.02-315):

- бойлерные; насосные водопровода и канализации; камеры вентиляционные и кондиционирования воздуха; узлы управления и другие помещения для установки и управления инженерным и технологическим оборудованием зданий; машинное отделение лифтов;

- вестибюль, при устройстве выхода из него наружу через первый этаж; гардеробные, уборные, умывальные, душевые; курительные; раздевательные; кабины личной гигиены женщин;

- кладовые и складские помещения (кроме помещений для хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и газов), помещения для хранения или выдачи спецодежды, респираторные;

- помещения хранения контейнеров, уборочного инвентаря;

- помещения предприятий общественного питания;

- мастерские;

- кабинеты охраны труда и пожарной безопасности;

- прачечные спецодежды, помещения: химической чистки, восстановления пропитки спецодежды (за исключением технологических процессов с использованием легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ)), обезвреживания спецодежды (за исключением технологических процессов с использованием ЛВЖ и ГЖ), обеспыливания, сушки и ремонта спецодежды;

- комплексные приемные пункты бытового обслуживания; помещения для посетителей, демонстрационные залы, съемочные, залы фотостудии с лабораториями; помещения пунктов проката; залы семейных торжеств;

- бани – в зданиях класса Ф3.6;

- радиоузлы, кинофотолаборатории; помещения для замкнутых систем телевидения;

- книгохранилища; архивохранилища;

- магазины – в подземных и цокольных этажах, с обеспечением естественным освещением в соответствии с ТКП 45-2.04-153, по расчету помещения (административные помещения) с постоянными рабочими местами (возможно устройство световых приемков, световодов);

- кинотеатры, зрительные залы кинотеатров с количеством мест до 300; выставочные залы; помещения для кружковых занятий взрослых, фойе;

- тир, спортзалы, боулинги, кегельбаны;

- залы игровых автоматов, помещения для настольных игр, репетиционные залы (при количестве посетителей одновременно в каждом отсеке не более 100 чел.). При этом следует предусматривать отделку стен и потолков из негорючих материалов;

- трюм сцены;

- дискотеки вместимостью не более 50 пар танцующих;
- помещения для сбора и упаковки макулатуры.

Г.2 В цокольных этажах допускается размещать следующие помещения:

- помещения, размещение которых допускается в подвалах;
- бюро пропусков, справочные, сберегательные и другие кассы; транспортные агентства;
- служебные и конторские помещения;
- бассейны;
- помещения копировально-множительных служб;
- бани.

Г.3 В цокольном этаже, пол которого расположен ниже планировочной отметки тротуара или отмостки не более чем на 0,5 м, допускается размещать любые помещения.

Г.4 При размещении в подвальном или цокольном этаже общественных зданий гаражей легковых автомобилей следует руководствоваться требованиями СН 3.02.03.

Приложение Д

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях общественных зданий

Таблица Д.1 – Помещения общественных зданий административного назначения*

Наименование помещения	Объем наружного приточного воздуха, не менее	
	в рабочее время (в режиме обслуживания)	в нерабочее время (в режиме простоя), об/ч
Рабочие помещения сотрудников	20 м ³ /(ч·чел.) (4 м ³ /(ч·м ²))	0,2
Кабинеты	3 м ³ /(ч·м ²)	0,2
Конференц-залы, залы совещаний	20 м ³ /ч на 1 чел.	0,2
Курительные	10 об/ч	0,5
Туалеты	25 м ³ /ч на один унитаз (10 об/ч)	0,5
Душевые	20 м ³ /ч на одну сетку	0,2
Умывальные	20 м ³ /ч	0,2
Кладовые, архивы	0,5 об/ч	0,5
Помещения технического обслуживания здания:		
без выделения вредных веществ	1,0 об/ч	0,2
с вредными веществами	По расчету на ассимиляцию вредных веществ	0,5
* Требования распространяются на помещения учреждений органов государственного управления – научно-исследовательских институтов, редакционно-издательских организаций (за исключением типографий), проектных и конструкторских организаций, конторы (офиса), в зданиях высотой до 50 м, относящиеся к классу по функциональной пожарной опасности Ф4.3 по ТКП 45-2.02-315.		
<i>Примечание</i> – В скобках указаны допустимые значения.		

Таблица Д.2 – Зрительные залы театров и кинотеатров (параметры воздуха в зонах размещения зрителей)

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч		Дополнительные указания
		Приток	Вытяжка	
Зрительный зал вместимостью 800 мест и более с эстрадой, вместимостью до 600 мест и более со сценой: в кинотеатрах* в театрах	16 20	По расчету, но не менее 20 м³/ч наружного воздуха на одного зрителя		В холодный период года: для проектирования отопления кинотеатров* – 14 °С, театров – 16 °С; для проектирования вентиляции расчетная температура воздуха – 16 °С (театров – 20 °С); относительная влажность – от 40 % до 45 % при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б** В теплый период года – не выше 25 °С (для кинотеатров* – не выше 26 °С); относительная влажность – от 40 % до 45 % при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б**
Зрительный зал вместимостью до 800 мест с эстрадой, вместимостью до 600 мест со сценой: в кинотеатрах* в театрах	16 20	По расчету, но не менее 20 м³/ч наружного воздуха на одного зрителя		В холодный период года: для проектирования отопления кинотеатров* – 14 °С, театров – 16 °С; для проектирования вентиляции расчетная температура воздуха – 16 °С (театров – 20 °С). В теплый период года – не более чем на 3 °С выше температуры наружного воздуха по параметрам А**
Сцена, аръерсцена, карман	22	–	–	–
* В случаях, когда в кинотеатрах не предусматривается гардероб для зрителей.				
** Справочная информация по расчетным параметрам указана в СН 4.02.03.				
<i>Примечание</i> – В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.				

Таблица Д.3 – Помещения клубов*

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч		Примечания
		Приток	Вытяжка	
Кассовый и входной вестибюли	12	2	–	При объединении кассового вестибюля с входным расчетную температуру следует принимать равной 16 °С
Распределительный вестибюль	16	2	–	При объединении входного вестибюля с распределительным расчетную температуру следует принимать равной 16 °С
Фойе и кулуары	18	По расчету		–

Фойе-зал массовых мероприятий	16	По расчету, но не менее 20 м ³ /ч наружного воздуха на одного посетителя		—
Буфет (с подсобными помещениями)	18	—	5	—
Курительная	16	Через смежные помещения	10 Вытяжка из двух зон: верхней – 2/3, нижней – 1/3 расчетного обмена	—
Санитарные узлы (уборные) для посетителей	16	Через смежные помещения	100 м ³ /ч на один унитаз, 50 м ³ /ч на один напольный или один настенный писсуары	—
Помещение обслуживающего персонала, помещение при эстраде, комната художника	18	2	3	—
Гардеробная, подсобное помещение при выставочном зале (фондохранилище музея)	16	—	2	—
Кабины кассиров и кабинет дежурного администратора	18	3	—	—
Зрительный зал вместимостью 800 мест и более с эстрадой или вместимостью 600 мест и более со сценой	20	По расчету, но не менее 20 м ³ /ч наружного воздуха на одного зрителя		В холодный период года: расчетная температура воздуха для проектирования отопления – 16 °С; для проектирования вентиляции – 20 °С; относительная влажность от 40 % до 45 % при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б** В теплый период года: расчетная температура воздуха – не выше 25 °С; относительная влажность – от 50 % до 55 % при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б**
Зрительный зал вместимостью до 800 мест с эстрадой или вместимостью до 600 мест со сценой	20	По расчету, но не менее 20 м ³ /ч наружного воздуха, а в теплый период года – не более 80 м ³ /ч подаваемого в помещение воздуха на одного зрителя		В холодный период года: расчетная температура воздуха для проектирования отопления – 16 °С; для проектирования вентиляции – 20 °С В теплый период года расчетная температура воздуха не более чем на 3 °С выше температуры наружного воздуха по параметрам А**

Основная игровая часть сцены, арьерсцена, карман	22	—	—	См. 6.1.5
Трюм	16	—	5	Вытяжка – периодического действия
Кабины диктора, переводчиков, помещения для занятий артистов, студия звукозаписи, выставочный зал (музей)	18	3	3	—
Звукоаппаратная, аппаратная звукорежиссера, аппаратная перевода, светоаппаратная, перемоточная	18	По расчету, но не менее двукратного воздухообмена		Для проектирования отопления – 16 °С
Тиристорная	18	По расчету, но не менее трехкратного воздухообмена		Для проектирования отопления – 16 °С. Организация воздухообмена – по технологическому заданию
Кинопроекционная, светопроекционная, рирпроекционная, проекционная при аудитории	16	3	3	Обеспечение допустимой температуры воздуха в помещениях (нижний предел – 18 °С) при рабочем режиме помещения предусматривают средствами приточной вентиляции. Местный отсос от проекторов с ксеноновыми лампами мощностью, кВт: 1–300 м³/ч; 3–600 м³/ч; 5–800 м³/ч; 10–1200 м³/ч
Агрегатная охлаждения кинопроекторов, насосная хозяйственного водоснабжения, щитовая	15	—	2	—
Комната киномеханика, мастерская киномеханика, книгохранилище с фондом открытого доступа	18	—	2	—
Щитовая электроприводов	15	По расчету		—
Помещения для артистов (артистические уборные)	20	2	3	С учетом вытяжки из санитарных узлов и душевых
Костюмерные	18	—	1,5	—
Гримерно-парикмахерские	20	3	5	—
Помещения для занятий музыкантов, настройки инструментов, работы кружков	18	2	2	—
Помещения для отдыха музыкантов, рабочих сцены	18	3	4	—

Репетиционные залы	16	3, но не менее 60 м ³ /ч наружного воздуха на одного занимающегося	3	Обеспечение допустимой температуры воздуха в помещениях (нижний предел – 18 °С) при рабочем режиме помещения предусматривают средствами приточной вентиляции
Помещения для административно-хозяйственного персонала; помещения для настольных игр, зал библиотеки, место выдачи книг	18	2	1,5	–
Аппаратные технологической связи, звукозаписи, АТС и телевизионный полустационар	16	2	2	Обеспечение допустимой температуры воздуха в помещениях (нижний предел – 18 °С) при рабочем режиме помещения предусматривают средствами приточной вентиляции
Кладовые санитарно-технических материалов и электромеханического оборудования, инвентаря, материальный склад	16	–	1	–
Гостиная	18	–	3	–
Помещения для игровых автоматов, бильярдная	16	3	5	Обеспечение допустимой температуры воздуха в помещениях (нижний предел 18 °С) при рабочем режиме помещения предусматривают средствами приточной вентиляции
Танцевальный зал, зал для физкультурно-оздоровительных занятий	16	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч наружного воздуха на одного посетителя		–
Кафе-бар	18	3	5	–
Зимний сад	16	1	–	–
Подсобное помещение при баре	18	1	2	–
Подсобное помещение при танцевальном зале, при аудитории	16	–	1	–
Методический кабинет	18	1	–	–
Читальный зал	18	3	2	–
Санитарно-гигиенические:				
санитарные узлы	16	–	50 м ³ /ч на один прибор	–
душевые	25	–	30 м ³ /ч на одну кабину	–
Комната личной гигиены женщин	23	–	5	–
Художественно-производственные мастерские:				Местный отсос от клееварок – по технологическому заданию
живописно-декорационная	18	2	3	
бутафорская, столярная	16	3	3	

Фотолаборатория, мастерская слесарно-механическая, ремонтно-поделочная, электромеханическая	16	2	3	Местный отсос от верстака для пайки, точильных аппаратов и другого технологического оборудования
Склады объемных и станковых декораций, бутафории, мебели и реквизита, костюмов	15	—	1	—
Машинный зал отопительно-вентиляционного оборудования	15	По СН 4.02.03		—
Холодильная станция	15	По СН 4.02.03		—
Помещения щелочной аккумуляторной и хранения электролита	15	2	3	—
Помещения кислотной аккумуляторной	15	8	10	—
* Требования распространяются на помещения клубов общего профиля, центров культуры и досуга, специализированных клубов. ** Справочная информация по расчетным параметрам указана в СН 4.02.03.				
Примечания 1 При проектировании вентиляции следует исходить из общего количества мест в зрительном зале. 2 При определении количества приточного воздуха, подаваемого в распределительный вестибюль, фойе и кулуары, следует учитывать объем воздуха, удаляемого из смежных помещений, не имеющих приточной вентиляции. 3 Воздухообмен в помещении доготовочной буфета в фойе зрительного зала вместимостью 800 мест и более следует проверять по расчету на удаление избытков тепла. 4 Параметры А и Б следует принимать в соответствии с СН 4.02.03. 5 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.				

Таблица Д.4 – Помещения физкультурно-оздоровительных и спортивных зданий и сооружений

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
1 Спортивные залы с местами для более 800 зрителей, крытые катки с местами для зрителей	18* °С в холодный период года при относительной влажности от 30 % до 45 % и расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б**; не выше 26 °С (на катках – не выше 25°С) – в теплый период года при относительной влажности не более 60 % (на катках – не более 55 %) и расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б**	По расчету, но не менее 80 м³/ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м³/ч – на одного зрителя	
2 Спортивные залы с местами для 800 и менее зрителей	18* °С в холодный период года. Не более чем на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха по параметрам А** в теплый период года (для IV климатического района – по поз. 1 настоящей таблицы)	По расчету, но не менее 80 м³/ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м³/ч – на одного зрителя	
3 Залы ванн бассейнов (в том числе для оздоровительного плавания и обучения не умеющих плавать) с местами для зрителей или без них***	На 1 °С–2 °С выше температуры воды в ванне	По расчету, но не менее 80 м³/ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м³/ч – на одного зрителя	

4 Спортивные залы без мест для зрителей	15*	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч на одного занимающегося	
5 Крытые катки без мест для зрителей	14*	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч наружного воздуха на одного занимающегося	
6 Залы для подготовительных занятий в бассейнах, хореографические классы и залы гребных бассейнов	18*		
7 Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий	18	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч наружного воздуха на одного занимающегося	
8 Помещения для индивидуальной силовой или акробатической подготовки, для индивидуальной разминки перед соревнованиями в демонстрационных залах для легкой атлетики, мастерские, насосно-фильтровальная	16	2	3 (в мастерской местные отсосы – по заданию на проектирование)
9 Стрелковые галереи и огневые зоны крытых тиров	18*	Из расчета компенсации вытяжки	600 и 1200 м ³ /ч на одно стрелковое место при стрельбе из малокалиберного и крупнокалиберного оружия соответственно
10 Стрелковые галереи полуоткрытых тиров (при наличии стены с бойницами)			
11 Вестибюли-грелки катков и лыжных баз для массового катания	16	20 м ³ /ч на одного посетителя	–
12 Вестибюли для занимающихся в бассейнах	20	2	–
13 Гардеробная верхней и домашней одежды (для занимающихся и зрителей)	16	–	2
14 Раздевальные (в том числе при массажных и банях сухого жара)	25	По балансу с учетом душевых	2 (из душевых)
15 Душевые	25	5	10
16 Массажные	25	4	5
17 Камера бани сухого жара	120****	–	5 (периодического действия при отсутствии людей)
18 Учебные классы, методические кабинеты, помещения для отдыха занимающихся (кроме бассейнов), стрелковые кабинеты, комнаты инструкторского и тренерского состава, для судей, прессы, административного и инженерно-технического состава	18	3	2,5
19 Помещения для отдыха занимающихся в бассейнах	22	3	3

20 Санитарные узлы: общего пользования (для зрителей) для занимающихся (при раздевальнях) индивидуального пользования	16 20 16	— — —	100 м ³ /ч на один унитаз или писсуар 50 м ³ /ч на один унитаз или писсуар 25 м ³ /ч на один унитаз или писсуар
21 Умывальные при санитарных узлах общего пользования	16	—	За счет санитарных узлов
22 Инвентарные при залах	15	—	1
23 Помещение для стоянки машин по уходу за льдом (с приемком для сброса и растопки снежной стружки)	10	По балансу из зрительного зала	10 (1/3 из верхней зоны и 2/3 – из нижней)
24 «Боксы» – помещения в тирах для переодевания и хранения оружия и боеприпасов для отдельных команд (без душевых), бытовые помещения для рабочих, охраны общественного порядка, спасателей, лаборатория для химического и бактериологического анализа в бассейнах	18	2	3 (в лаборатории местные отсосы – по заданию на проектирование)
25 Помещение для чистки оружия	18	—	2
26 Помещение для ожидания в тирах	18	2	2
27 Помещение охраны в тирах, дежурного администратора на лыжных базах для массового катания	18	—	1
28 Кладовые и складские помещения: с постоянным пребыванием обслуживающего персонала с кратковременным пребыванием обслуживающего персонала	16 10	— —	2 1
29 Помещение для получения и сдачи лыж	16	—	1
30 Помещение для хранения лодок (эллинг)	—	—	0,5
31 Помещение для холодильных машин	16	4	5
32 Хлораторные в бассейнах	16	10	12
33 Склады: реагентов, хозяйственных химикатов и красок оружия боеприпасов хлора	10 16 5 5	— — — 10	2 2 1 12
34 Помещение для приготовления дезинфицирующих растворов (в том числе дибромантина)	16	3	3

35 Хлораторные с применением электролизных установок напорного типа (с электролизом циркуляционной воды)	16	2	2
36 Помещение для хранения и выдачи напрокат ботинок с коньками и лыжных ботинок	18	2	3
37 Помещения для сушки спортивной одежды	22	2	3
* В целях экономии в нерабочее время в данных помещениях следует предусматривать снижение температуры воздуха в пределах до 5 °С учетом восстановления нормируемой температуры воздуха к началу рабочего времени. Выбор системы отопления в данных помещениях (воздушное, водяное и др.) определяется технико-экономическим обоснованием. ** Справочная информация по расчетным параметрам указана в СН 4.02.03. *** Решение системы воздухообмена в залах ванн бассейнов должно исключать образование застойных зон при преобладании вытяжки над притоком в объеме не более 0,5-кратного обмена воздуха в 1 ч. Расчетная температура в зоне нахождения зрителей может быть снижена до 20 °С. **** Обеспечивается технологическим оборудованием от самостоятельного источника энергии.			
Примечания 1 В помещениях, не указанных в таблице, температуру воздуха и кратность воздухообмена следует принимать по требованиям соответствующих норм. 2 Расчетное число зрителей в зале при проектировании систем вентиляции следует принимать исходя из 100 %-ного заполнения зрительских мест. 3 Расчетная температура воздуха приведена в таблице (кроме поз. 1 и 2) для рабочего времени в холодный период года. В теплый период года температура в помещениях не должна выходить за пределы допустимой, при этом следует учитывать СН 4.02.03. 4 В период, когда спортивные залы или крытые катки с местами для зрителей (см. поз. 1 и 2) используются для учебно-тренировочных занятий (без присутствия зрителей), расчетная температура воздуха в них (в холодный период года) должна приниматься как для спортивных залов и крытых катков без мест для зрителей (см. поз. 4 и 5). 5 В спортивных залах и крытых катках с местами для зрителей (поз. 1 и 2) расчетная температура воздуха, приведенная в настоящей таблице для холодного периода года, может быть выдержана только в зоне размещения мест для зрителей, а в зоне нахождения занимающихся (соребнующихся) температура может приниматься согласно поз. 4 и 5 для спортивных залов и крытых катков без мест для зрителей соответственно. 6 При проектировании спортивных залов, предназначенных для проведения физкультурно-оздоровительных занятий, расчетную температуру в них следует принимать как для спортивных залов. 7 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.			

Таблица Д.5 – Помещения магазинов

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Торговые залы магазинов с торговой площадью до 250 м ² включ.:			
продовольственных	12	—	1
универсальных и непродовольственных	15	—	1
Торговые залы магазинов с торговой площадью св. 250 м ² :			
продовольственных	12	По расчету	
универсальных и непродовольственных	15		
Разрубочная	10	3	4
Разгрузочные помещения	10	По расчету	
Помещения для подготовки товаров к продаже (при размещении в отдельном помещении), комплекточные, смотровой зал, приемочные, экспедиции	16	2	1

Помещения демонстрации новых товаров (при размещении в отдельном помещении)	16	2	2
Гладильные	16	По расчету	
Кладовые (неохлаждаемые):			
хлеб, кондитерские изделия	16	–	0,5
гастрономия, рыба, молоко, фрукты, овощи, соленья, вина, пиво, напитки	8	–	1
обувь, парфюмерия, товары бытовой химии, химикаты	16	–	2
прочие товары	16	–	0,5
Камера для мусора (неотапливаемая)	–	–	1
Помещения для хранения упаковочных материалов и инвентаря	8	–	1
Комната врача	20	1	1
Бельевая	18	–	0,5
Мастерские, лаборатории	18	2	2
Охлаждаемые камеры:			
мясо, полуфабрикаты, гастрономия	0	–	–
рыба	–2	–	–
фрукты, овощи, напитки, кондитерские изделия	4	4*	4*
мороженое, пельмени и т. п.	–12	–	–
пищевые отходы	2	–	10
Машинное отделение с воздушным охлаждением	По расчету		
Машинные отделения охлаждаемых камер с водяным охлаждением	5	2	3
Помещения приема и выдачи заказов	12	–	1
Помещения приема стеклянной тары	16	–	1

* Периодически.

Примечания

- 1 Расчетная температура для охлаждаемых камер принята на все периоды года.
- 2 В кладовых с химическими, синтетическими или другими пахучими веществами, а также при размещении, подготовке товаров к продаже на площади кладовых и при наличии постоянных рабочих мест следует предусматривать подачу приточного воздуха (для постоянно работающих – из расчета 60 м³/ч на одно рабочее место).
- 3 При размещении площади для дополнительного обслуживания в торговом зале расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена следует принимать не ниже указанных для торговых залов. Для помещений дополнительного обслуживания – кафетериев, сок-баров и др. (кроме помещений приема и выдачи заказов), в том числе и для их подсобных помещений, расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена следует принимать по ТНПА с соответствующими требованиями.
- 4 Дежурное отопление в торговых залах магазинов должно быть рассчитано на температуру воздуха в торговом зале 10 °С, в торговых залах рынков – 5 °С.
- 5 При размещении помещений магазинов в подземных этажах следует предусматривать системы механической приточно-вытяжной вентиляции с воздухообменом в торговых залах не менее 30 м³/ч на 1 чел., в служебно-бытовых помещениях – не менее 60 м³/ч на 1 чел.
- 6 Естественную вентиляцию следует предусматривать в торговых залах рынков площадью до 600 м² или при объеме помещения на 1 чел. не менее 20 м³, независимо от площади торгового зала. В остальных случаях следует предусматривать приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением и двукратным воздухообменом.
- 7 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.6 – Помещения предприятий почтовой связи

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Помещения с ПЭВМ, рабочее место оператора	18	1,5	1,5
Операционные залы предприятий почтовой связи	18	1,5	1,5

Цеха (участки) обмена, обработки посылок, страховой почты, печати	16	По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым параметрам в летний период (по температуре и влажности), но не менее производительности местных отсосов	По расчету на ассимиляцию теплоизбытков по допустимым параметрам в летний период (по температуре и влажности)
Цех (участок) обработки письменной корреспонденции, экспедирования периодических изданий и товаров	18	По расчету по допустимым параметрам в летний период (по температуре и влажности)	
Кладовая хранения посылок	14	3	3
Участок оформления дефектных посылок	18	3	4
<i>Примечание</i> – В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.			

Таблица Д.7 – Помещения учебных заведений профессионального образования*

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена за 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории без выделения вредных веществ (неприятных запахов), залы курсового и дипломного проектирования, читальные залы вместимостью до 30 мест включ., служебные помещения	18	20 м³ на одно место	
Аудитории, лаборатории без выделения вредных веществ (неприятных запахов), читальные залы, залы курсового и дипломного проектирования вместимостью более 30 мест, конференц-залы, актовые залы	18	20 м³ на одно место	
Лаборатории и другие помещения с выделением вредных и радиоактивных веществ, моечные при лабораториях с вытяжными шкафами	18	По расчету, в соответствии с технологическими требованиями по заданию на проектирование	
Лаборатории с приборами повышенной точности	20	По расчету, в соответствии с технологическими требованиями по заданию на проектирование	
Моечные лабораторной посуды без вытяжных шкафов	18	4	6
Вестибюли и рекреации	16	–	–
Гардероб в отдельном помещении	16	–	2
* Требования распространяются на помещения высших и средних специальных учебных заведений (кроме профессионально-технических), учебных заведений последиplomного обучения, институтов повышения квалификации.			
<i>Примечания</i> 1 Для помещений, не указанных в таблице, расчетные параметры следует принимать согласно нормативам, соответствующим функциональному назначению помещений. 2 Самостоятельные системы вытяжной вентиляции следует предусматривать для аудиторий, лабораторий без выделения вредных веществ (неприятных запахов), залов курсового и дипломного проектирования, читальных залов вместимостью более 30 мест, спортивных залов, актовых залов, учебных театров, концертных залов, киноаппаратных, столовых, медицинских помещений, санитарных узлов. 3 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.			

Таблица Д.8 – Помещения организаций государственного санитарного надзора

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч		Категория по чистоте
		Приток	Вытяжка	
I Подразделение радиологического контроля				
Лабораторные помещения	18	3	5	Г
II Микробиологическая лаборатория, лаборатория диагностики ВИЧ/СПИД				
1 Помещения врачей и лаборантов, комнаты для занятий	18	1,5	1,5	Ч
2 Лабораторные помещения	18	2	3	Г
3 Препараторская	18	2	3	Г
4 Помещения для серологических исследований, посевные, помещения для экспресс-диагностики	18	5	6	Г
5 Боксы	18	6	5	Ч
6 Предбоксы	18	—	10	Г
7 Помещения энтомологии, для гельминтологических исследований, средоразливочные	18	5	6	Г
8 Моечные:				
без моечной машины	18	5	6	Г
с моечной машиной	18	3	5	Г
9 Стерилизационные, автоклавные	18	1	3	Г
10 Термальные комнаты	По требованию технологии. Внутренняя температура воздуха обеспечивается технологическим оборудованием			
11 Комнаты для приема, регистрации, сортировки и выдачи результатов анализов	18	1	3	Г
III Вирусологическая лаборатория и лаборатория диагностики особо опасных инфекций				
1 Помещения для идентификации респираторных, энтеральных вирусов, для приготовления культуры тканей:				
а) рабочие комнаты врачей и лаборантов	18	5	6	Г
б) боксы для идентификации предбоксы	18	5	6	Ч
в) боксы для приготовления культуры тканей	18	6	5	Г
предбоксы	18	6	5	Ч
предбоксы	18	—	10	Г
2 Помещения для идентификации арбовирусов:				
а) рабочие комнаты врачей и лаборантов	18	5	6	Г
б) боксы	18	5	6	Г
в) предбоксы	18	—	10	Г
3 Комнаты для проведения бактериологических исследований, комнаты для обработки ловушек и приготовления приманок, вскрывочные	18	3	6	Г
4 Комнаты для заражения грызунов (биопробная)	18	8	10	Г
Примечания				
1 В приведенных помещениях не допускается наличие естественной вентиляции.				
2 Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях Центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья и Центра гигиены и эпидемиологии, не приведенные в настоящей таблице, следует принимать по ТНПА.				
3 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.				

Таблица Д.9 – Помещения домов бытовых услуг, ателье, мастерских, приемных пунктов

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
1 Демонстрационный зал	18	2	2
2 Костюмерная	16	–	1,5
3 Зал для проведения семейных мероприятий	16	3	3
4 Бильярдная	16	2	3
А Производственные			
5 Изготовление и ремонт одежды, головных уборов и трикотажных изделий: изготовление и ремонт легкого платья, верхней одежды, головных уборов, ремонт трикотажных изделий гофре и плиссе, скорняжные работы	18 18	По расчету на удаление тепловых избытков 2 2	
6 Изготовление и ремонт обуви и кожаной галантереи	15	По расчету	
7 Химическая чистка и крашение одежды: срочная химическая чистка одежды химическая чистка с самообслуживанием техническое помещение для обезжиривающих машин лаборатория срочное выведение пятен стирка белья с самообслуживанием, срочная стирка сорочек	16 16 16 18 16 16	По расчету на удаление и разбавление вредных веществ до предельно допустимой концентрации То же 4 15 2 3 8 10 По расчету на удаление тепловых избытков и влаговыведений	
8 Ремонт металлоизделий, бытовых электроприборов, часов, ремонт фото- и киноаппаратуры, оптики, музыкальных инструментов, переплетные работы	18	2	3
9 Ремонт радиоаппаратуры и телевизоров	18	4	5
10 Фотографии	18	1	2
11 Обработка фотоматериалов: черно-белых цветных	18 18	2 8	3 10
12 Ремонт изделий из пластмасс, ювелирные и граверные работы	18	1	2
13 Прокат предметов домашнего обихода и культурно-бытового назначения	18	1	2
14 Парикмахерские с числом рабочих мест: до 3 включ. св. 3 » 5 » » 5 в том числе помещения для сушки волос	18 18 18 18	– 1 2	1 2 3
15 Студии звукозаписи (зал звукозаписи, аппаратная записи, кабинет перезаписи)	18	2	2
16 Машинописное бюро	18	3	3
17 Бюро обслуживания	18	1	2
18 Прием вторичного сырья	16	–	1
19 Хранение вторичного сырья, сортировка, упаковка	16	–	1
20 Кладовая товаров	5	–	1
21 Комната персонала	18	–	1
Б Кладовые			
22 Разгрузочные	16	1	–

В Для посетителей		
23 Прихожие, ожидающие	18	По балансу со смежными помещениями
Примечания 1 При определении воздухообмена в производственных помещениях по расчету температуру воздуха в помещениях следует принимать в соответствии с гигиеническими нормативами. 2 На предприятиях с нормируемой площадью до 200,0 м ² допускается предусматривать вытяжную вентиляцию с естественным побуждением, если отсутствуют вытяжные системы местных отсосов. 3 В производственных помещениях с избытками явного тепла следует предусматривать отопление для поддержания температуры в помещениях 10 °С. 4 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.		

Таблица Д.10 – Помещения бань

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Вестибюль с гардеробными	18	2	–
Ожидальные	18	2	1
Раздевальные	25	2,5	2
Мыльные	30	8	9
Тамбуры между мыльной и раздевальной	25	10	–
Душевые (с открытыми кабинами)	25	10	11
Парильные	40	–	1
Парильные сухого жара (сауны)	100	–	5 (периодического действия – при отсутствии людей)
Ванные кабины (закрытые)	25	6	7
Душевые кабины (закрытые)	25	10	11
Помещения купально-плавательных бассейнов	26	По расчету	
Помещения оздоровительных душей	26	10	11
Помещения оздоровительных ванн	25	5	4
Массажные	22	2	3
Фотарии	25	По расчету	
Комнаты отдыха	22	3	3
Парикмахерские	18	–	2
Мастерские мелкого ремонта одежды	16	–	1
Буфеты, кафе	18	2	3
Кабинет врача	20	–	1
Комнаты обслуживающего персонала	18	–	1
Комната приема пищи	18	–	1
Кладовые	15	–	1
Уборные при раздевальных	20	–	50 м ² на каждый унитаз
Помещения для запасных уравнильных баков для воды	5	–	0,5
Насосно-фильтровальные	16	2	3
Коагуляционные	10	–	2
Хлораторные	16	10	12
Электролизные	16	10	12
Хлораторные с применением электролизных напорного типа (с электролизом циркуляционной воды)	16	2	2

Склады: баллонов с хлором реагентов, хозяйственных химикатов и краски	5 10	5* —	12 2

* Кроме того, должен быть предусмотрен естественный приток воздуха не менее чем в однократном объеме в 1 ч.

Примечания

1 Для возмещения вытяжки из ванных и душевых кабин следует предусматривать поступление воздуха в них через раздевальные при кабины. Для этой цели в верхней части перегородок ванных и душевых кабин следует предусматривать решетки или сетки.

2 При теплотехнических расчетах наружных ограждающих конструкций температуру воздуха в парильных необходимо принимать равной 65 °С.

3 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.11 – Помещения прачечных

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Цех приема белья:			
помещение приема, метки, учета, сортировки и хранения белья	17	4	5
ожидальная	17	7	6
Стиральный цех		По расчету, но не менее:	
помещения:			
стирки, полоскания и отжима	15	10	13
приготовления технологических растворов	15	2	3
хранения стиральных материалов	15	1	1
лаборатория	18	4	6
Сушильно-гладильный цех	15	По расчету, но не менее:	
		6	5
Цех разборки, починки и упаковки белья	18	1	1
Цех выдачи белья			
помещения:			
хранения белья	17	1	1
выдачи белья	17	1	1
ожидальная	17	2	—
Помещение запасных уравнительных баков	5	—	0,5
Диспетчерская	18	1	1
Аппаратная	15	1	1
Ремонтно-механическая мастерская	17	1	1
Приемный пункт			
помещения:			
приема, сортировки и хранения грязного белья	18	5	5
разборки и хранения чистого белья	18	—	1
Мини-прачечная, оборудованная машинами стирки, отжима и сушки	15	2	3
Примечания			
1 В таблице приведена температура воздуха в помещениях, принимаемая при проектировании отопления.			
2 При теплотехнических расчетах ограждающих конструкций зданий прачечных следует принимать фактическую температуру воздуха (для холодного периода года) в помещениях стирального цеха – 20 °С, сушильно-гладильного цеха – 22 °С.			
3 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.			

Таблица Д.12 – Помещения для обслуживания посетителей и производственные помещения объектов питания

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Зал, раздаточная	+16	По расчету	
Аванзал, холл, вестибюль	+16	2	–
Помещения музыкальных автоматов, видеовоспроизводящей аппаратуры	+16	3	5
Банкетный зал, отдельные кабинеты, буфет, бар, коктейль-бар	+16	3	3
Помещения отдыха посетителей, помещение игр, кабинет врача	+18	2	2
Гардероб	+16	–	2
Дамская комната при гардеробе	+18	–	2
Курительная*	+16	–	10
Туалеты, санитарные узлы	+16	–	50 м ³ /ч на один унитаз или на один писсуар
Горячий цех, помещение выпечки кондитерских изделий	+5 (для расчета дежурного отопления)	По расчету	
Цеха: доготовочный, холодный, мясной, рыбный, обработки зелени, овощной	+18	3	4
Помещение подготовки яиц	+18	3	5
Помещения для резки хлеба, для подготовки мороженого, сервизная, подсобная	+18	1	1
Помещения для мучных изделий, помещения отделки кондитерских изделий, бельевая, цех приготовленияпельменей	+18	1	2
Моечные: столовой, кухонной посуды, тары полуфабрикатов	+18	По расчету, но не менее:	
		4	6
Пищевая технологическая лаборатория	+16	2	2

* В курительной 2/3 воздуха удаляется из верхней зоны, 1/3 – из нижней.

Примечание – В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.13 – Помещения приема и хранения продуктов, служебные и бытовые помещения объектов питания

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Кладовые сухих продуктов, инвентаря, винно-водочных изделий; помещение для хранения пива	+12	–	1
Кладовая овощей, солений; кладовая тары	+5	–	2
Загрузочная (приемочная)	+16	3	–
Машинное отделение охлаждаемых камер с водяным охлаждением агрегатов	+16	3	4
Охлаждаемые камеры для хранения:			
мяса	0	–	–
рыбы	–2	–	–
молочно-жировых продуктов, гастрономии	+2	–	–
полуфабрикатов, в том числе высокой степени готовности	0	–	–
овощей, фруктов, ягод, напитков	+4	4	4
пищевых отходов	+2	–	10
Шлюз при камере пищевых отходов	+5	–	–

Разгрузочные помещения	+10	По расчету	
Помещение заведующего производством	+18	2	–
Артистическая, помещение для хранения музыкальных инструментов, радиоузел	+16	1	1
Кабинет директора; касса; помещения официантов, персонала, кладовщика	+18	1	1
Ремонтная мастерская	+16	2	3
Гардероб персонала	+16	–	1
Комната личной гигиены	+23	–	3
Душевые	+25	–	75 м³/ч на одну душевую сетку
Туалеты	+16	–	50 м³/ч на один унитаз или на один писсуар

Примечания

1 Указанные значения температуры воздуха помещений (кроме охлаждаемых камер) являются расчетными при проектировании систем отопления.

2 В охлаждаемых камерах указанную температуру следует поддерживать круглосуточно в течение всего года.

3 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.14 – Помещения банков и небанковских кредитно-финансовых организаций

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Операционный и кассовый залы	18	По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков, но не менее двукратного воздухообмена	
Общие рабочие комнаты, операционные кассы (кассовые кабины), касса пересчета металлической монеты	18	2	2 но не менее 30 м³/чел.
Помещение для совещаний и переговоров	18	3	3
Касса перерасчета банкнот	18	2	2
Помещения средств вычислительной техники (СВТ), серверный центр	18	По расчету на ассимиляцию тепловлагоизбытков	
Помещения средств связи, ксерокопирования	18	3	3
Кабинеты и приемные	18	1,5	1,5
Архивы, кладовые бланков, кладовая оборудования и инвентаря, кладовые расходных и упаковочных материалов*	18	1,5	1,5
Ремонтные мастерские	18	2	2
Комната для приема пищи, буфет	16	3	4
Помещение для хранения личных вещей кассиров	18	–	1,5
Предкладовая и кладовая ценностей, сейфовая комната**	18–25	3	3
Комнаты для хранения оружия и боеприпасов, заряжания и чистки оружия	16	2	2
Боксы для разгрузки (погрузки) инкассаторских автомобилей	10	3	3
Санитарные узлы	16	–	50 м³/ч на каждый унитаз или писсуар
Вестибюль	16	2	–
Помещения гардеробных	16	–	2

* В архивах, кладовых бланков, оборудования и инвентаря, расходных и упаковочных материалов относительная влажность воздуха должна быть не более 60 %.

** В кладовых ценностей и в сейфовых комнатах относительная влажность воздуха должна быть в пределах от 45 % до 60 %.

Примечания

1 При расчете воздухообмена в операционных и кассовых залах, в объеме которых находятся зоны для учетно-операционных работников, зоны кассовых кабин и зоны клиентов, следует учитывать присутствие клиентов из расчета по 3 чел. на каждого работника, обслуживающего клиентов.
 2 Для помещений СВТ, а также для операционного и кассового залов при устройстве вентиляции с искусственным побуждением, следует предусматривать самостоятельные вытяжные системы. Для остальных помещений вытяжные системы komponуются на основе требований соответствующих норм.
 3 В местах выделения вредных газов должны быть предусмотрены местные отсосы (устройство для разогрева сургуча в предкладовой и др.).
 4 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.15 – Помещения санаторных школ-интернатов

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха, °С
Спальное	От 18 до 20
Игровое	От 20 до 21
Спортивный зал	От 15 до 18
Раздевальная при спортивном зале	От 19 до 23
Актный зал, кинозал	От 17 до 20
Помещение для кружковой деятельности, помещение для детского творчества	От 18 до 21
Умывальные	От 20 до 23
Санитарный узел	От 19 до 21
Душевая	Не ниже 25
Актный зал, лекционная аудитория, киноаудитория	От 17 до 20
Помещение медицинского назначения	От 21 до 23

Примечания

1 В ингалятории предусматривают самостоятельную приточно-вытяжную вентиляцию, обеспечивающую при индивидуальной ингаляции четырехкратный обмен воздуха в 1 ч, при групповой – десятикратный обмен воздуха в 1 ч.
 2 Подсобные помещения необходимо оборудовать вытяжными шкафами.
 3 В местах выделения вредных газов должны быть предусмотрены местные отсосы (устройство для разогрева сургуча в предкладовой и др.).
 4 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.16 – Помещения санаторных школ-интернатов

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Объем или кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Туалетная комната	21	–	1,5
Залы для занятий музыкой и для гимнастических занятий	19	–	1,5
Буфетная	16	–	1,5
Помещение с ванной бассейна	33	В объеме вытяжки	По расчету, но не менее 50 м³/ч на одного ребенка
Медицинское помещение	22	–	1
Служебно-бытовое помещение	18	–	1
Пищевой блок	15	В объеме вытяжки	5
Постирочная	18	5	5
Гладильная	16	5	5
Физиотерапевтический кабинет, кабинет массажа	28	–	1,5

Помещения для врачей-специалистов, педагогов и персонала	20	–	По расчету
Примечания 1 В игровых и групповых помещениях, размещаемых на первом этаже, температура поверхности пола в холодный период должна быть не ниже 22 °С. 2 Подвижность воздуха в залах с ваннами не должна превышать 0,2 м/с, относительная влажность воздуха должна быть от 50 % до 60 %. 3 В угловых помещениях расчетная температура воздуха должна быть на 2 °С выше указанной в таблице. 4 Объем или кратность воздухообмена в помещениях санаторных школ-интернатов необходимо предусматривать: – в спортивных залах – не менее 80 м³/ч на 1 чел. (по притоку и вытяжке); – в зрительном зале и кинозале – не менее 20 м³/ч на 1 чел. (по притоку и вытяжке); – в спальнях и кружковых помещениях – полуторакратный обмен воздуха в 1 ч. 5 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.			

Таблица Д.17 – Помещения дошкольных учреждений

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Объем воздуха или кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Игровая, приемная для детей младшей ясельной группы	23	–	1,5
Групповая, раздевальная для детей второй группы раннего возраста и первой младшей группы	22	–	1,5
Групповая, раздевальная для детей: второй младшей группы	21	–	1,5
	20	–	1,5
Спальня для детей: ясельных групп	21	–	1,5
	19	–	1,5
Туалетная для детей: ясельных групп	22	–	1,5
	20	–	1,5
Залы для музыкальных и гимнастических занятий	19	–	1,5
Буфетная	16	–	1,5
Бассейн для обучения детей плаванию	33	В объеме вытяжки	По расчету, но не менее 50 м³/ч на одного ребенка
Медицинское помещение	22	–	1
Служебно-бытовое помещение	18	–	1
Кухня	15	В объеме вытяжки	По расчету
Постирочная	18	5	5
Гладильная	16	5	5
Физиотерапевтический кабинет, кабинет массажа	28	–	1,5
Примечания 1 В игровых и групповых помещениях, размещаемых на первом этаже здания, температура поверхности пола в зимний период должна быть не ниже 22 °С. 2 Подвижность воздуха в залах с ванными не должна превышать 0,2 м/с, относительная влажность должна быть от 50 % до 60 %. 3 В угловых помещениях расчетная температура воздуха должна быть на 2 °С выше указанной в таблице. 4 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.			

Таблица Д.18 – Помещения учреждений внешкольного воспитания и обучения*

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Объем воздуха или кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Зрительный зал, лекторий	16	20 м³/ч на 1 чел.	
Артистическая	20	—	1,5
Костюмерная, склад декораций	15	—	1
Фойе, вестибюль	18	2	—
Помещения для выставок и музеев	18	—	1
Кружковые помещения и лаборатории:			
с площадью 4,5 м² и более на 1 чел.	18	—	—
с площадью менее 4,5 м² на 1 чел.	18	—	1,5
зоологии и животноводства, агрохимии и почвоведения, полеводства, овощеводства, цветоводства, садоводства	18	—	3
уголок живой природы	15	—	5
Фотолаборатория, просмотровая	18	—	2
Спортивный зал и зал хореографии	15	80 м³/ч на 1 чел.	
Помещения для занятий хора и духового оркестра	18	20 м³/ч на 1 чел.	
Библиотека, комнаты администрации и общественных организаций	18	—	1
Душевая	25	—	5
Раздевальная:			
при душевых	22	—	1,5
при спортивном зале	20	—	1,5
Санитарный узел	18	В объеме вытяжки из душевых 50 м³/ч на один унитаз и 23 м³/ч на один писсуар	
Зал бассейна для обучения плаванию	30	По расчету	
Зал бассейна для учебно-тренировочного плавания	27	По расчету	
Студия живописи	18	20 м³/ч на 1 чел.	
Рекреационные помещения	18	—	
Умывальные в отдельном помещении	22	—	1
Киноаппаратная	16	По объему вытяжки от кинопроекторов	

* Требования распространяются на детско-подростковые клубы по месту жительства, центры внешкольной работы, дворцы (дома) детей и молодежи, центры технического творчества, эколого-биологические центры, центры художественного творчества, школы искусств, детские музыкальные школы, центры туризма и краеведения, детско-юношеские клубы физической подготовки.

Примечания

1 Необходимость проектирования локализирующих укрытий, а также объемы удаляемого от них воздуха, определяются технологической частью проекта.

2 При наличии вытяжных шкафов следует обеспечивать дополнительное удаление необходимого объема воздуха.

3 В угловых кабинетах, кружковых помещениях и лабораториях расчетную температуру воздуха следует принимать на 2 °С выше указанной в таблице.

4 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Таблица Д.19 – Помещения гимназий, лицеев, общеобразовательных специализированных учреждений*

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха в помещениях в холодный период года, °С	Объем воздуха или кратность воздухообмена в 1 ч	
		Приток	Вытяжка
Класс, учебный кабинет, лаборатория	18 – с обычным остеклением; 21 – с ленточным остеклением	16 м³/ч на 1 чел.	

Учебная мастерская	15	20 м ³ /ч на 1 чел.	
Мастерские живописи и рисунка, скульптуры	18	20 м ³ /ч на 1 чел.	
Актовый зал – лекционная аудитория, класс пения и музыки – клубная комната	18	20 м ³ /ч на 1 чел.	
Учебно-спортивный зал, студия хореографии	15	80 м ³ /ч на 1 чел.	
Учительская, кружковое помещение	18	–	1,5
Библиотека, кабинет администрации, комната отдыха	18	–	1
Кабинет врача (медицинская комната)	22	–	1,5
Рекреационное помещение	16	–	–
Душевая	25	–	5
Раздевалочные:			
при спортивном зале	20	–	1,5
при душевых	22	В объеме вытяжки из душевых	
Санитарный узел	18		
		50 м ³ /ч на один унитаз 25 м ³ /ч на один писсуар	
Умывальная в отдельном помещении	22	–	1
Гардеробная и кладовая одежды и обуви	16	–	1,5
Вестибюль	16	2	–
Столовая:			
горячий цех	5 в нерабочее время	По расчету	
холодный, доготовочный, мясной, рыбный, овощной цеха	16		
		3	4
Моечная столовой и кухонной посуды	20	4	6
Кладовая овощей	5	–	2
Кладовая сухих продуктов	12	–	2
Загрузочная – тарная	16	–	–
Обеденный зал	16	Не менее 20 м ³ /ч на одно посадочное место	
Киноаппаратная	16	По объему вытяжки от кинопроекторов	
Фотолаборатория, кинофотолаборатория, технический центр, просмотрная	18	–	2
Уголок живой природы	15	–	5
Помещение для выставок и музеев	18	–	1
Кружковые помещения и лаборатории:			
площадью 4,5 м ² и более на 1 чел.	18	–	1
площадью менее 4,5 м ² на 1 чел.	18	–	1
зоологии и животноводства, агрохимии и почвоведения, полеводства, овощеводства, цветоводства, садоводства	18	–	1
Помещение для занятий хора и духового оркестра	18	20 м ³ /ч на 1 чел.	–

* Требования распространяются на помещения гимназий, лицеев, общеобразовательных учреждений, в которых реализуется музыкальное, художественное, театральное, хореографическое, спортивное и иной направленности обучение.

Примечания

- 1 При расчете систем воздушного отопления на одного учащегося в учебном помещении следует принимать: тепловыделения – 70 Вт, влаговыведения – 45 г/ч.
- 2 В классных помещениях для I–IV классов и в угловых кабинетах, комнатах отдыха (спальнях-игровых) расчетную температуру воздуха следует принимать на 2 °С выше указанной в таблице.
- 3 Объем удаляемого воздуха от вытяжного химического шкафа следует принимать в количестве 1100 м³/ч.
- 4 Клееварни должны быть оборудованы местной вытяжкой и несгораемыми укрытиями, локализирующими тепловыделение.
- 5 Необходимость проектирования локализирующих укрытий, а также объемы удаляемого от них воздуха определяются технологической частью проекта.
- 6 При наличии вытяжных шкафов следует обеспечивать дополнительное удаление необходимого объема воздуха.
- 7 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.

Помещения детских реабилитационно-оздоровительных центров

Кратность воздухообмена в данных помещениях должна быть:

- в спортивных залах – 80 м³/ч на 1 чел. (приток, вытяжка);
- в классах, кабинетах, лабораториях – 16 м³/ч на 1 чел. (приток, вытяжка);
- в актовом зале, киноаудитории – не менее 20 м³/ч на 1 чел. (приток, вытяжка);
- в кружковых помещениях – полутора кратный обмен в 1 ч (вытяжка);
- в спальнях помещений – полутора кратный обмен в 1 ч.

Помещения организаций отдыха и туризма

Кратность воздухообмена в номерах гостиниц на одно место приведена в таблице Е.20.

Таблица Д.20

Класс гостиницы	«*****»	«****»	«***»	«**»	«*»
Кратность воздухообмена, м ³ /ч	50	50	40	30	30
Примечания 1 При проектировании вытяжной вентиляции с естественным побуждением следует принимать однократный воздухообмен. 2 В машинных помещениях лифтов расчетная температура воздуха для холодного периода года должна составлять 5 °С, максимальная температура воздуха – 40 °С. Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения (вытяжку) принимают по расчету, но не менее 0,5.					

Кратность воздухообмена в оздоровительных лагерях должна быть:

- в спортивных залах – 80 м³/ч на 1 чел. (приток, вытяжка);
- в зрительном зале, кинозале – не менее 20 м³/ч на 1 чел. (приток, вытяжка);
- в спальнях, кружковых помещениях – полутора кратный обмен в 1 ч.

Относительная влажность в спальнях помещений должна быть в пределах от 30 % до 60 %, в помещениях пищеблока, бассейна – от 60 % до 70 %.

Здания и помещения специальных общеобразовательных и вспомогательных школ (школ-интернатов) для детей с особенностями психофизического развития (далее – специальные и вспомогательные школы-интернаты)

В помещениях с постоянным пребыванием детей (жилые комнаты, досуговые помещения) должен быть обеспечен полутора кратный воздухообмен в 1 ч.

Системы отопления и вентиляции, конструкция здания должны обеспечивать нормативное качество воздуха согласно ГОСТ 12.1.005 и оптимальный микроклимат во всех помещениях. Температура воздуха в помещениях должна быть дифференцирована в зависимости от возраста детей и назначения помещения. Влажность воздуха в помещениях допускается поддерживать бытовыми устройствами.

Допустимые параметры микроклимата в отопительный период в жилых и досуговых помещениях: температура воздуха – от 18 °С до 22 °С; относительная влажность – от 30 % до 60 %; скорость движения воздуха – не более 0,25 м/с.

Воздухообмен в школьных столовых следует рассчитывать с учетом поглощения тепловых избытков, выделяемых технологическим оборудованием кухни. Подачу приточного воздуха в производственные помещения пищеблока следует предусматривать через обеденный зал. Объем подаваемого воздуха должен быть не менее 20 м³/ч на одно обеденное место, при этом следует учитывать СН 4.02.03.

Библиография

[1] Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности» от 18 июня 2019 г. № 198-З

[2] СанПиН от 11.10.2017 № 91 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к санитарно-защитным зонам организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 № 91

- [3] СанПиН от 15.05.2012 № 48 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к системам водоотведения населенных пунктов»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15.05.2012 № 48
- [4] СанПиН от 30.12.2009 № 142 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы Республики Беларусь «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.12. 2009 № 142
- [5] СанПиН от 20.08.2015 № 95 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы Республики Беларусь «Требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.08.2015 № 95
- [6] СанПиН от 16.11.2011 № 115 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы Республики Беларусь «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.11.2011 № 115
- [7] СанПиН от 06.12.2013 № 121 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к инфразвуку на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.12.2013 № 121
- [8] Гигиенический норматив «Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки»
Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 6 декабря 2013 г. № 121
- [9] Гигиенический норматив «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий»
Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26 декабря 2013 г. № 132
- [10] СанПиН от 26.12.2013 № 132 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.12.2013 № 132
- [11] НПБ 14-2004 Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Лифты пожарные. Общие технические требования
Утверждены приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 29 октября 2004 г. № 221
- [12] Правила устройства электроустановок. ПУЭ (6-е издание, переработанное и дополненное), 2006 г.
- [13] СанПиН от 28.08.2012 № 132 Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих торговлю пищевой продукцией»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.08.2012 № 132

[14] СанПиН от 24.08.2012 № 130 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 24.08.2012 № 130

[15] СанПиН от 15.06.2012 № 73 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство мяса и мясной продукции»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15.06.2012 № 73

[16] СанПиН от 24.08.2012 № 129 Санитарные нормы и правила Республики Беларусь «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство рыбной продукции»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 24.08.2012 № 129

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СН 3.02.03-2019

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. ГАРАЖИ-СТОЯНКИ АВТОМОБИЛЕЙ

СТАНЦЫІ ТЭХНІЧНАГА АБСЛУГОЎВАННЯ ТРАНСПАРТНЫХ СРОДКАЎ. ГАРАЖЫ-СТАЯНКІ АЎТАМАБІЛЯЎ

Издание официальное

Минск 2020

УДК 725.012.1:629.3.082.5(083.74)

Ключевые слова: станция технического обслуживания транспортных средств, категории автомобилей, гаражи-стоянки, стоянки автомобилей, планировочные и конструктивные решения, инженерные системы, системы противопожарного водоснабжения, системы отопления, вентиляции и противодымной защиты, основные положения по эксплуатации

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: Р. В. Глинистый, Б. Н. Корниевич

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 2.02 «Пожарная безопасность»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (взамен ТКП 45-3.02-25-2006 (02250) и ТКП 45-3.02-241-2011 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения и сокращения
 - 3.1 Термины и определения
 - 3.2 Сокращения
- 4 Общие положения
- 5 Гаражи-стоянки и стоянки
 - 5.1 Основные требования
 - 5.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения
 - 5.3 Инженерные системы и оборудование
 - 5.4 Автоматическое пожаротушение и автоматическая пожарная сигнализация
- 6 Станции технического обслуживания транспортных средств
 - 6.1 Основные требования
 - 6.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения
 - 6.3 Габариты помещений, приближения и расстояния
 - 6.4 Инженерные системы и оборудование
- Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. ГАРАЖИ-СТОЯНКИ АВТОМОБИЛЕЙ

СТАНЦЫІ ТЭХНІчнага абслугоўвання ТРАНСПАРТНЫХ СРОДКАЎ. ГАРАЖЫ-СТАЯНКІ АЎТАМАБІЛЯЎ

Service station vehicle.
Garage parking cars

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Область применения

Настоящие строительные нормы распространяются на станции технического обслуживания транспортных средств, гаражи-стоянки и стоянки, предназначенные для хранения механических транспортных средств (автобусов, автомобилей, мотоциклов,

мотороллеров) (далее – ТС) всех категорий (далее – гаражи-стоянки, стоянки) и устанавливают нормы их проектирования.

Настоящие строительные нормы не распространяются на гаражи-стоянки и стоянки, предназначенные для хранения механических транспортных средств, перевозящих взрывчатые, ядовитые, инфицирующие и радиоактивные вещества, фекальные жидкости и твердые бытовые отходы.

Требования настоящих строительных норм не распространяются на проектирование пожарных депо и гаражей-стоянок, размещаемых на земельных участках зданий класса функциональной пожарной опасности (далее – класса) Ф1.4 и земельных участках граждан в садоводческих кооперативах.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:

СН 2.02.01-2019 Здания и сооружения. Отсеки пожарные

СН 2.02.02-2019 Противопожарное водоснабжение

СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений

СН 3.02.02-2019 Общественные здания

СН 4.01.01-2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий

СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

СН 4.03.01-2019 Газораспределение и газопотребление

СН 4.04.02-2019 Системы связи и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий

СН 5.08.01-2019 Кровли

ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки

ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.01-155-2009 (02250) Генеральные планы промышленных предприятий. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.02-273-2012 (02250) Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования

ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация. Состав и содержание

ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования

ТКП 253-2010 (02300) Автозаправочные станции. Пожарная безопасность. Нормы проектирования и правила устройства

ТКП 474-2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

СТБ 1944-2009 Светильники. Общие технические условия

СТБ 11.0.02-95 Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность. Общие термины и определения

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности

ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ IEC 60598-1-2013 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний.

3 Термины и определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 газобаллонный автомобиль: Автомобиль с двигателем, работающим на компримированном (сжиженном) природном газе или сжиженном углеводородном газе.

3.1.2 бокс: Часть помещения, предназначенная для хранения не более двух автомобилей, ограниченная ограждающими конструкциями или сетчатым ограждением и оборудованная воротами.

3.1.3 выезд из бокса непосредственно наружу: Выезд, осуществляемый на прилегающую к боксу открытую территорию.

3.1.4 высота надземного гаража-стоянки: Расстояние по вертикали, измеренное от отметки проезжей части ближайшего к зданию проезда до отметки пола верхнего этажа (яруса) здания (сооружения) (части здания, сооружения).

3.1.5 высота подземного гаража-стоянки: Расстояние по вертикали, измеренное от отметки проезжей части ближайшего к зданию проезда до отметки пола нижнего подземного этажа (яруса) здания (части здания).

3.1.6 габаритные размеры транспортного средства: Длина, ширина и высота условного параллелепипеда, в который может быть вписано транспортное средство, включая навесное оборудование (зеркала, фаркоп, крышный багажник, бурильное и крановое оборудование и т. д.).

3.1.7 гараж-стоянка: Место хранения автомобилей, представляющее собой одно- или многоуровневое (многоэтажное) инженерное сооружение (здание).

3.1.8 автоматизированный гараж-стоянка: Гараж-стоянка, в котором автомобили размещают для хранения на ярусах без участия водителя, при этом исключается присутствие водителя в помещении хранения автомобилей.

3.1.9 гараж-стоянка боксового типа: Гараж-стоянка, в котором автомобили хранятся в боксах.

3.1.10 встроенный (встроенно-пристроенный, надстроенный) гараж-стоянка: Гараж-стоянка, помещения (часть помещений) которого размещены в объеме здания другого назначения, имеют общие с ним перекрытия, несущие и (или) ограждающие конструкции.

3.1.11 гараж-стоянка закрытого типа: Гараж-стоянка с наружными ограждающими конструкциями, в том числе гараж-стоянка открытого типа, у которого площадь открытых проемов в наружных стеновых ограждениях по каждой длинной стороне либо одной длинной и двух торцевых сторон гаража-стоянки составляет менее 50 % площади ограждающих конструкций каждого яруса.

3.1.12 механизированный гараж-стоянка: Гараж-стоянка, в котором автомобили размещают для хранения на ярусах без участия водителя, при этом водитель находится в помещении хранения автомобилей.

3.1.13 многоэтажный гараж-стоянка: Гараж-стоянка, размещенный в двух и более этажах.

3.1.14 надземный гараж-стоянка: Гараж-стоянка, все этажи которого являются надземными.

Примечание – Гараж-стоянка при отметке пола этажа (яруса) ниже средней планировочной отметки земли на высоту не более половины высоты помещений относится к надземному.

3.1.5 гараж-стоянка открытого типа: Гараж-стоянка без стенового ограждения или с частичным ограждением, площадь открытых проемов которого в наружных стеновых ограждениях по каждой длинной стороне либо одной длинной и двух торцевых сторон

гаража-стоянки составляет не менее 50 % площади ограждающих конструкций каждого яруса.

Примечание – В гаражах-стоянках открытого типа открытые проемы могут заполняться сетчатым и (или) решетчатым ограждением.

3.1.16 подземный гараж-стоянка: Гараж-стоянка, при отметке пола этажей (ярусов) ниже средней планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещений.

3.1.17 пристроенный гараж-стоянка: Гараж-стоянка, помещения которого имеют общие со зданием другого назначения несущие и (или) ограждающие конструкции (стены).

3.1.18 комбинированный гараж-стоянка: Многоэтажный гараж-стоянка, размещенный как в подземных, так и в надземных этажах.

3.1.19 гараж-стоянка с грузовыми лифтами: Гараж-стоянка, в котором перемещение автомобилей на соответствующий этаж (ярус) осуществляется грузовыми лифтами с участием водителей.

3.1.20 помещение хранения автомобилей: Основное помещение гаража-стоянки, предназначенное для хранения транспортных средств (автобусов, автомобилей, мотоциклов, мотороллеров).

3.1.21 рампа (рамповое устройство): По ТКП 45-2.02-315.

Примечание – Рампа (пандус) может быть открытой(-ым), т. е. не имеющей(-им) покрытия и полностью или частично стеновых ограждений, а также закрытой(-ым), имеющей(-им) стены и покрытие, изолирующие ее (его) от внешней среды.

3.1.22 однопутная рампа: Рампа, имеющая одну полосу для передвижения автомобилей.

3.1.23 двухпутная рампа: Рампа, имеющая две полосы для передвижения автомобилей.

3.1.24 изолированная рампа: Рампа, отделенная от помещения хранения автомобилей противопожарными преградами.

3.1.25 неизолированная рампа: Рампа, не отделенная от помещения хранения автомобилей противопожарными преградами.

3.1.26 стоянка: Оборудованная открытая площадка, предназначенная для хранения автомобилей.

3.1.27 станция технического обслуживания транспортных средств: Комплекс зданий и сооружений (здание, сооружение, их части) с комплектом необходимого оборудования для проведения технического обслуживания, ремонта и диагностики транспортных средств.

3.1.28 технические средства противопожарной защиты: По СТБ 11.0.02.

3.1.29 этаж гаража-стоянки: Часть гаража-стоянки по высоте, ограниченная полом и перекрытием или полом и покрытием.

3.1.30 посадочный этаж: Этаж основного въезда (выезда) автомобилей в гараж-стоянку.

3.1.31 ярус: Площадка для размещения автомобилей в механизированном, автоматизированном и гараже-стоянке открытого типа, ограниченная по высоте одного автомобиля горизонтальными конструкциями, на которых он размещается.

3.2 Сокращения

В настоящих строительных нормах применяют следующие сокращения:

АТП – автотранспортное предприятие;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ЕО – ежедневное обслуживание;

Р – ремонт;

КПГ – компримированный природный газ;
НКПП – нижний концентрированный предел распространения пламени;
СПГ – сжиженный природный газ;
СТО – станция технического обслуживания;
СУГ – сжиженный углеводородный газ;
ТО – техническое обслуживание;
ТР – текущий ремонт;
ТС – транспортное средство;
ЦСП – централизованное специализированное производство для ТО и Р подвижного состава, агрегатов, узлов и деталей.

4 Общие положения

4.1.1 Проектирование СТО ТС, гаражей-стоянок и стоянок следует предусматривать в соответствии с требованиями СН 2.02.01, ТКП 45-3.01-116, ТКП 45-3.01-155, ТКП 45-3.03-227, СН 4.03.01, ТКП 45-4.02-273, ТКП 45-1.02-295, ТКП 45-2.02-315, СН 2.02.02, СН 2.02.03, СН 4.01.03, СН 4.01.01, СН 3.02.02, ТКП 253, СН 4.02.03, а также настоящих строительных норм и других технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА).

В задании на проектирование следует указывать:

- категорию автомобилей по 4.2.3 и ширину проездов в гаражах-стоянках;
- при хранении газобаллонных автомобилей – их количество и категорию по 4.2.3.

4.1.2 Степень огнестойкости, классы функциональной пожарной опасности (далее – классы) зданий и сооружений, типы противопожарных преград, показатели пожарной опасности конструкций и материалов определяют по ТКП 45-2.02-315, категории по взрывопожарной и пожарной опасности (далее – категории) – по ТКП 474.

4.1.3 На территории СТО ТС, гаражей-стоянок и стоянок необходимо предусматривать устройство площадки для установки контейнеров по раздельному сбору твердых бытовых отходов, а также, при необходимости, отработанных масел.

4.1.4 В составе проектов на строительство гаражей-стоянок и стоянок следует разрабатывать раздел «Охрана окружающей среды» в соответствии с ТКП 45-1.02-295.

В составе раздела «Охрана окружающей среды» для всех проектируемых (вновь строящихся или подлежащих реконструкции) гаражей-стоянок и стоянок необходимо проведение расчета валовых выбросов в атмосферу и приземных концентраций вредных веществ в атмосфере.

4.1.5 Размещение гаражей-стоянок и стоянок в пределах водоохранных зон поверхностных водных объектов запрещается без проведения специальных водоохранных мероприятий (включая гидроэкологические исследования), предотвращающих истощение, загрязнение и засорение поверхностных и подземных вод в соответствии [1].

4.1.6 Для гаражей-стоянок и СТО ТС, встроенных в здания иного назначения, а также для зданий (частей зданий) иного назначения, встроенных в здания гаражей-стоянок, класс функциональной пожарной опасности и, соответственно, требования ТНПА к ним следует определять отдельно для гаража-стоянки и (или) СТО ТС и отдельно для зданий (частей зданий) иного назначения.

4.2 Классификация гаражей-стоянок и транспортных средств

4.2.1 Гаражи-стоянки подразделяются на:

- по этажности:
 - одноэтажные;
 - многоэтажные;
- по размещению относительно уровня земли:
 - подземные;
 - надземные;
 - комбинированные;

- по размещению относительно объектов другого назначения:
отдельно стоящие;
встроенные (в том числе встроенно-пристроенные, надстроенные);
пристроенные;
- по виду гаража:
открытого типа;
закрытого типа;
- по организации хранения ТС:
механизированные;
автоматизированные;
с грузовыми лифтами;
боксового типа.

4.2.2 В гаражах-стоянках перемещение ТС может осуществляться:

- с участием водителей:
по рампам;
по наклонным перекрытиям с уклоном не более 6 %;
грузовыми лифтами;
- без участия водителей – механизированными и автоматизированными устройствами.

4.2.3 В зависимости от их габаритных размеров автомобили подразделяют на категории согласно таблице 1.

Таблица 1

Категория автомобиля	Габаритные размеры автомобиля, м	
	по длине	по ширине
I*	До 6 включ.	До 2,1 включ.
II	Св. 6 » 8 »	Св. 2,1 » 2,5 »
III**	» 8 » 12 »	» 2,5 » 2,8 »
IV	» 12	» 2,8

* В том числе мотоциклы с колясками и без колясок, мотороллеры.
** В том числе сочлененные автобусы.

Примечания
1 Категорию автомобиля, габаритные размеры которого по длине или ширине отличаются от приведенных в таблице, следует определять по размеру, относящемуся к большей (по порядку) категории.
2 Категорию автопоездов устанавливают по габаритным размерам автомобилей-тягачей.

Классификация ТС в зависимости от их характеристик приведена в таблице 2.

Таблица 2

Классификация ТС	Характеристика ТС
Легковые автомобили (M1) классов: особо малого малого среднего	Рабочий объем двигателя, л: до 1,2 включ. св. 1,2 » 1,8 » » 1,8 » 3,5 »
Автобусы (M2, M3) классов: особо малого малого среднего большого особо большого	Длина, м: до 5,0 включ. св. 6,0 » 7,5 » » 8,0 » 10,0 » » 10,5 » 12,0 » » 12,0
Грузовые автомобили общего назначения (N1, N2, N3): особо малой грузоподъемности малой грузоподъемности средней грузоподъемности большой грузоподъемности	Полезная нагрузка, т: св. 0,5 до 1,0 включ. » 1,0 » 3,0 » » 3,0 » 5,0 » » 5,0 » 6,0 » » 6,0 » 8,0 »

особо большой грузоподъемности	» 8,0 » 10,0 »
карьерные автомобили-самосвалы	» 10,0 » 16,0 » 30,0 42,0
Прицепы и полуприцепы (ОЗ, О4):	Полезная нагрузка, т:
прицепы одноосные малой и средней грузоподъемности	до 5,0
прицепы двухосные средней и большой грузоподъемности	» 8,0
прицепы одноосные большой грузоподъемности	» 12,0
полуприцепы двухосные особо большой грузоподъемности	» 14,0
полуприцепы многоосные особо большой грузоподъемности	св. 20,0
прицепы и полуприцепы тяжеловозы	» 22,0

5 Гаражи-стоянки и стоянки

5.1 Основные требования

5.1.1 Следует предусматривать не менее двух въездов (выездов) на расстоянии не менее 15 м друг от друга в ограждениях территорий: стоянок на 50 и более автомобилей, гаражей-стоянок боксового типа с выездом из бокса непосредственно наружу, предназначенных для хранения 50 и более автомобилей. На стоянках следует предусматривать дополнительные выезды из расчета один выезд на каждые 200 автомобилей.

Не допускается выезд из гаражей-стоянок боксового типа непосредственно на улицы категорий М, А, Б, В, Г, Д, Е и З по ТКП 45-3.03-227.

5.1.2 Стоянки размещаются:

- на оборудованных площадках на уровне земли;
- на плоской кровле одно- или многоэтажного здания (сооружения);
- над (под) существующими инженерными сетями.

Примечание – Требования по выездом автомобилей и эвакуационным выходам со стоянок, размещаемых на кровле зданий, следует принимать как для этажа гаража-стоянки открытого типа.

Гаражи-стоянки размещаются:

- отдельно стоящими;
- пристроенными к зданиям другого назначения, надстроенными или встроенными в них, в том числе в подземных этажах.

На незастроенной территории подземные гаражи-стоянки размещаются под проездами, улицами, площадями, спортивными площадками, газонами, скверами, линиями электропередачи (вне охранной зоны), вне охранных зон инженерных коммуникаций.

5.1.3 Не допускается:

- встраивать и пристраивать гаражи-стоянки к зданиям классов Ф1–Ф4 IV–V степеней огнестойкости и к зданиям класса Ф5 категорий А и Б, за исключением случаев отделения гаражей-стоянок противопожарными стенами 1-го типа и перекрытиями 1-го типа;
- встраивать и пристраивать гаражи-стоянки к зданиям классов Ф1.1, Ф4.1, за исключением размещения гаражей-стоянок в указанных зданиях на расстоянии не менее 6 м по горизонтали и 8 м по вертикали от помещений, предназначенных для нахождения детей и больных;
- устройство боксов в гаражах-стоянках, встроенных в здания класса Ф1.3.

5.1.4 При въезде в гаражи-стоянки следует предусматривать установку запрещающих знаков, информирующих о высоте и ширине транспортных средств, которые допускается в них хранить.

В гаражах-стоянках, предназначенных для хранения автомобилей, работающих на жидком топливе, и электромобилей следует предусматривать информационное табло о запрете въезда газобаллонных автомобилей.

5.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения

5.2.1 Общие требования

5.2.1.1 Надземные гаражи-стоянки следует проектировать высотой не более 30 м (9 этажей, ярусов), подземные – не более 8 м (2 этажа, яруса). Гаражи-стоянки могут включать в себя как надземные, так и подземные этажи, при этом максимально допустимая высота и количество этажей (ярусов) каждой части не должны превышать значения, указанные в настоящем пункте.

Верхний этаж (ярус) встроенного гаража-стоянки следует располагать на высоте не выше 30 м.

5.2.1.2 В комбинированных гаражах-стоянках требования к подземной и надземной частям здания применяются отдельно для каждой части.

5.2.1.3 Перемещение людей в многоэтажных гаражах-стоянках следует предусматривать:

- по лестничным клеткам, лестницам;
- по специально предусмотренному пешеходному тротуару рампового устройства;
- по магистральным проездам на этажах;
- по магистральным проездам наклонных перекрытий;
- пассажирскими лифтами – при разнице отметок первого и верхнего этажей более 15 м, причем размеры кабины одного из пассажирских лифтов должны обеспечивать транспортирование инвалидов, пользующихся креслами-колясками.

5.2.1.4 В гаражах-стоянках и на стоянках не допускается размещать помещения иного назначения, за исключением:

- а) служебных и бытовых помещений для обслуживающего и дежурного персонала (контрольные и кассовые пункты, диспетчерская, охрана);
- б) помещений технического назначения (для инженерного оборудования и зарядных станций электромобилей), кладовых (для обслуживания гаража, клиентов, а также хранения велосипедов);
- в) санитарных узлов и на посадочном этаже бытовых помещений для инвалидов, пользующихся креслами-колясками;
- г) помещений постов ТО и ТР, диагностирования и регулировочных работ, мойки, шиномонтажа (за исключением гаражей-стоянок, встроенных в здания класса Ф1.3 и общежитий).

Примечание – Помещения, перечисленные в а) и в), мойки, шиномонтажа (без хранения автошин) допускается отделять от помещений хранения автомобилей перегородками и перекрытиями с ненормированными пределом огнестойкости и классом пожарной опасности.

Необходимость в этих помещениях, состав и площадь следует определять в задании на проектирование (с учетом размеров гаражей-стоянок и особенностей их эксплуатации), проектирование их следует выполнять в соответствии с требованиями ТНПА.

Примечание – В гаражах-стоянках и на стоянках разрешается предусматривать места для хранения велосипедов, в том числе выделенные сетчатым и (или) решетчатым ограждением.

В гаражах-стоянках и на стоянках необходимо предусматривать устройство зарядных станций для электромобилей, количество которых должно определяться заданием на проектирование.

5.2.1.5 Размещение помещений постов ТО и ТР, диагностирования и регулировочных работ в подземных этажах гаражей-стоянок не допускается.

5.2.1.6 В надземных этажах гаражей-стоянок въезды в помещения постов ТО и ТР, диагностирования и регулировочных работ должны быть отдельными от въездов в гараж-стоянку.

Гаражи-стоянки закрытого типа относятся к категории В (пожароопасной) по ТКП 474 при выполнении следующих мероприятий:

- оборудование помещений хранения автомобилей системой автоматического контроля воздушной среды (установка газоанализаторов) и системой аварийной вентиляции – в соответствии с СН 4.02.03;

- установка звуковой и световой сигнализации, сблокированной с газоанализаторами в помещениях хранения автомобилей, в помещениях с круглосуточным пребыванием людей по 5.2.1.4, а также со стороны выходов из смежных помещений в гараж-стоянку;

- электроснабжение перечисленных систем по I категории надежности.

В помещениях хранения автомобилей при достижении 20 % нижнего концентрационного предела воспламенения паров (газов) следует предусматривать:

- автоматическое включение звукового и светового сигналов, аварийного освещения вышеуказанных помещений и путей эвакуации из них, в том числе рампы, а также включение световых указателей системы оповещения, приточной вентиляции помещений хранения автомобилей и смежных помещений;

- оповещение звуковой сигнализацией всех работающих в гараже-стоянке о срабатывании системы автоматического контроля воздушной среды;

- отключение в помещении хранения автомобилей и в смежных с ним помещениях всех потребителей электроэнергии, за исключением технических средств противопожарной защиты и оборудования, сблокированных с газоанализаторами до взрывоопасных концентраций.

Изложенные выше мероприятия не предусматриваются при устройстве в помещении хранения автомобилей постоянно действующей механической системы вентиляции с резервным вентилятором и кратностью воздухообмена, обеспечивающей взрывоопасную концентрацию паров (газов) в помещении хранения автомобилей.

Электроснабжение системы вентиляции – по I категории надежности.

Электроустановки помещения хранения автомобилей и смежных с ним помещений должны отвечать следующим требованиям:

- степень защиты светильников по СТБ 1944 и ГОСТ 14254 должна быть не ниже: для ламп накаливания и газоразрядных ламп высокого давления – IP4X; для люминесцентных ламп – IP5X;

- прокладку электропроводок целесообразно осуществлять в соответствии с [2];

- степень защиты оболочки штепсельных розеток по ГОСТ 14254 должна быть не ниже IP43.

Примечание – Гаражи-стоянки боксового типа с выездом из бокса непосредственно наружу разрешается относить к категории В (пожароопасной).

5.2.1.7 Пристроенные, встроенные в здания иного назначения гаражи-стоянки, а также пристроенные, надстроенные, встроенные и встроенно-пристроенные в здания гаражей-стоянок помещения иного назначения (за исключением 5.2.1.4) должны быть отделены противопожарными стенами и перекрытиями 1-го типа.

5.2.1.8 Над проемами, воротами и окнами верхнего этажа гаражей-стоянок открытого типа, встроенных в здания другого назначения, следует предусматривать козырьки из негорючих материалов шириной (вылетом) не менее 1 м и длиной, превышающей ширину проемов, ворот, дверей и окон не менее чем на 0,8 м в каждую сторону. Расстояние от края козырька (с учетом высоты парапета) до низа вышележащих оконных проемов и других воздухозаборных устройств здания иного назначения должно быть не менее 4 м.

Устройство козырьков не требуется при соблюдении одного из условий:

- отсутствие в стене здания другого назначения окон и воздухозаборных устройств на высоте 8 м от верха проемов гаража-стоянки открытого типа;

- устройство в стене здания другого назначения противопожарных окон (2-го типа – в зданиях I–II степеней огнестойкости, 3-го типа – в зданиях III степени огнестойкости)

над проемами встроенного гаража-стоянки открытого типа на высоту до 8 м от верха проемов гаража-стоянки;

– оборудование верхнего этажа гаража-стоянки открытого типа автоматическими установками пожаротушения.

5.2.1.9 Количество въездов (выездов) должно быть, не менее:

– в одноэтажных подземных и надземных гаражах-стоянках для автомобилей II–IV категорий при количестве автомобилей:

до 25 включ. – 1;

от 26 » 100 » – 2;

св. 100 – 2 и дополнительно 1 въезд (выезд) на каждые последующие полные или неполные 100 автомобилей;

– в одноэтажных подземных и надземных гаражах-стоянках для автомобилей I категории при количестве автомобилей:

до 50 включ. – 1;

от 51 » 200 » – 2;

св. 200 – 2 и дополнительно 1 въезд (выезд) на каждые последующие полные или неполные 100 автомобилей.

Количество въездов (выездов) в одноэтажных надземных гаражах-стоянках для автомобилей I–IV категорий, кроме гаражей-стоянок с одним въездом (выездом), уменьшается на один при условии въезда и выезда через одно смежное помещение.

5.2.1.10 Размеры наружных ворот для въезда и выезда принимаются в зависимости от категории автомобилей и должны превышать габаритные размеры автомобилей на величины, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Параметры превышения	В метрах			
	Минимальные размеры превышения, не менее, для автомобилей категории			
	I	II	III	IV
Превышение ширины автомобиля при проезде:				
перпендикулярно плоскости ворот	0,7	0,9	0,9	1,2
под углом к плоскости ворот	1,0	1,3	1,5	2,0
Превышение высоты автомобиля	0,2	0,2	0,2	0,2

5.2.1.11 Число рамп в гаражах-стоянках и соответствующее им количество въездов (выездов) принимают в зависимости от количества автомобилей (использующих эти рампы для передвижения), паркуемых на всех этажах, должно быть, не менее:

– одна однопутная до 100 включ.;

– одна двухпутная св. 100 » 300 »;

– две однопутные » 300 » 1000 »;

– три однопутные или две двухпутные «1000.

Для расчета заполнения гаража-стоянки и интенсивности движения по рампам скорость движения автомобилей принимается равной 15 км/ч, расстояние между ними – 20 м, при этом интенсивность движения должна быть не более 600 автомобилей в час.

5.2.1.12 Ширину проезжей части однопутных рамп следует принимать по таблице 4. Ширина проезжей части каждой полосы движения двухпутной рампы должна приниматься равной ширине проезжей части соответствующей однопутной рампы.

Таблица 4

Вид рампы	Ширина проезжей части
Прямолинейная	Ширина автомобиля плюс 0,8 м, но не менее 2,5 м
Криволинейная	Ширина полосы, которую образует в плане проекция движущегося автомобиля, плюс 1 м, но не менее 4,0 м

5.2.1.13 Рампы и рамповые устройства в гаражах-стоянках должны соответствовать следующим требованиям:

- наружный радиус кривой поворота проезжей части криволинейной ramпы должен превышать на 1,5 м наименьший внешний радиус поворота автомобиля;
- продольный уклон проезжей части закрытой прямолинейной ramпы по оси полосы движения должен быть не более 18 %, криволинейной – не более 13 %, продольный уклон открытой (не защищенной от атмосферных осадков) ramпы – не более 10 %;
- поперечный уклон проезжей части прямолинейной и криволинейной ramп должен быть не более 6 %;
- сопряжение верха проезжей части ramпы с участками горизонтальных площадок должно быть плавным, расстояние от низа автомобиля до участка сопряжения должно быть не менее 0,1 м;
- с обеих сторон проезжей части ramпы следует предусматривать колесоотбойные устройства высотой не менее 0,15 м и шириной не менее 0,2 м; средний барьер, разделяющий проезжие части двухпутной ramпы, должен быть шириной не менее 0,3 м;
- на ramпах с пешеходным движением вместо одного из колесоотбойных устройств следует предусматривать тротуар шириной не менее 0,8 м, приподнятый над проезжей частью ramпы не менее чем на 0,15 м;
- на криволинейных ramпах тротуар следует располагать с внутренней стороны;
- расстояние от верха проезжей части ramпы до низа перекрытия или оборудования следует принимать равным высоте автомобиля плюс 0,2 м, но не менее 2 м.

5.2.1.14 В гаражах-стоянках закрытого типа, имеющих два этажа и более, общие для всех этажей ramпы должны отделяться на каждом этаже от помещений хранения автомобилей противопожарными преградами согласно требованиям, изложенным в таблице 5.

Таблица 5

Этаж гаража-стоянки	Тип противопожарных преград		
	Стены/перегородки	Заполнения в противопожарных преградах	Тамбуры-шлюзы с подпором воздуха при пожаре
Подземный	2/–	–	1*
Надземный	–/1	2	–

* Глубина тамбура-шлюза с подпором воздуха при пожаре должна обеспечивать открывание ворот и быть не менее 1,2 м.

В подземных гаражах-стоянках взамен тамбуров-шлюзов с подпором воздуха при пожаре перед въездом в изолированные ramпы (не предназначенные для эвакуации) разрешается предусматривать:

- устройство противопожарных ворот, штор (роллетов), экранов 1-го типа с воздушной завесой над ними со стороны помещения хранения автомобилей посредством настильных воздушных струй от сопловых аппаратов со скоростью истечения воздуха не менее 10 м/с при начальной толщине струи не менее 0,03 м и ширине струи не менее ширины защищаемого проема;
- устройство водяных дренчерных завес в две нити, расположенных на расстоянии 0,5 м друг от друга и обеспечивающих интенсивность орошения не менее 1 л/с на 1 м длины завес. Продолжительность работы завес следует принимать не менее 60 мин. Пожарную нагрузку (горючая отделка и т. п.) располагать под завесами не допускается.

5.2.1.15 В надземных гаражах-стоянках неизолированные ramпы (неизолированные наклонные междуэтажные перекрытия) устраивают в следующих случаях:

- в зданиях гаражей-стоянок закрытого типа высотой не более трех этажей и суммарной площадью этажей, не превышающей, м²: 10 400 – для зданий I степени огнестойкости, 7800 – для зданий II степени огнестойкости, 5200 – для зданий III степени

огнестойкости (с учетом допустимой этажности и площади этажа в пределах пожарного отсека в соответствии с ТНПА);

– в зданиях гаражей-стоянок открытого типа;

– при реконструкции существующих зданий гаражей-стоянок закрытого типа при суммарной площади этажей, соединенных неизолированными рампами, не превышающей, м²: 10 400 – для зданий I степени огнестойкости, 7800 – для зданий II степени огнестойкости, 5200 – для зданий III степени огнестойкости (с учетом допустимой этажности и площади этажа в пределах пожарного отсека в соответствии с ТНПА).

5.2.1.16 Полы помещений хранения автомобилей следует предусматривать из материалов с пожарно-техническими характеристиками согласно требованиям ТКП 45-2.02-315.

Покрытие пола на этажах (ярусах) гаражей-стоянок должно быть стойким к воздействию нефтепродуктов и допускать ручную или механизированную уборку помещений.

5.2.1.17 Полы в помещениях хранения автомобилей должны быть с уклоном не менее 0,5 % в сторону трапов и лотков, в боксах – в сторону ворот. Уклон лотков следует принимать не менее 0,5 %. Устройство пола каждого этажа многоэтажного гаража-стоянки, размещение трапов и лотков должны исключать попадание жидкостей на рампу.

При организации проведения уборки помещения гаража-стоянки обслуживающим персоналом в соответствии с графиком уборки устройство полов с уклоном, трапов и лотков не требуется.

5.2.1.18 Для помещений хранения автомобилей требования к устройству естественного освещения не устанавливаются.

5.2.2 Подземные гаражи-стоянки

5.2.2.1 В противопожарных стенах, противопожарных перекрытиях 1-го типа заполнение проемов следует предусматривать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315.

Примечание – Проемы противопожарных стен и перекрытий 1-го типа разрешается заполнять противопожарными роллетами с пределом огнестойкости не менее EI 120.

5.2.2.2 Помещения для обслуживающего и дежурного персонала, насосные пожаротушения и водоснабжения, трансформаторные подстанции с сухими трансформаторами следует размещать не ниже первого (верхнего) подземного этажа.

5.2.2.3 Выезды и въезды подземных гаражей-стоянок должны находиться на расстоянии от зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3 и Ф4.1 в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-116.

5.2.2.4 В подземных гаражах-стоянках неизолированные рампы (неизолированные наклонные междуэтажные перекрытия) устраивают при условии, что суммарная площадь этажей не превышает, м²:

6000 – для зданий I степени огнестойкости;

4500 – для зданий II степени огнестойкости.

5.2.3 Надземные гаражи-стоянки закрытого типа

5.2.3.1 В противопожарных стенах, противопожарных перекрытиях 1-го типа заполнения проемов следует предусматривать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315.

Примечание – Проемы противопожарных стен и перекрытий 1-го типа разрешается заполнять противопожарными роллетами с пределом огнестойкости не менее EI 120.

5.2.3.2 В надземных гаражах-стоянках закрытого типа I–II степеней огнестойкости перегородки для выделения изолированных боксов для хранения автомобилей должны быть с пределом огнестойкости EI 15 и классом пожарной опасности K0. Ворота в боксах могут быть сетчатыми или со сплошным заполнением полотен. В полотнах со сплошным заполнением следует предусматривать отверстие размерами 0,3х0,3 м на высоте от 1,4 до 1,6 м для подачи средств тушения и осуществления контроля противопожарного состояния.

5.2.3.3 Не нормируется площадь одно-, двухэтажных надземных гаражей-стоянок боксового типа с непосредственным выездом наружу I–II степеней огнестойкости при условии разделения боксов глухими перегородками с пределом огнестойкости EI 15 и классом пожарной опасности K0.

5.2.4 Гаражи-стоянки открытого типа

5.2.4.1 В гаражах-стоянках открытого типа ширина здания не должна превышать 60 м. Устройство боксов, сооружение внутренних продольных стен и перегородок (за исключением стен лестничных клеток, лифтовых шахт и холлов, стен и перегородок помещений по 5.2.1.4) не допускается.

5.2.4.2 В гаражах-стоянках открытого типа в помещении хранения автомобилей высота глухого ограждения должна быть не более 1,0 м.

5.2.5 Гаражи-стоянки с грузовыми лифтами

5.2.5.1 Въезд в грузовой лифт (выезд из него) на посадочном этаже надземных гаражей-стоянок с грузовыми лифтами необходимо предусматривать непосредственно из помещения, выделенного противопожарными перегородками 1-го типа и имеющего непосредственный въезд и выезд наружу.

5.2.5.2 Грузоподъемность грузовых лифтов определяется в проектной документации с учетом технических характеристик автомобилей. Внутренние габариты кабины грузовых лифтов устанавливаются в зависимости от категории автомобилей и должны превышать габаритные размеры автомобилей на величины, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Параметры превышения	В метрах			
	Минимальные размеры превышения, не менее, для автомобилей категории			
	I	II	III	IV*
Превышение габаритов автомобиля:				
ширины	0,6	0,6	0,6	—
длины	0,8	0,8	0,8	—
высоты	0,2	0,2	0,2	—

* Хранение автомобилей IV категории в гаражах-стоянках с грузовыми лифтами не допускается.

5.2.5.3 Грузовые лифты должны отвечать требованиям [3].

5.2.5.4 Число грузовых лифтов определяется расчетом в зависимости от количества автомобилей, расположенных на всех этажах, кроме первого (для подземных гаражей-стоянок – на всех этажах) с учетом режима использования гаража-стоянки, технических характеристик грузовых лифтов и объемно-планировочных решений гаражей-стоянок.

5.2.5.5 Общий для всех этажей грузовой (пассажирский) лифт при двух и более этажах гаражей-стоянок (кроме открытых гаражей-стоянок и гаражей-стоянок по 5.2.1.15, 5.2.2.4) должен отделяться на каждом этаже от помещений хранения автомобилей противопожарными преградами согласно требованиям ТКП 45-2.02-315.

5.2.6 Механизированные и автоматизированные гаражи-стоянки

5.2.6.1 Состав и площадь помещений, тип несущих конструкций, количество ярусов размещения автомобилей по высоте этажа в механизированных и автоматизированных гаражах-стоянках устанавливаются в соответствии с заданием на проектирование, особенностями и техническими возможностями применяемых механизмов по перемещению и установке автомобилей на место стоянки.

5.2.6.2 Механизированные и автоматизированные гаражи-стоянки пристраиваются к зданиям другого назначения при условии их отделения противопожарной стеной 1-го типа.

5.2.6.3 Следует предусматривать доступ персонала для технического обслуживания к каждому месту гаража-стоянки. В наземных механизированных и автоматизированных гаражах-стоянках для технического обслуживания элементов парковочных систем следует предусматривать лестницы типа П2. В подземных механизированных и автоматизированных гаражах-стоянках для технического обслуживания и доступа пожарных подразделений на ярусы размещения автомобилей следует предусматривать вертикальные металлические лестницы, размещаемые вне объема помещения хранения автомобилей.

К каждой секции механизированного и автоматизированного гаража-стоянки должен быть обеспечен подъезд для пожарных машин с двух противоположных сторон.

5.2.6.4 Для механизированных и автоматизированных гаражей-стоянок следует применять строительные конструкции класса пожарной опасности К0.

5.2.6.5 Вместимость пожарного отсека автоматизированных гаражей-стоянок не должна превышать более 200 автомобилей.

5.2.7 Гаражи-стоянки по хранению газобаллонных автомобилей

5.2.7.1 Не допускается предусматривать хранение газобаллонных автомобилей:

- в подвальных и цокольных этажах гаражей-стоянок;
- в надземных гаражах-стоянках закрытого типа, встраиваемых в здания другого назначения;
- в надземных гаражах-стоянках закрытого типа с неизолированными рампами;
- в боксах, не имеющих непосредственного выезда наружу, и в боксах, оборудованных подвалами или смотровыми ямами.

5.2.7.2 В гаражах-стоянках хранения газобаллонных автомобилей не допускается устройство подвалов, каналов, приемков, смотровых ям, тоннелей, колодцев, за исключением приемков на участке мойки автомобилей.

5.2.7.3 В помещениях хранения газобаллонных автомобилей для предупреждения аварийной ситуации, связанной с утечкой СПГ (КПГ) или СУГ, должны предусматриваться следующие мероприятия:

- устройство системы автоматического контроля воздушной среды;
- устройство аварийного освещения помещений и всех путей эвакуации из них.

5.2.7.4 В помещениях хранения газобаллонных автомобилей следует предусматривать:

- механическую общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию;
- естественную вентиляцию, рассчитанную на однократный воздухообмен.

Механическая общеобменная приточно-вытяжная вентиляция должна рассчитываться из условия работы двигателей автомобилей на бензине или дизельном топливе с учетом объема воздуха, удаляемого естественной вентиляцией.

При хранении газобаллонных автомобилей, работающих на СУГ, СПГ, КПГ, и для многоэтажных гаражей-стоянок однократный воздухообмен должен быть обеспечен постоянно действующей вытяжной вентиляцией с механическим побуждением с резервной вытяжной системой и автоматическим вводом резерва.

В помещениях хранения газобаллонных автомобилей следует обеспечивать воздухообмен из расчета поддержания в них концентрации СПГ (КПГ) и СУГ не более 10 % нижнего концентрационного предела воспламенения, в том числе при авариях. При невозможности обеспечения указанного воздухообмена основными системами вентиляции следует предусматривать вытяжные аварийные системы вентиляции в соответствии с СН 4.02.03.

Оборудование систем вытяжной вентиляции с механическим побуждением следует принимать во взрывозащищенном исполнении.

Необходимость устройства систем аварийной вентиляции определяется технологической частью проекта.

Не допускается устройство систем приточной вентиляции с рециркуляцией воздуха.

5.2.7.5 На воздуховодах приточных систем в пределах вентиляционных камер, обслуживающих помещения хранения газобаллонных автомобилей, следует предусматривать устройство обратных клапанов. В помещениях вытяжных вентиляционных камер следует предусматривать естественную вентиляцию.

5.2.7.6 Система автоматического контроля воздушной среды помещений хранения газобаллонных автомобилей при достижении в помещении концентрации газа в количестве 20 % от нижнего концентрационного предела воспламенения должна автоматически обеспечивать:

- включение звукового и светового сигналов, аварийного освещения вышеуказанных помещений, а также всех путей эвакуации из них, включая рампы, с включением световых указателей, устанавливаемых над выходами из помещений и через каждые 50 м по путям эвакуации, включение приточной вентиляции этих помещений, а также смежных помещений и смежных этажей в многоэтажном гараже-стоянке;

- отключение в данном помещении всех прочих потребителей электроэнергии, за исключением технических средств противопожарной защиты, аварийного освещения, приточных вентиляционных установок.

5.2.7.7 Звуковая сигнализация должна обеспечивать оповещение о срабатывании системы автоматического контроля воздушной среды всех находящихся людей в гараже-стоянке. Звуковую и световую сигнализации необходимо устанавливать в помещениях хранения газобаллонных автомобилей, а также со стороны входов смежных помещений и в помещениях с постоянным круглосуточным пребыванием людей (помещение охраны, диспетчерской и т. п.).

5.2.7.8 Хранение автомобилей, предназначенных для перевозки ГСМ, следует предусматривать на стоянках, в одноэтажных отдельно стоящих гаражах-стоянках и в пристройках к одноэтажным производственным зданиям.

Хранение автомобилей для перевозки ГСМ на стоянках следует предусматривать группами до 50 автомобилей и общей емкостью автоцистерн не более 600 м³.

Хранение автомобилей для перевозки ГСМ в отдельно стоящих гаражах-стоянках и в пристройках к одноэтажным производственным зданиям следует предусматривать в количестве до 10 шт. и общей емкостью автоцистерн до 30 м³. Отдельно стоящий гараж-стоянка и пристройка должны быть не ниже II степени огнестойкости по ТКП 45-2.02-315, пристройка должна отделяться от здания глухой противопожарной стеной 2-го типа.

5.2.7.9 Для обеспечения взрывопожаробезопасности в помещениях хранения автомобилей для перевозки ГСМ следует предусматривать:

- размещение этих помещений у наружных стен с обеспечением естественного проветривания не менее однократного воздухообмена в час;

- устройство вытяжной вентиляции;

- устройство световой и звуковой сигнализации от газоанализаторов перед въездом (выездом) в помещение при образовании взрывоопасной концентрации и работе вытяжной вентиляции, а также вывод сигнала в помещение с круглосуточным пребыванием персонала.

5.2.8 Стоянки

5.2.8.1 Стоянки, размещаемые на уровне земли, должны иметь твердое покрытие (асфальтобетонное, цементобетонное и др.), исключающее загрязнение почв и объектов растительного мира и уклоны, указанные в ТКП 45-3.03-227.

При размещении стоянок под зданиями и на плоской кровле одно- или многоэтажного здания (сооружения) следует соблюдать требования как для встроенных открытых гаражей-стоянок.

5.2.8.2 Покрытия плоской кровли одно- или многоэтажного здания (сооружения) при размещении на них стоянок автомобилей должны отвечать требованиям, предъявляемым к эксплуатируемой кровле по СН 5.08.01.

5.2.8.3 Ограждение стоянок, размещаемых на уровне земли, должно выполняться высотой не менее 1,2 м, размещаемых на кровле зданий (сооружений) – по заданию на проектирование.

5.2.8.4 Вместимость стоянок автомобилей, их удаление от обслуживаемых объектов, минимальные расстояния до зданий и сооружений следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-116.

Расстояния между автомобилями, проезды, минимальные размеры мест хранения автомобилей для стоянок, размещаемых на оборудованных площадках на уровне земли, следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-227 и ТКП 45-3.01-116.

5.2.8.5 Охраняемые стоянки, а также стоянки вместимостью менее 50 автомобилей могут иметь совмещенный въезд и выезд шириной не менее 6 м.

Перед шлагбаумами охраняемых стоянок следует устраивать накопительные площадки длиной, м, не менее: 12 – при вместимости более 100 автомобилей и 6 – при меньшей вместимости.

На стоянках вместимостью 20 автомобилей и более при организации одностороннего движения следует предусматривать отдельные въезд и выезд на расстоянии не менее 15 м друг от друга шириной не менее 3,5 м каждый.

5.2.8.6 Расстояния между автомобилями, проезды, минимальные размеры мест хранения автомобилей для стоянок, размещаемых на плоской кровле здания (сооружения), следует принимать по 5.2.9.2–5.2.9.3.

5.2.8.7 Освещение стоянок следует выполнять в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-227 применительно к освещению улиц.

5.2.8.8 Навесы, устраиваемые на стоянках для защиты автомобилей от атмосферных осадков, должны изготавливаться из материалов группы горючести не ниже Г2 и группы распространения пламени по поверхности не ниже РП 2 (для водоизоляционного слоя) по ТКП 45-2.02-315 с несущими элементами (за исключением обрешетки) из негорючих материалов.

5.2.8.9 При устройстве водопроводных и канализационных колодцев на открытых площадках для хранения автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, необходимо выполнять требования СН 4.03.01.

5.2.8.10 Расстояние от проездов на стоянку до перекрестка и между проездами на перегонах следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-227.

Расстояние от границы площадки стоянки до ближайшего края проезжей части пересекающей улицы следует принимать, м, не менее: 15 – от границы площадки до ближайшей границы наземного пешеходного перехода, 5 – до входа в подземный пешеходный переход, а также с учетом требований ТКП 45-3.03-227.

5.2.9 Габариты помещений, приближения и расстояния

5.2.9.1 В местах проезда и хранения автомобилей высота помещений от пола до низа выступающих конструкций и подвешеного оборудования в свету должна превышать не менее чем на 0,2 м габаритную высоту автомобиля и должна быть не менее 2,0 м.

В гаражах-стоянках с перемещением автомобилей без участия водителя высота помещения принимается равной габаритной высоте автомобиля плюс 0,2 м.

5.2.9.2 Расстояния между автомобилями на местах хранения, а также между автомобилями и конструкциями гаража-стоянки (за исключением механизированных и автоматизированных) принимаются в зависимости от категории автомобилей, способа их хранения (расстановки) и должны быть не менее указанных в таблице 7.

Таблица 7

Наименование габаритов приближения	В метрах		
	Расстояния, не менее, для автомобилей категории		
	I	II, III	IV
1 Расстояние между продольными сторонами автомобилей, а также между стеной и автомобилем, стоящим параллельно стене	0,5	0,6	0,8
2 Расстояние между продольной стороной автомобиля и колонной или пилястрой	0,3	0,4	0,5
3 Расстояние между передней стороной автомобиля и стеной или воротами при расстановке автомобилей:			
а) прямоугольной	0,5	0,5	0,5
б) косоугольной	0,5	0,7	0,7
4 Расстояние между задней стороной автомобиля и стеной или воротами при расстановке автомобилей:			
а) прямоугольной	0,5	0,7	0,7
б) косоугольной	0,5	0,7	0,7
5 Расстояние между автомобилями, стоящими один за другим	0,4	0,5	0,6
Примечания 1 При размещении у стен и колонн (в пределах высоты автомобиля) отопительных приборов, вентиляционных воздуховодов или другого оборудования здания расстояния, приведенные в позициях 1–4, должны приниматься до этого оборудования. Для фиксации этих расстояний при проектировании мест хранения автомобилей следует предусматривать колесоотбойные устройства. 2 При расстановке автомобилей необходимо учитывать возможность открывания дверей кабин и салона для входа или выхода водителей. 3 При прямолинейном перемещении автомобилей в помещении для их хранения с помощью механизмов расстояния, указанные в данной таблице, уменьшаются в 2 раза. 4 При расстановке автомобилей всех категорий перпендикулярно стене следует предусматривать колесоотбойное устройство на расстоянии от стены до его края на 0,3 м больше заднего или переднего свеса автомобиля. Высоту колесоотбойного устройства следует принимать для автомобилей, м, не менее: – I категории – 0,12; – II, III категорий – 0,30; – IV категории – 0,40. 5 При хранении автомобилей на стоянках (с навесами или без) расстояния, приведенные в таблице, должны увеличиваться: для автомобилей – на 0,1 м; для автопоездов – на 0,2 м; при оборудовании площадок устройствами для обогрева автомобилей эти расстояния должны назначаться с учетом габаритов и расположения указанных устройств. 6 Расстояние между передней частью автомобиля и воротами, предназначенными для выезда двух автомобилей и более, должно приниматься с учетом габаритов приближения, приведенных в 5.2.9.3, перечисление а).			

5.2.9.3 Проезды в помещениях хранения автомобилей должны предусматриваться с учетом следующих габаритов приближения маневрируемых (устанавливаемых на место хранения или выезжающих с него) автомобилей к конструкциям зданий и к автомобилям на местах хранения, а также с учетом длины автомобиля и радиуса поворота наружного габарита:

а) до соседних автомобилей или до конструкций здания в ряду хранения маневрируемого автомобиля, м, не менее:

0,2 – при автомобилях I категории;

0,3 – то же II категории;

0,4 – » III, IV категорий;

б) до автомобилей или конструкций здания на другой стороне проезда от ряда хранения маневрируемого автомобиля, м, не менее:

- 0,7 – при автомобилях I категории;
- 0,8 – то же II категории;
- 1,0 – » III, IV категорий.

Примечание – В пределах ширины проездов, предусмотренных в настоящем пункте, не допускается размещение колонн.

5.2.9.4 Минимальная ширина места хранения автомобилей для инвалидов, пользующихся креслами-колясками, должна быть не менее 3,5 м.

5.2.10 Эвакуация. Обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре

5.2.10.1 Эвакуационные выходы, их количество и пути эвакуации следует проектировать по требованиям настоящих строительных норм и ТКП 45-2.02-315.

Для эвакуации людей из гаражей-стоянок боксового типа устройство калиток в воротах бокса не требуется.

5.2.10.2 Количество людей, одновременно находящихся в помещении хранения закрытого гаража-стоянки, на ярусе открытого гаража-стоянки, следует принимать из расчета один человек на каждое машино-место.

5.2.10.3 С каждого этажа (яруса) гаражей-стоянок (кроме автоматизированных) и с размещаемых на кровлях зданий стоянок следует предусматривать не менее двух рассредоточенных эвакуационных выходов.

Рампа в гараже-стоянке, если она служит эвакуационным путем, с одной из сторон должна иметь тротуар шириной не менее 0,8 м с колесоотбоем или ограждением высотой не менее 0,8 м.

Примечание – Один из эвакуационных выходов разрешается предусматривать через изолированную рампу.

В гаражах-стоянках открытого типа два эвакуационных выхода устраивают по торцам здания, а для гаражей-стоянок открытого типа высотой не более 12 м – на лестницы 3-го типа (независимо от количества эвакуирующихся человек).

В гаражах-стоянках при двух подземных этажах лестничные клетки должны быть незадымляемыми.

5.2.10.4 При размещении надземных (без цокольного этажа) встроенных (встроенно-пристроенных, надстроенных) и пристроенных помещений гаражей-стоянок закрытого типа в зданиях иного назначения или размещении помещений иного назначения в гаражах-стоянках используются для эвакуации общие со зданиями (помещениями) иного назначения лестничные клетки по 5.3.2.17.

При размещении надземных (без цокольного этажа) встроенных и пристроенных гаражей-стоянок открытого типа в зданиях иного назначения или размещении помещений иного назначения в гаражах-стоянках открытого типа для эвакуации из гаражей-стоянок открытого типа предусматриваются общие (со зданиями (помещениями) иного назначения) лестничные клетки при условии заполнения дверных проемов лестничных клеток противопожарными дверями 1-го типа на каждом ярусе гаражей-стоянок открытого типа.

5.2.10.5 Общие эвакуационные лестничные клетки предусматриваются для смежных пожарных отсеков гаражей-стоянок при выделении лестничной клетки противопожарными преградами с пределом огнестойкости не менее REI 150 и устройстве тамбуров-шлюзов 1-го типа с подпором воздуха при пожаре для входа в лестничную клетку со стороны каждого отсека гаража-стоянки.

5.2.10.6 В гаражах-стоянках закрытого типа допустимое расстояние от наиболее удаленного места хранения автомобиля до ближайшего эвакуационного выхода следует принимать по таблице 8.

Таблица 8

Гараж-стоянка	В метрах Расстояние до ближайшего эвакуационного выхода, не менее, при расположении мест хранения автомобилей	
	между эвакуационными выходами	в тупиковой части помещения
Подземная	42*	25
Надземная	60*	25
Примечания 1 Измерение расстояния до эвакуационного выхода следует проводить от наиболее удаленной части автомобиля по средней линии проходов и проездов с учетом расстановки автомобилей. 2 При размещении тупиковой части помещения между эвакуационными выходами расстояние до ближайшего эвакуационного выхода следует определять по графе «между эвакуационными выходами». * Для встроенных (пристроенных) в здания класса Ф1.3 гаражей-стоянок указанные расстояния разрешается увеличивать в 2 раза.		

5.2.10.7 В помещениях хранения автомобилей на полу проездов и основных проходах следует обозначать дорожки шириной не менее 0,8 м, ведущие к эвакуационным выходам. При этом эти дорожки должны отличаться по цвету и контрастности от других конструкций покрытия пола.

5.3 Инженерные системы и оборудование

5.3.1 Водоснабжение и канализация

5.3.1.1 Гаражи-стоянки закрытого типа должны быть оборудованы системами противопожарного водоснабжения в соответствии с требованиями СН 2.02.02.

Для многоярусных гаражей-стоянок открытого типа вместо внутреннего противопожарного водопровода следует предусматривать устройство сухотруба с поэтажными клапанами с пожарной соединительной головкой у эвакуационных выходов и выведенными наружу двумя патрубками диаметром 89 (77) мм с соединительными головками для подключения пожарной техники.

К патрубкам следует предусматривать подъезды для пожарных автомобилей по дорогам с твердым покрытием или полосы, пригодные для проезда.

5.3.1.2 В двухэтажных подземных гаражах-стоянках внутренний противопожарный водопровод следует выполнять отдельно от других систем внутреннего водопровода.

5.3.1.3 Устройство очистных сооружений для отвода поверхностных сточных вод в сеть дождевой канализации следует предусматривать:

- при размещении гаражей-стоянок и стоянок общей вместимостью 25 и более машино-мест в водоохраной зоне водных объектов;
- при размещении гаражей-стоянок и стоянок общей вместимостью 100 и более машино-мест на других территориях.

5.3.2 Системы отопления, вентиляции и противодымной защиты

5.3.2.1 При проектировании систем отопления, вентиляции и систем противодымной вентиляции в гаражах-стоянках следует руководствоваться требованиями ТНПА и настоящих строительных норм.

5.3.2.2 В отапливаемых гаражах-стоянках в холодный период года расчетную температуру воздуха в помещениях хранения автомобилей следует принимать не ниже 5 °С.

5.3.2.3 В неотапливаемых гаражах-стоянках и на стоянках следует предусматривать отопление помещений, указанных в 5.2.1.4.

5.3.2.4 В помещениях хранения газобаллонных автомобилей не допускается проектировать системы приточной вентиляции с рециркуляцией воздуха.

5.3.2.5 Системы вентиляции и воздушного отопления, работающие с рециркуляцией, должны иметь автоматическое и дистанционное централизованное отключение (в объеме пожарного отсека гаража-стоянки) при пожаре. Устройства дистанционного централизованного отключения указанных систем следует размещать вне помещений с рециркуляцией воздуха – вблизи эвакуационных выходов из гаража-стоянки.

5.3.2.6 Потребность в тепле на обогрев въезжающего в помещение автомобиля следует принимать в количестве 0,029 ватт в час на 1 кг массы автомобиля в снаряженном состоянии на 1 °С разницы температур наружного и внутреннего воздуха.

5.3.2.7 Наружные ворота отапливаемых помещений хранения автомобилей следует оборудовать воздушно-тепловыми завесами при количестве 20 въездов и выездов в час и более, приходящихся на одни ворота. Включение и выключение воздушно-тепловых завес должно осуществляться автоматически.

5.3.2.8 Системы вентиляции воздушного отопления для помещений хранения автомобилей следует проектировать отдельными от аналогичных систем другого назначения.

5.3.2.9 В гаражах-стоянках закрытого типа в помещениях хранения автомобилей следует предусматривать приточно-вытяжную вентиляцию для разбавления и удаления вредных газовыделений по расчету ассимиляции, обеспечивая требования ГОСТ 12.1.005.

5.3.2.10 Удаление воздуха из помещений хранения автомобилей и рамп следует предусматривать из верхней и нижней зон поровну. Подача приточного воздуха в помещение должна, как правило, осуществляться сосредоточенно вдоль проездов.

Примечание – Воздуховоды для удаления воздуха из нижней зоны этажа разрешается располагать в колесоотбойных устройствах (тротуарах).

5.3.2.11 Подземные гаражи-стоянки, размещаемые на незастроенной территории, должны быть оборудованы вытяжными вентиляционными шахтами с высотой над уровнем земли не ниже 3 м, расположенными на расстоянии не менее 15 м от зданий (сооружений) другого назначения и зон отдыха населения.

5.3.2.12 В гаражах-стоянках, размещаемых под общественными и жилыми зданиями, вытяжные вентиляционные шахты следует выводить на высоту не менее 2 м над уровнем крыши наиболее высокого здания, расположенного в радиусе нормативной санитарно-защитной зоны гаража-стоянки, или по 5.3.2.11.

5.3.2.13 В отдельно стоящих одноэтажных надземных и одноэтажных подземных гаражах-стоянках, а также встроенных и пристроенных гаражах боксового типа с непосредственным выездом наружу устраивают вытяжные шахты с естественной вентиляцией.

5.3.2.14 В помещениях хранения автомобилей для перевозки ГСМ в количестве до 10 автомобилей и общей емкостью автоцистерн до 30 м³ следует предусматривать устройство механической вытяжной вентиляции в объеме трехкратного воздухообмена с установкой резервных вентиляторов, автоматически включающихся при остановке основных.

5.3.2.15 В надземных гаражах-стоянках открытого типа устройство систем вентиляции не требуется.

5.3.2.16 В гаражах-стоянках закрытого типа следует предусматривать установку приборов для измерения концентрации угарного газа (СО) и соответствующих сигнальных приборов по контролю СО, а также светозвуковую сигнализацию для оповещения о срабатывании системы автоматического контроля воздушной среды всех людей, находящихся в помещениях хранения автомобилей.

В гаражах-стоянках боксового типа с непосредственным выездом наружу и при устройстве в помещениях хранения автомобилей постоянно действующей механической вентиляции, обеспечивающей требуемые нормативы по предельно допустимым концентрациям СО в воздухе рабочей зоны, установка приборов для измерения концентрации СО не требуется.

5.3.2.17 В лестничных клетках и шахтах лифтов гаражей-стоянок закрытого типа следует предусматривать подпор воздуха при пожаре или устройство на этажах гаражей-стоянок тамбуров-шлюзов 1-го типа с подпором воздуха при пожаре в следующих случаях:

- в случаях, предусмотренных в 5.2.10.4;
- при двух и более подземных этажах;
- если лестничные клетки и лифты связывают подземные и надземные этажи гаража-стоянки;
- если лестничные клетки и лифты связывают гараж-стоянку с надземными этажами здания другого назначения.

Примечание – При устройстве подпора воздуха при пожаре в лестничные клетки и лифтовые шахты заполнение проемов в них следует предусматривать противопожарными 1-го типа.

5.3.2.18 Для гаражей-стоянок, встроенных в здания другого назначения, при устройстве общего воздухозабора на заборных отверстиях вентиляции следует предусматривать установку противопожарных клапанов с пределом огнестойкости EI 120.

5.3.3 Электротехнические устройства

5.3.3.1 Электротехнические устройства гаражей-стоянок целесообразно проектировать с учетом [2], настоящих строительных норм и других ТНПА, при этом не запрещается транзитная прокладка электрических кабелей через помещения гаражей-стоянок.

5.3.3.2 По обеспечению надежности электроснабжения потребителей электроэнергии в гаражах-стоянках следует относить к категориям:

1 – электроустановки технических средств противопожарной защиты (автоматических систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения, систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, противодымной защиты), пожарные насосы и пожарные лифты, эвакуационное освещение, электроприемники систем автоматического контроля воздушной среды, сигнализации и вытяжной вентиляции, приточной вентиляции, указанных в 5.2.7.3, 5.2.7.4, 5.2.7.6, 5.2.7.7, 5.3.2.9, 5.3.2.14, 5.3.2.16, 5.3.2.17;

2 – пассажирские и грузовые лифты, а также механизированные устройства для перемещения автомобилей;

3 – остальные потребители электроэнергии.

Примечание – Разрешается осуществлять питание электроприемников I категории по надежности электроснабжения от двух близлежащих однострансформаторных или разных трансформаторов двухтрансформаторных подстанций, подключенных к разным линиям с устройством АВР.

5.3.3.3 Электрические сети технических средств противопожарной защиты гаражей-стоянок не допускается использовать для питания токоприемников другого назначения.

5.3.3.4 Освещение помещений гаражей-стоянок и путей эвакуации следует предусматривать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-153.

5.3.3.5 В гаражах-стоянках, оборудованных техническими средствами противопожарной защиты, к сети аварийного (эвакуационного) освещения должны быть подключены световые указатели:

- эвакуационных выходов на каждом этаже;
- мест установки соединительных головок для подключения пожарной техники.

При применении световых указателей со встроенными аккумуляторами их емкость должна обеспечивать непрерывную работу указателей не менее 1 ч.

Не световые указатели устанавливаются при условии освещения их светильниками сети аварийного (эвакуационного) освещения.

5.3.3.6 В одно- и двухэтажных гаражах-стоянках боксового типа с непосредственным выездом наружу из каждого бокса установка световых указателей эвакуационных выходов не требуется.

5.3.3.7 Помещения трансформаторных подстанций, распределительных и групповых щитов, от которых осуществляется питание систем и установок, остающихся в работе при срабатывании системы контроля воздушной среды в помещениях с возможным поступлением тяжелых взрывоопасных газов (СУГ), целесообразно проектировать с учетом [2]. При этом указанные электротехнические помещения следует размещать таким образом, чтобы количество смежных стен этих помещений с помещениями хранения автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, было не более одной.

5.3.3.8 Устройство связи, сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования в помещениях гаражей-стоянок и стоянок следует проектировать в соответствии с требованиями СН 4.04.02.

5.4 Автоматическое пожаротушение и автоматическая пожарная сигнализация

5.4.1 Автоматическое пожаротушение в помещениях хранения автомобилей следует предусматривать в гаражах-стоянках закрытого типа:

- а) подземных, независимо от этажности;
- б) одноэтажных надземных:
 - I–II степеней огнестойкости площадью 7000 м² и более;
 - III степени огнестойкости площадью 3600 м² и более;
 - IV степени огнестойкости площадью 1000 м² и более;
- в) одноэтажных надземных при хранении автомобилей в обособленных боксах, не имеющих непосредственного выезда наружу, при количестве боксов более пяти;
- г) надземных высотой два этажа и более, за исключением гаражей-стоянок боксового типа, с непосредственным выездом наружу;
- д) встроенных в здания другого назначения высотой два этажа и более;
- ж) механизированных;
- к) для автомобилей, перевозящих ГСМ.

5.4.2 Автоматической пожарной сигнализацией должны быть оборудованы:

- а) одноэтажные надземные гаражи-стоянки закрытого типа площадью менее указанной в 5.4.1, перечисление б);
- б) технические и вспомогательные помещения (целесообразно принимать по [9]);
- в) гаражи-стоянки боксового типа с непосредственным выездом автомобилей наружу при количестве боксов 50 и более, а также обособленные боксы, не имеющие непосредственного выезда наружу, при количестве боксов пять и менее.

5.4.3 Необходимость устройства противопожарного водопровода, автоматического пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации в гаражах-стоянках, пристроенных (встроенных) к зданиям класса функциональной пожарной опасности Ф1.4, а также расположенных на территории усадьбы, определяется заказчиком.

5.4.4 Гаражи-стоянки следует оборудовать следующими типами систем оповещения людей о пожаре по СН 2.02.03:

СО-1 – надземные одноэтажные вместимостью до 100 автомобилей, надземные механизированные, боксового типа с непосредственным выездом наружу из каждого бокса при количестве боксов 50 и более, гаражи-стоянки открытого типа.

Примечание – При оборудовании системой оповещения территории гаражей-стоянок боксового типа с непосредственным выездом наружу из каждого бокса устройство системы оповещения в боксах не требуется;

СО-2 – надземные высотой до двух этажей вместимостью до 100 автомобилей, подземные с одним этажом вместимостью до 100 автомобилей;

СО-3 – остальные гаражи-стоянки.

Примечание – В гаражах-стоянках, не подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения по 5.4.1 и автоматической пожарной сигнализацией по 5.4.2, не предусматривается устройство системы оповещения о пожаре.

5.4.5 Для гаражей-стоянок, имеющих как надземные, так и подземные этажи, тип систем оповещения людей о пожаре следует принимать наибольшим из типов, предусмотренных в 5.4.4, для надземных и подземных частей гаражей-стоянок.

6 Станции технического обслуживания транспортных средств

6.1 Основные требования

6.1.1 К организациям, выполняющим ТО и Р ТС, относятся:

- АТП ТО и Р ТС;
- автотранспортные цеха промышленных и других предприятий;
- СТО ТС, входящие в состав зданий другого назначения.

6.1.2 Здания и сооружения СТО ТС, размещаемые на территории АТП, следует предусматривать в производственной зоне так, чтобы в ней, а также в эксплуатационной зоне и зоне для клиентов обеспечивалось разделение потоков персонала (водителей и производственных рабочих) при движении от административно-бытовых помещений к рабочим местам и обратно.

Примечание – Эксплуатационная зона АТП предназначена для организации приема, выпуска и межсменного хранения ТС, производства работ ЕО и других сопутствующих им работ, производственная зона – для размещения зданий и сооружений для ТО и Р ТС.

6.1.3 Территория СТО ТС в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-155 должна иметь ограждение. Для СТО ТС с количеством постов ТО и Р ТС 10 и более в ограждении следует предусматривать не менее двух въездов (выездов) на расстоянии не менее 15 м друг от друга. Ширина ворот в ограждении должна быть не менее 4,5 м.

Ворота основного въезда на территорию СТО ТС следует размещать с отступом от красной линии застройки на расстояние не менее самого длинного типа ТС, включая автопоезд.

Перед воротами основного въезда следует предусматривать накопительную площадку вместимостью не менее 10 % от максимального часового количества ТС, прибывающих на СТО ТС, но не менее трех машино-мест на каждый пост ТО и Р ТС.

6.1.4 При размещении территории СТО ТС на земельном участке, ограниченном двумя проездами общего пользования, ворота основного въезда следует предусматривать со стороны проезда с наименьшей интенсивностью движения ТС.

6.1.5 На территории СТО ТС с количеством постов ТО и Р ТС 10 и более движение ТС следует предусматривать в одном направлении, при интенсивности движения ТС более пяти автомобилей в час.

6.1.6 При временном хранении ТС на открытой площадке проезды и расстояния между ними следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-227 и ТКП 45-3.01-116.

6.1.7 Хранение ТС на территории СТО ТС, как правило, осуществляется на открытой площадке либо в закрытом помещении, если это определяется заданием на проектирование.

6.1.8 На территории СТО легковых автомобилей с количеством постов ТО и Р ТС более 15 расстояние от площадок и навесов для межсменного хранения и ожидания автомобилей до зданий и сооружений следует принимать не менее 9 м.

6.1.9 При размещении на территории СТО ТС постов мойки и уборки ТС на открытой площадке или под навесом вертикальной планировкой должен быть обеспечен уклон по всей площадке не менее 3 % в сторону трапов или лотков для удаления сточных вод.

6.1.10 Расстояние от границ территорий СТО ТС до жилых домов, объектов социального значения, границ земельных участков следует принимать согласно ТКП 45-3.01-116 и действующим санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам.

6.1.11 При строительстве (реконструкции) СТО ТС должна проводиться оценка состояния почв на предмет загрязнения нефтепродуктами, тяжелыми металлами. В случае превышения предельно-допустимых значений загрязнения почв должна быть предусмотрена санация данной территории.

6.1.12 Состав и площади административных и бытовых помещений определяют с учетом численности производственного персонала СТО ТС по утвержденному заданию на проектирование.

6.1.13 Проектирование административных и бытовых помещений СТО ТС следует осуществлять в соответствии с требованиями СН 3.02.02.

6.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения

6.2.1 Общие требования

6.2.1.1 Размеры наружных ворот в здания СТО ТС для въезда и выезда ТС следует принимать с учетом габаритов приближения, указанных в 5.2.1.10.

Управление наружными воротами, предназначенными для въезда и выезда ТС с поточных линий ЕО и ТО, должно быть заблокировано с работой конвейерных линий, при их наличии, и с управлением воздушно-тепловыми завесами.

6.2.1.2 Отдельные виды или группы работ ТО и Р ТС, устанавливаемые технологической частью проекта, следует производить в изолированных помещениях и предусматривать в них:

- а) моечные, уборочные и другие работы комплекса ЕО (кроме заправки автомобилей топливом);
- б) постовые работы ТО и Р ТС, общего диагностирования, разборочно-сборочных и регулировочных работ по ремонту;
- в) постовые работы углубленного диагностирования;
- г) агрегатные, слесарно-механические, электротехнические и радиоремонтные работы, работы по ремонту инструмента, ремонту и изготовлению технологического оборудования, приспособлений и производственного инвентаря;
- д) испытание двигателей;
- е) ремонт приборов системы питания карбюраторных и дизельных двигателей;
- ж) ремонт аккумуляторных батарей;
- к) шиномонтажные и вулканизационные работы;
- л) таксометрические работы;
- м) кузнечно-рессорные, медницко-радиаторные, сварочные, жестяницкие и арматурные работы;
- н) деревообрабатывающие и обойные работы;
- п) окрасочные работы.

6.2.1.3 В СТО ТС с количеством постов ТО и Р ТС до 10 работы, указанные в 6.2.1.2, перечисления б) и г), разрешается производить в одном помещении.

6.2.1.4 Шиномонтажные работы разрешается производить в помещении постов ТО и Р ТС.

6.2.1.5 На АТП при количестве автомобилей I категории до 200 посты углубленного диагностирования разрешается размещать в помещении постов ТО и Р ТС.

6.2.1.6 Для АТП и промышленных филиалов (при количестве автомобилей I категории – 500 и более, II и III категорий – 300 и более и IV категории – 100 и более) и для ЦСП производство работ, указанных в 6.2.1.2, перечисления б), г) и м), разрешается предусматривать в отдельных помещениях без устройства противопожарных перегородок в пределах каждой группы работ.

6.2.1.7 На СТО ТС с количеством постов ТО и Р ТС до 10 в помещении постов ТО и Р ТС разрешается размещать посты для ремонта кузовов с применением сварки.

6.2.1.8 Проемы между помещениями моечных работ комплекса ЕО и смежными с ними помещениями для хранения ТС, постов ТО и Р ТС разрешается оснащать водонепроницаемыми шторами.

6.2.1.9 Для ТС, предназначенных для перевозки пищевых продуктов, после их наружной мойки (кабин, шасси и трансмиссии) следует предусматривать отдельные посты санитарной обработки кузовов. Для хранения химикатов и приготовления моющих растворов, предназначенных для санитарной обработки кузовов, следует предусматривать отдельное помещение.

6.2.1.10 Для производства постовых работ ТО и Р ТС, перевозящих фекальные жидкости и мусор, ядовитые материалы, инфицирующие материалы, ГСМ, для каждого типа ТС следует предусматривать отдельные помещения, отвечающие требованиям ТНПА к помещениям для хранения указанных ТС.

6.2.1.11 Для производства моечных, уборочных и других работ комплекса ЕО при температуре наружного воздуха 0 °С и выше разрешается предусматривать посты, размещаемые на открытой площадке или под навесом.

6.2.1.12 В помещении для размещения сварочных, жестяницких участков, а также в помещении деревообрабатывающего участка разрешается предусматривать посты для выполнения соответственно сварочных, жестяницких или столярных работ непосредственно на ТС. Электросварочные работы непосредственно на ТС следует производить по ГОСТ 12.3.003.

Хранение наполненных и порожних баллонов для кислорода и ацетиленов в количестве не более 10 разрешается осуществлять в отдельных металлических шкафах, устанавливаемых в простенках между оконными или дверными проемами снаружи производственных зданий, на расстоянии не менее 0,5 м от шкафа до края простенка.

6.2.1.13 Для производства работ по ремонту стартерных аккумуляторных батарей следует предусматривать три помещения:

- для ремонта аккумуляторных батарей;
- для зарядки аккумуляторных батарей;
- для хранения кислоты и приготовления электролита.

Категории помещений зарядных определяют по ТКП 474.

6.2.1.14 Осмотровые канавы следует проектировать с учетом следующих требований:

– длина рабочей зоны осмотровой канавы должна быть не менее габаритной длины ТС;

– ширина осмотровой канавы должна устанавливаться исходя из размеров колеи ТС с учетом устройства наружных или внутренних реборд;

– глубину осмотровой канавы, обеспечивающей свободный доступ к агрегатам, узлам и деталям, расположенным снизу ТС, следует принимать, м, не менее:

1,3 – для легковых автомобилей и автобусов особо малого класса;

1,1 – для грузовых автомобилей и автобусов;

0,5 – для внедорожных автомобилей-самосвалов.

На въездной части осмотровой канавы следует предусматривать рассекатель высотой 0,15 м для ТС классификаций М1, М2, N1 и высотой 0,20 м – для других ТС либо другие виды устройств, предотвращающих падение ТС в осмотровые канавы.

6.2.1.15 Проездные осмотровые канавы, располагаемые параллельно друг другу, должны иметь два выхода из каждой канавы. Указанные выходы следует оборудовать по торцам канав, либо канавы следует объединять тоннелями (подземными переходами).

Тупиковые осмотровые канавы, располагаемые параллельно друг другу, должны иметь выход из каждой канавы либо объединяться открытыми траншеями.

Высота тоннеля в свету должна быть не менее 2 м, ширина тоннеля – не менее 1 м.

Ширину траншеи следует принимать, м:

1,2 – без размещения оборудования в траншее;

2,0–2,2 – при размещении оборудования в траншее.

Для входа в осмотровые канавы следует предусматривать лестницы шириной не менее 0,7 м в количестве:

– для тупиковых осмотровых канав, объединенных траншеями, – не менее одной лестницы на три осмотровые канавы;

– для индивидуальных проездных осмотровых канав, объединенных тоннелями, – не менее одной лестницы на четыре осмотровые канавы;

– для проездных осмотровых канав поточных линий – не менее двух лестниц на каждые поточные линии, расположенные с противоположных сторон (расстояние до ближайшего выхода должно быть не более 25 м);

– для тупиковых осмотровых канав, не объединенных траншеями, – по одной лестнице на каждую осмотровую канаву.

При устройстве двух выходов по торцам длина осмотровой канавы должна превышать габаритную длину ТС на величину, обеспечивающую возможность свободного выхода из осмотровой канавы, не касаясь транспортного средства.

Входы в осмотровые канавы не следует размещать под автомобилями и на путях движения и маневрирования ТС (за исключением постов для специальной обработки ТС); входы должны иметь ограждение перилами на высоте 0,9 м.

6.2.1.16 На тупиковых осмотровых канавах следует предусматривать устройство упоров для колес ТС.

Осмотровые канавы должны иметь ниши для размещения электрических светильников и розетки для включения переносных ламп напряжением 12 В.

Для обеспечения подъема ТС на осмотровых канавах следует предусматривать передвижные или стационарные канавные подъемники.

Осмотровые канавы должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

6.2.1.17 Посты мойки автомобилей I категории разрешается размещать в помещении постов ТО и Р ТС.

6.2.1.18 Помещение для хранения смазочных материалов с размещением емкостей для свежих и отработавших масел и смазок, насосного оборудования для их транспортировки следует проектировать у наружной стены здания с непосредственным выходом наружу.

6.2.1.19 В помещениях для хранения смазочных материалов в количестве не более 10 м³ разрешается размещать насосные агрегаты для перекачки масел.

При хранении в помещении более 25 м³ смазочных материалов необходимо предусматривать вне здания подземные аварийные резервуары для слива масла из наземных расходных резервуаров, расположенных в помещении.

6.2.1.20 В помещении постов ТО и Р ТС разрешается хранение свежих и отработанных смазочных масел в резервуарах общей емкостью не более 5 м³, размещаемых в помещении или в приямке, а также установка насосного оборудования для транспортировки смазочных материалов.

6.2.1.21 Полы в помещениях ТО и Р ТС должны быть с уклоном не менее 1 % в сторону трапов и лотков.

6.2.1.22 Внутренние поверхности стен в помещениях постов мойки ТС, диагностического, окрасочного и электротехнического отделений (участков), а также компрессорной и склада смазочных материалов должны быть облицованы или окрашены на высоту 1,8 м от пола материалами, стойкими к воздействию влаги и масел, а в помещениях зарядных – стойкими к воздействию кислот.

6.2.1.23 Стены канав, приямков, траншей или тоннелей должны быть облицованы керамической плиткой светлых тонов.

6.2.2 Дополнительные требования по обслуживанию газобаллонных автомобилей

6.2.2.1 При проектировании АТП, зданий и сооружений по обслуживанию автомобилей с двигателями, работающими на КПП и СУГ (далее – газобаллонных автомобилей), а также при совместном обслуживании этих автомобилей с автомобилями, работающими на бензине или дизельном топливе, следует соблюдать требования настоящего подраздела.

Требования настоящего подраздела не распространяются на помещения постов ТО и Р ТС при поступлении в эти помещения газобаллонных автомобилей с порожними дегазированными баллонами.

6.2.2.2 На территории АТП по обслуживанию газобаллонных автомобилей следует предусматривать площадку под навесом из негорючих материалов для размещения поста слива СУГ или выпуска КПП с последующей дегазацией (продувкой) баллонов негорючим (инертным) газом. Площадку следует размещать с подветренной стороны по отношению к производственным и вспомогательным зданиям АТП.

При совместном проведении ТО и Р газобаллонных автомобилей посты для выпуска или слива газа могут быть размещены на одной площадке АТП. При этом посты должны быть разделены между собой глухой негорючей перегородкой высотой, превышающей наибольшую высоту обслуживаемого ТС не менее чем на 0,5 м.

Навес над постами для слива СУГ и выпуска КПП должен быть без ограждающих конструкций не менее чем с двух сторон.

6.2.2.3 Газопровод для сброса давления газа в баллонах на постах для выпуска КПП и дегазации баллонов после выпуска КПП и слива СУГ должен предусматриваться диаметром не менее 0,05 м и выводиться на 6 м выше уровня пола и не менее чем на 1 м выше кровли близлежащих зданий, указанных в таблице 9, в радиусе до 20 м.

6.2.2.4 Расстояние от сооружений площадок поста для слива СУГ или выпуска КПП до зданий и сооружений следует принимать по таблице 9.

Таблица 9

Наименование зданий и сооружений	Расстояния от сооружений площадок поста для слива СУГ или выпуска КПП, м, не менее		
	навеса над постом для слива СУГ или выпуска КПП	подземных резервуаров КПП при единичной емкости 25 м ³ и общей емкости до 50 м ³	подземных резервуаров СУГ при единичной емкости до 5 м ³ и общей емкости до 10 м ³
Общественные здания и сооружения	30	40	15
Жилые дома	20	40	10
Производственные, административные и бытовые здания	20	40	8
Навес над постом для слива СУГ или выпуска КПП	–	10	10
Открытая стоянка для автомобилей	15	20	8

6.2.2.5 На АТП по обслуживанию газобаллонных автомобилей складирование порожних дегазированных автомобильных баллонов осуществляется в соответствии с ТНПА и рекомендациями заводов-изготовителей баллонов.

6.2.2.6 Металлические шкафы для хранения не более 10 наполненных баллонов с негорючим (инертным) газом при глубине шкафа не более 1 м разрешается размещать непосредственно у потребителя этого газа – поста слива СУГ или выпуска КПП.

6.2.2.7 Помещения постов ТО и Р газобаллонных автомобилей следует размещать в зданиях класса Ф5.1 I и II степеней огнестойкости.

6.2.2.8 В помещениях постов ТО и Р, диагностирования и регулировочных работ газобаллонных автомобилей при аварийной ситуации, связанной с утечкой КПП или СУГ

в количестве, превышающем 20 % от НКПРП, необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- устройство системы автоматического контроля газовой среды;
- устройство аварийного освещения помещений и всех путей эвакуации из них;
- создание условий постоянного естественного проветривания.

6.2.2.9 В многоэтажных зданиях помещения, указанные в 6.2.2.7, должны быть оборудованы системами по 6.2.2.8 независимо от количества возможного поступления СУГ, КППГ в эти помещения.

6.2.2.10 В помещениях для хранения и постов ТО и Р, диагностирования и регулировочных работ газобаллонных автомобилей в нормальном режиме следует предусматривать механическую общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию, рассчитанную из условия работы двигателей автомобилей на бензине или дизельном топливе с учетом постоянно действующей естественной вентиляции в объеме однократного воздухообмена.

При нецелесообразности выполнения однократного воздухообмена за счет естественного проветривания (при применении СУГ) и для многоэтажных зданий однократный воздухообмен должен быть обеспечен постоянно действующей вытяжной вентиляцией с механическим побуждением с резервной вытяжной системой и автоматическим вводом резерва.

В помещениях следует обеспечивать воздухообмен из расчета поддержания в них концентрации КППГ, СУГ не более 0,1 НКПРП, в том числе при возникновении аварийных ситуаций. При невозможности обеспечения указанного воздухообмена основными системами вентиляции следует предусматривать вытяжные аварийные системы вентиляции в соответствии с СН 4.02.03.

6.2.2.11 На АТП по обслуживанию газобаллонных автомобилей не допускается проектировать системы приточной вентиляции с рециркуляцией воздуха.

6.2.2.12 В помещениях вытяжных вентиляционных камер следует предусматривать естественную вентиляцию.

На воздуховодах приточных систем в пределах вентиляционных камер, обслуживающих помещения постов ТО и Р, диагностирования и регулировочных работ газобаллонных автомобилей, следует предусматривать устройство обратных клапанов.

6.2.2.13 На АТП, эксплуатирующих автомобили с двигателями, работающими на СУГ, системой автоматического контроля газовой среды также необходимо оборудовать заглубленные помещения насосных станций водоснабжения и канализации, размещаемые на территории предприятия, приемные резервуары в помещениях очистки сточных вод от мойки автомобилей с выполнением мероприятий по автоматическому включению вентиляционных систем для проветривания.

6.2.2.14 Система автоматического контроля газовой среды помещений постов ТО и Р, диагностирования и регулировочных работ газобаллонных автомобилей при достижении в помещении концентрации газа в количестве 20 % от НКПРП должна автоматически обеспечивать:

- включение звукового сигнала и аварийного освещения в вышеуказанных помещениях и на всех путях эвакуации из них, а также рампах, с включением световых указателей, устанавливаемых над выходами из помещений и через каждые 50 м на путях эвакуации;

- включение аварийной и приточной вентиляции в этих помещениях, а также приточной вентиляции в смежных помещениях с проемами (оконными, дверными, технологическими и др.) и на смежных этажах в многоэтажном здании;

- отключение всех прочих потребителей электроэнергии, за исключением вытяжной вентиляции во взрывозащищенном исполнении, приведенной в 6.2.2.10, технических средств противопожарной защиты, связи и аварийного освещения.

6.2.2.15 Помещения трансформаторных подстанций, распределительных и групповых щитов, от которых осуществляется питание систем и установок, остающихся в работе при срабатывании системы контроля газовой среды в помещениях с возможным

поступлением тяжелых взрывоопасных газов (СУГ), следует размещать таким образом, чтобы между ними и помещениями постов ТО и Р, диагностирования и регулировочных работ автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, было не более одной смежной стены.

6.2.2.16 Звуковая сигнализация должна обеспечивать оповещение о срабатывании системы автоматического контроля газовой среды всех работающих в здании. Световая сигнализация должна устанавливаться в помещениях, приведенных в 6.2.2.8, а также со стороны входов в смежные помещения и в помещения с постоянным круглосуточным пребыванием людей (помещения охраны, диспетчерской и т. п.).

6.2.2.17 На площадках и в помещениях постов ТО и Р, диагностирования и регулировочных работ автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, не допускается устройство подземных сооружений: подвалов, калориферных камер для открытых стоянок автомобилей, каналов, приемков, осмотровых канав, тоннелей, колодцев, за исключением приемков в участке мойки автомобилей.

6.2.2.18 Для отвода сточных вод на АТП по обслуживанию автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, следует предусматривать:

- гидравлические затворы на трубопроводе от мойки автомобилей в локальные очистные сооружения;

- колодцы с гидравлическими затворами перед присоединением канализационной сети для сбора поверхностных сточных вод к городской дождевой канализации.

6.2.2.19 В приемках участка мойки и приемных резервуарах для сточных вод от мойки автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, следует предусматривать естественную вентиляцию в объеме не менее однократного воздухообмена.

Вытяжную вентиляцию следует проектировать с естественным побуждением, приточную – с искусственным побуждением, включаемую при срабатывании системы автоматического контроля газовой среды.

6.2.2.20 При устройстве водопроводных и канализационных колодцев на открытых площадках для хранения автомобилей с двигателями, работающими на СУГ, необходимо соблюдать требования СН 4.03.01.

6.2.2.21 Помещения насосно-компрессорного отделения и участка дегазации баллонов для СУГ следует проектировать в соответствии с требованиями СН 4.03.01.

6.3 Габариты помещений, приближения и расстояния

6.3.1 Минимальные расстояния между автомобилями, а также между автомобилями и конструкциями здания в помещениях СТО ТС для ТО и Р ТС следует принимать по требованиям заводов-изготовителей ТС или по таблице 10.

6.3.2 Высоту помещений постов ТО и Р ТС до низа выступающих строительных конструкций следует принимать по требованиям заводов-изготовителей ТС или по таблице 11.

6.3.3 Ширину внутреннего проезда для напольных постов и постов на канавах при расстановке ТС следует принимать по расчету, по данным заводов-изготовителей ТС или по таблице 12.

Таблица 10

Номенклатура расстояний	Обозначение	Минимальное расстояние, м, для автомобилей категорий			Эскиз
		I	II и III	IV	
Посты ТО и Р ТС					
От торцевой стороны автомобиля до стены	а	1,2	1,5	2,0	
От торцевой стороны автомобиля до стационарного технологического оборудования	а	1,0	1,0	1,0	
От продольной стороны автомобиля на постах для работ без снятия шин, тормозных барабанов и газовых баллонов	б	1,2	1,6	2,0	
От продольной стороны автомобиля на постах для работ со снятием шин, тормозных барабанов и газовых баллонов	б	1,5	1,8	2,5	
Между продольными сторонами автомобилей на постах для работ без снятия шин, тормозных барабанов и газовых баллонов	в	1,6	2,0	2,5	
Между продольными сторонами автомобилей на постах для работ со снятием шин, тормозных барабанов и газовых баллонов	в	2,2	2,5	4,0	
Между автомобилем и колонной	г	0,7	1,0	1,0	
От продольной и торцевой сторон автомобиля до технологического и другого оборудования	д	1,0	1,0	1,0	
Между торцевыми сторонами автомобилей	е	1,2	1,5	2,0	
От торцевой стороны автомобиля до наружных ворот	ж	1,5	1,5	2,0	

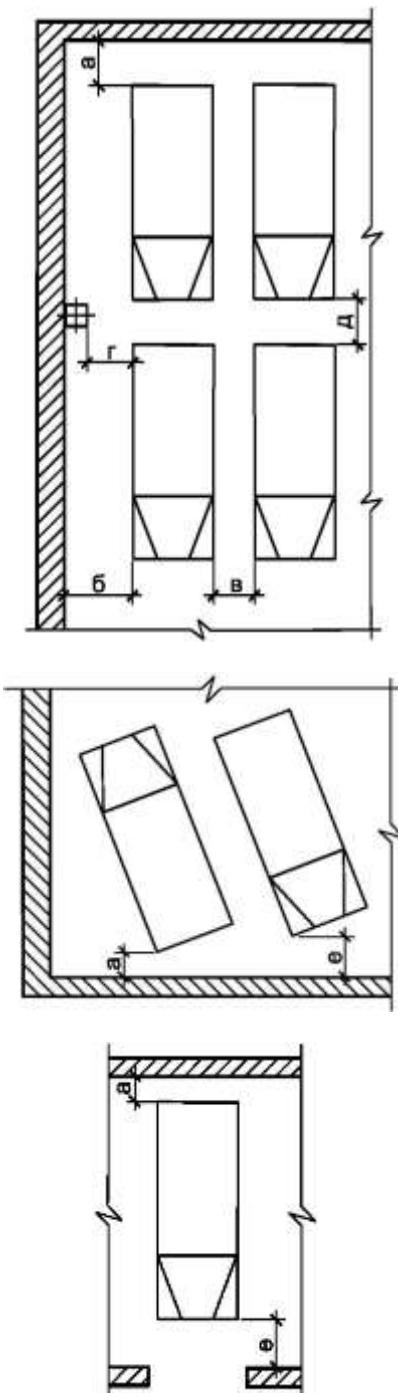
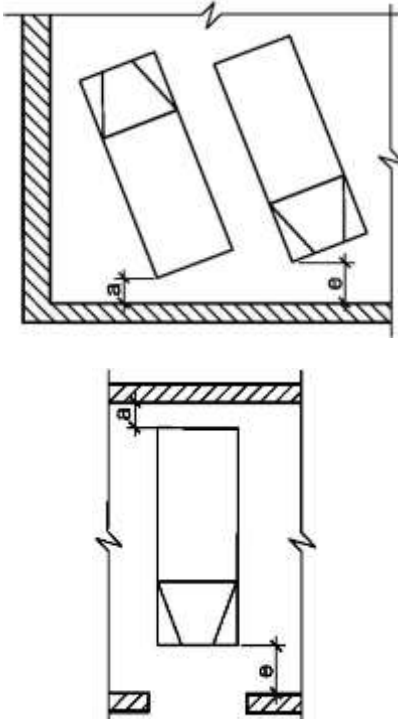
Места для хранения и ожидания ТО и Р ТС					
От заднего торца автомобиля до стены или ворот при прямоугольной и косоугольной расстановке автомобилей	а	0,5	0,7	0,7	
От продольной стороны автомобиля до стены	б	0,5	0,6	0,8	
Между продольными сторонами автомобилей	в	0,5	0,6	0,8	
От продольной стороны автомобиля до колонны или пилястры	г	0,3	0,4	0,5	
Между автомобилями, стоящими один за другим	д	0,4	0,5	0,6	
От переднего торца автомобиля до стены или ворот при прямоугольной расстановке автомобилей	е	0,7	0,7	0,7	
От переднего торца автомобиля до стены или ворот при косоугольной расстановке автомобилей	е	0,5	0,7	0,7	
От переднего торца автомобиля до устройства подогрева автомобилей в зимнее время	ж	0,7	0,7	0,7	

Таблица 11

Тип ТС	Высота помещения постов ТО и Р ТС, м				
	не оснащенного крановым оборудованием		оснащенного крановым оборудованием		
	Посты на подъемниках	Посты напольные и на канавах	подвесным		опорным
			Посты на подъемниках	Посты напольные и на канавах	Посты напольные и на канавах
Легковые автомобили, автобусы особо малого класса и грузовые автомобили особо малой грузоподъемности	3,6	3,0	4,8	4,2	—
Автобусы малого, среднего, большого и особо большого классов	5,4	4,2	6,0	5,4	—
Грузовые автомобили малой и средней грузоподъемности	5,4	4,2	6,0	5,4	—
Автомобили большой и особо большой грузоподъемности	6,0	4,8	7,2	6,0	—
Автомобили-самосвалы грузоподъемностью, т: до 5 включ. св. 5 » 8 » » 8	4,8	4,8	5,0	6,0	—
	6,0	6,0	7,2	7,2	—
	7,2	7,2	8,4	8,4	—
Карьерные автомобили-самосвалы грузоподъемностью, т: 30 43	—	8,4	—	—	12,0
	—	9,6	—	—	12,6

Примечания

1 В таблице приведена высота помещения для каждого типа ТС с учетом применения подъемно-транспортного оборудования номинальной грузоподъемности, необходимой для перемещения наиболее тяжелого агрегата или узла.

2 При оборудовании постов ТО и Р ТС локальными подъемно-транспортными средствами (монорельсом с электроталью, консольным поворотным краном), а также при применении передвижного напольного подъемно-транспортного оборудования (электроавтопогрузчиков, ручных кранов) высоту помещения следует устанавливать исходя из габаритных размеров и высоты подъема применяемого оборудования.

3 При ТО и Р смешанного парка ТС высота помещения устанавливается с учетом подъема кузова автомобилей-самосвалов в межферменном пространстве с гарантированным предохранением строительных конструкций от повреждения.

4 Высота помещения для автомобилей-самосвалов определена с учетом габаритных размеров поднятого кузова для напольных постов.

5 Высоту помещения постов ЕО следует принимать с учетом габаритных размеров моечного и другого оборудования комплекса работ ЕО.

Таблица 12

Классификация ТС	Ширина внутреннего проезда, м, для постов ТО и Р ТС								
	на канавах при расстановке ТС					напольных при расстановке ТС			
	без дополнительного маневра			с дополнительным маневром		без дополнительного маневра		с дополнительным маневром	
	Угол расстановки ТС к оси проезда								
	45°	60°	90°	60°	90°	45°	60°	90°	90°
Легковые автомобили									
Особо малого класса	4,3	5,8	—	4,7	6,4	2,9	2,9	5,5	4,8
Малого класса	4,4	5,8	—	4,9	6,5	3,1	3,1	5,3	5,0
Среднего класса	4,8	6,5	—	5,9	7,2	3,3	3,3	6,4	5,7
Автобусы									
Особо малого класса	4,8	6,5	—	5,6	7,4	3,5	3,5	5,3	4,9
Малого класса	6,5	8,7	—	7,6	10,2	4,3	4,3	7,3	6,6
Среднего класса	7,4	9,3	—	8,7	11,6	5,0	6,8	10,9	10,6
Большого класса	8,8	10,4	—	10,1	13,8	5,3	8,6	14,9	13,0
Особо большого класса	7,8	12,0	—	—	—	7,5	11,0	12,0	—
	7,0	11,0				6,5	10,0	10,8	

Грузовые автомобили									
Особо малой грузоподъемности	4,7	6,2	—	5,4	7,1	3,3	3,5	5,8	5,4
Малой грузоподъемности	5,6	7,4	—	6,4	8,5	3,5	3,6	6,5	6,0
Средней грузоподъемности	6,5	8,3	—	7,3	10,0	4,0	4,0	7,3	7,0
Большой грузоподъемности	6,3	8,8	—	7,9	10,3	4,5	4,5	8,5	8,3
Особо большой грузоподъемности	10,2	13,3	—	10,8	14,4	5,5	8,3	14,2	13,1
Полноприводные автомобили									
Малой грузоподъемности	6,5	8,7	—	6,9	9,9	3,8	4,4	8,8	6,6
Большой грузоподъемности	7,7	10,4	—	8,3	11,7	4,3	4,6	9,3	8,3
Особо большой грузоподъемности	9,2	13,3	—	10,1	14,0	4,5	5,4	15,2	11,0
Самосвалы									
Средней грузоподъемности	6,6	8,8	—	7,2	9,9	4,1	4,3	7,2	6,8
Большой грузоподъемности	5,6	7,4	—	6,2	8,5	4,0	4,1	6,4	5,8
Особо большой грузоподъемности	6,4	8,3	—	7,4	10,1	4,2	4,3	6,3	6,2
Карьерные автомобили-самосвалы									
Грузоподъемностью 30 т	7,2	9,0	13,8	3,0	11,0	3,0	6,0	9,5	9,2
Грузоподъемностью 42 т	8,3	10,5	16,3	9,5	13,0	6,5	6,5	10,7	10,5
Седельные тягачи с нагрузкой на седельное устройство									
До 3,0 т включ.	5,6	7,5	—	5,8	7,9	3,6	3,6	8,0	6,5
Св. 3,0 до 6,0 т включ.	5,7	7,3	—	5,6	7,9	3,8	3,9	6,6	6,8
Св. 6,0 до 8,0 т включ.	6,4	8,1	—	7,3	9,5	4,1	4,1	6,8	6,6
Св. 8,0 до 10,0 т включ.	6,4	8,1	—	6,8	9,1	4,1	4,1	7,2	6,7
Св. 10, до 16,0 т включ.	8,7	11,8	—	9,2	12,5	4,4	5,7	11,8	9,9
Автомобили с прицепом									
Средней и большой грузоподъемности	<u>6,0</u> 6,0	<u>9,0</u> 8,5	<u>13,0</u> 9,0	—	—	<u>6,0</u> 5,8	<u>7,0</u> 6,5	<u>9,5</u> 7,5	—
Особо большой грузоподъемности	<u>10,0</u> 8,0	<u>13,0</u> 12,0	<u>16,0</u> 12,0	—	—	<u>8,5</u> 7,5	<u>11,6</u> 8,5	<u>13,0</u> 9,5	—
Автомобили с полуприцепом									
Средней и большой грузоподъемности	7,5 6,0	<u>10,0</u> 7,5	<u>15,0</u> 10,0	—	—	<u>6,0</u> 5,8	<u>8,0</u> 7,0	<u>10,5</u> 8,5	—
Особо большой грузоподъемностью:									
до 10 т включ.	<u>9,0</u> 6,5	<u>12,0</u> 8,5	<u>15,5</u> 12,5	—	—	<u>7,0</u> 6,5	<u>9,0</u> 9,0	<u>12,0</u> 10,5	—
св. 10 т	<u>10,0</u> 8,0	<u>14,0</u> 9,5	<u>17,0</u> 15,0	—	—	<u>8,8</u> 7,8	<u>11,4</u> 8,4	<u>14,0</u> 10,0	—
Примечания 1 Ширина внутренних проездов в таблице определена из условия въезда ТС на посты ТО и Р ТС передним ходом. 2 В числителе приведены показатели ширины проезда при условии выезда ТС задним ходом, в знаменателе – при выезде ТС передним ходом. 3 Для постов на канавах ширина внутренних проездов определена с учетом длины рабочей части осмотровой канавы, равной габаритной длине ТС. 4 Дополнительный маневр ТС при въезде на посты ТО и Р ТС и выезде с них осуществляется только одним перемещением задним ходом. 5 Ширину внутренних проездов для постов ТО и Р ТС, оборудованных четырех-, шестистоечными подъемниками, следует принимать по нормам, приведенным для постов на канавах, для рабочих постов, оборудованных передвижными стойками, одно-, двухплунжерными гидравлическими подъемниками, следует принимать по нормам, приведенным для напольных постов.									

6.4 Инженерные системы и оборудование

6.4.1 Водоснабжения и канализация

6.4.1.1 СТО ТС должны быть оборудованы системами противопожарного водоснабжения в соответствии с требованиями СН 2.02.02.

Система канализации СТО ТС должна быть раздельной и состоять из сетей хозяйственно-бытовой, производственной и дождевой канализации.

6.4.1.2 Норму расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды для производственного персонала СТО ТС следует определять из расчета явочной численности персонала и нормы расхода воды на одного человека, указанной в таблице 13.

Таблица 13

Назначение расхода воды	Норма расхода воды на одного человека, л, для персонала групп производственных процессов			
	1в и 3		1б	
	в одну смену	в один час	в одну смену	в один час
Общий расход воды,	15	4,0	25	9,4
в том числе горячей воды	5	1,3	10	4,4

6.4.1.3 При определении расчетного расхода воды на пожаротушение не следует учитывать расход воды на мойку ТС, деталей и технологического оборудования, прием душа, мытье полов и поливку территории.

6.4.1.4 Системы прямоточного и обратного водоснабжения СТО ТС по надежности подачи воды следует относить к III категории согласно СН 4.01.01, за исключением элементов системы водоснабжения, связанных с пожаротушением (водопроводов, насосных станций, резервуаров противопожарного запаса воды), относящихся к I категории.

6.4.1.5 При проектировании постов мойки ТС следует предусматривать систему обратного водоснабжения с возможным использованием очищенных поверхностных вод.

6.4.1.6 Для технологических процессов с одинаковыми требованиями к качеству воды следует предусматривать системы обратного водоснабжения в виде отдельных замкнутых циклов для мойки ТС, мойки агрегатов, узлов и деталей, окраски ТС.

Стабилизационная обработка воды в системах обратного водоснабжения не требуется.

6.4.1.7 Потери воды при производстве моечных процессов следует принимать в размере до 10 % от общей потребности воды, определяемой в технологической части проекта.

Примечание – При применении системы обратного водоснабжения для мойки легковых автомобилей и автобусов на заключительной стадии моечного процесса обмыв наружных поверхностей их кузовов разрешается предусматривать свежей технической водой или, при отсутствии технического водопровода, водой питьевого качества, в количестве, необходимом для пополнения системы обратного водоснабжения.

6.4.1.8 Для очистки сточных вод от постов санитарной обработки автомобилей, перевозящих пищевые продукты, следует предусматривать локальные очистные сооружения обратного водоснабжения со сбросом излишков воды при ополаскивании водой питьевого качества в сеть бытовой канализации.

6.4.1.9 Очистные сооружения производственных сточных вод СТО ТС могут быть отдельно стоящими или размещаться внутри производственных зданий.

6.4.1.10 В составе производственного здания СТО ТС могут предусматриваться отдельные помещения для размещения оборудования закрытого типа (без открытой поверхности) для очистки:

– сточных вод от мойки ТС и сточных вод, содержащих моющие растворы, производительностью не более 30 л/с с удельным содержанием уловленных нефтепродуктов не более 10 кг с 1 м² водяной поверхности и общей площади поверхности закрытых резервуаров не более 120 м²;

– краскосодержащих сточных вод;

– кислородосодержащих сточных вод;

– сточных вод, содержащих механические примеси.

6.4.1.11 Приемные резервуары закрытого типа (без открытой поверхности) для очистки производственных сточных вод вместимостью не более 10-минутной производительности насоса, откачивающего эти сточные воды на очистные сооружения, и локальные очистные сооружения производительностью до 20 м³/сут могут размещаться в производственных помещениях непосредственно у технологического оборудования, являющегося источником сбросной воды.

6.4.1.12 На трубопроводах, подающих производственные сточные воды (нефтедержащие, краскосодержащие и содержащие моющие растворы) на локальные очистные сооружения, следует предусматривать гидравлические затворы.

6.4.1.13 Сточные воды от мытья полов помещений для хранения, постов ТО и Р ТС следует направлять на подпитку системы оборотного водоснабжения мойки ТС или в производственную канализацию.

6.4.1.14 Для защиты канализационной сети и очистных сооружений от засорения при поступлении сточных вод от мойки ТС и постов подготовки к окраске ТС следует предусматривать лотки (в пределах помещения), колодцы или приямки с защитными решетками.

6.4.1.15 При устройстве в помещениях мойки ТС канав, в них следует предусматривать водоотводные лотки с уклоном не менее 3 %. Пол канавы должен иметь уклон не менее 3 % в сторону лотка.

6.4.1.16 Самотечный коллектор для отведения сточных вод от мойки ТС должен иметь уклон не менее 3 % и диаметр не менее 150 мм – при ручной шланговой мойке и не менее 200 мм – при механизированной мойке ТС.

6.4.1.17 Насосные станции для перекачки производственных сточных вод следует относить к III категории по надежности подачи воды.

6.4.1.18 Очистные сооружения для очистки наиболее загрязненной части поверхностных сточных вод с площадок и проездов на территории СТО ТС следует рассчитывать на прием сточных вод, образующихся от малоинтенсивных часто повторяющихся дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности дождя 0,05 года, или на аккумуляцию с последующей очисткой сточных вод, образующихся после выпадения дождя слоем 10 мм, а также от таяния снега и мытья территории. Очистку должен проходить весь объем поверхностных сточных вод с территории СТО ТС.

6.4.1.19 Концентрацию взвешенных веществ в поверхностных сточных водах следует принимать по таблице 14.

Таблица 14

Категория автомобилей	Концентрация взвешенных веществ в поверхностных сточных водах, мг/л, при количестве автомобилей	
	до 200 включ.	св. 200
I	300	500
II и III	500	1000
IV	1500	2000

Примечания
 1 Указанные в таблице показатели концентрации взвешенных веществ при эксплуатации автомобилей I, II и III категорий на дорогах с гравийным и щебеночным покрытием следует принимать с коэффициентом 1,2; при эксплуатации на грунтовых дорогах – с коэффициентом 1,5.
 2 Концентрацию нефтепродуктов в поверхностных сточных водах следует принимать 40 мг/л, а биохимическую потребность в кислороде – 30 мг/л.

6.4.1.20 Очистка поверхностных сточных вод производится на очистных сооружениях для сточных вод от мойки подвижного состава при условии их сбора в регулирующем резервуаре, обеспечивающем сбор поверхностных сточных вод со всей территории СТО ТС, и подачи на очистку в разное время суток с работой мойки ТС. Очищенные поверхностные сточные воды должны использоваться для подпитки системы оборотного водоснабжения.

6.4.1.21 Степень очистки поверхностных сточных вод при отведении их в водные объекты должна отвечать требованиям [4] и [5].

Степень очистки производственных сточных вод, отводимых в сеть бытовой канализации, должна удовлетворять требованиям [5].

6.4.1.22 Характеристика загрязнений производственных сточных вод от мойки ТС и показатели качества воды для производственных нужд приведены в таблицах 15 и 16.

Таблица 15

Категория ТС и их назначение	Характеристика загрязнений, мг/л					
	Взвешенные вещества	Нефтепродукты	Тетраэтилсвинец	pH	БПК _{полн}	Содержание соли в зимний период
I	700	42	0,01–0,02	6,5–8,0	70	530
II (грузовой автомобиль)	1180–2800	50/100	0,01–0,02	6,5–8,0	140	1850
III (грузовой автомобиль)	1300–3100	50–100	0,01–0,02	6,5–8,0	140	1850
III (автобус)	2000	55	0,01–0,02	6,5–8,0	80	1370
III (сочлененный автобус)	2260	55	0,02	6,5–8,0	80	1370
IV (грузовой автомобиль)	3420	50–100	0,02	6,5–8,0	140	1850
Автомобиль-мусоровоз	1180–2800	50–100	0,01–0,02	5–7	200–400	1850
Карьерный автомобиль-самосвал	16 000	20	–	–	80	–

Примечания

1 Указанные в таблице показатели концентрации взвешенных веществ приведены для условий эксплуатации автомобилей на дорогах с твердыми покрытиями. При эксплуатации автомобилей на дорогах с гравийным или щебеночным покрытием показатели концентрации взвешенных веществ принимают с коэффициентом 1,2; при эксплуатации автомобилей на грунтовых дорогах – с коэффициентом 1,3.

2 Меньшие значения показателей принимают при механизированной мойке ТС, большие значения – при шланговой ручной мойке ТС.

3 Для грузовых автомобилей, перевозящих нефтепродукты, концентрацию загрязнений нефтепродуктами следует принимать 660 мг/л.

4 Концентрацию взвешенных веществ в поверхностных сточных водах в зимний период (при посыпке улиц от гололеда) следует принимать с коэффициентом 2,5.

Таблица 16

Наименование оборудования (назначение)	Показатели качества воды для производственных нужд													
	Температура, °С	Взвешенные вещества, мг/л	Нефтепродукты, мг/л	рН	Общая щелочность, мг-экв/л	БПК _{полн} , мг/л	Жесткость, мг-экв/л		Сухой остаток, мг/л	Сульфаты, мг/л	Хлориды, мг/л	Фосфаты и азот аммонийных солей (N), мг/л	Железо, мг/л	Тетраэтилсвинец, мг/л
							общая	карбонатная						
Оборудование для:														
наружной мойки легковых автомобилей и автобусов	5–40	40	15	6,5–8,5	–	80	18	–	10 000	–	–	–	5,0	0,001
наружной мойки грузовых автомобилей и автопоездов	5–40	70	20	6,5–8,5	–	80	18	–	10 000	–	–	–	5,0	0,001
мойки узлов и деталей щелочными растворами	5–80	200	200	Не менее 6,5	1250	–	–	–	70 000	–	–	–	–	–
промывки деталей кислотных аккумуляторов	5–30	–	–	7,0–7,2	–	–	14	1,5	1000	500	350	–	До 0,3	–
Окрасочное оборудование	5–40	50	10	6,5–8,5	–	–	14	–	3000	–	–	–	–	–
Испытательное оборудование и оборудование для диагностирования	5–70	30	5	7–8	4	–	10	3,5	2000	500	350	$\frac{5}{150}$	1–4	–
Сварочное, нагревательное оборудование	5–30	30	5	7–8	4	–	8,5	3,0	2000	500	350	$\frac{0,5}{150}$	–	–
Для заправки автомобилей	5–50	–	–	–	–	–	4,0	–	1000	–	–	–	–	–
Для пополнения оборотных систем	5–40	30	15	6,5–8,5	–	–	14	3,0	–	–	–	–	5,0	–

Для ополаскивания кузовов легковых автомобилей и автобусов	5–40	40	15	6,5–8,5	–	15	–	–	3000	–	–	–	5,0	–
Для споласкивания внутренней поверхности фургонов, перевозящих пищевые продукты	5–25	В соответствии с [6]												
Для промывки и пропаривания топливных баков	60	10	1	6,5–8,5	–	–	–	–	1000	500	350	–	–	–
<i>Примечание</i> – В числителе приведены показатели для фосфатов, в знаменателе – для азота аммонийных солей.														

6.4.2 Системы отопления, вентиляции и противодымной вентиляции

6.4.2.1 При проектировании систем отопления, вентиляции и систем противодымной вентиляции в гаражах-стоянках следует руководствоваться требованиями ТНПА, настоящих строительных норм, а также целесообразно руководствоваться [7].

6.4.2.2 Расчетную температуру внутреннего воздуха в холодный период в помещениях производственных зданий СТО ТС следует принимать:

- в складских помещениях – 10 °С;
- в помещениях мойки ТС – 18 °С;
- в остальных помещениях – по ГОСТ 12.1.005 в соответствии с категорией производства работ.

6.4.2.3 В помещениях постов ТО и Р ТС, как правило, следует проектировать воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией.

6.4.2.4 В помещениях постов ТО и Р ТС следует предусматривать дежурное отопление с применением:

- приточной вентиляции, переключаемой на рециркуляцию во внерабочее время;
- воздушно-отопительных агрегатов;
- воздушно-тепловых завес;
- водяной системы отопления местными нагревательными приборами с гладкой поверхностью без оребрения.

6.4.2.5 Потребность в тепле на обогрев въезжающего в помещение ТС следует принимать по 5.3.2.6.

6.4.2.6 Наружные ворота помещений постов ТО и Р ТС следует оборудовать воздушно-тепловыми завесами при следующих условиях:

- при количестве пяти и более въездов или выездов в час, приходящихся на одни ворота в помещениях постов ТО и Р ТС;
- при расположении постов ТО и Р ТС на расстоянии 4 м и менее от наружных ворот;
- для помещений мойки ТС, независимо от количества въездов и выездов.

Воздушно-тепловые завесы не предусматриваются у наружных ворот помещений постов ТО и Р ТС с количеством постов не более пяти.

Включение и выключение воздушно-тепловых завес должно осуществляться автоматически от датчиков температуры, установленных в зоне ворот, и от механизмов открывания ворот.

6.4.2.7 Для обеспечения требуемых условий воздушной среды в помещениях постов ТО и Р ТС следует предусматривать общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением с учетом режима работы предприятия и количества вредных выделений, устанавливаемых в технологической части проекта.

6.4.2.8 В помещениях постов ТО и Р ТС удаление воздуха системами общеобменной вентиляции следует предусматривать из верхней и нижней зон поровну с учетом вытяжки воздуха из осмотровых канав, а подачу приточного воздуха – рассредоточено в рабочую зону и в осмотровые канавы, а также в прямки, соединяющие осмотровые канавы, и в тоннели, предусматриваемые для выхода из проездных канав.

Температура приточного воздуха, подаваемого в осмотровые канавы, прямки и тоннели в холодный период года, должна быть не ниже 16 °С и не выше 25 °С.

Количество приточного и вытяжного воздуха на 1 м³ объема осмотровых канав, прямков и тоннелей следует принимать из расчета их десятикратного воздухообмена.

6.4.2.9 Системы вентиляции воздушного отопления для помещений постов ТО и Р ТС следует проектировать отдельными от аналогичных систем другого назначения.

6.4.2.10 В помещениях моек автомобилей вытяжку воздуха следует предусматривать из верхней зоны, приток – в рабочую зону.

6.4.2.11 В производственных помещениях, имеющих сообщение через двери и ворота без тамбура с помещениями для межсменного хранения и постов ТО и Р ТС, объем приточного воздуха следует принимать с коэффициентом 1,05. При этом

в помещениях для межсменного хранения и постов ТО и Р ТС объем приточного воздуха должен быть соответственно уменьшен.

6.4.2.12 В помещениях постов ТО и Р ТС на участках, связанных с работой двигателей ТС, следует предусматривать местные отсосы.

Количество удаляемого воздуха от работающих двигателей ТС, в зависимости от их мощности, следует принимать, м³/ч:

- 350 – до 90 кВт включ. (120 л. с.);
- 500 – св. 90 кВт » 130 кВт » (от 120 до 180 л. с.);
- 650 – » 130 кВт » 175 кВт » (от 180 до 240 л. с.);
- 800 – » 175 кВт (240 л. с.).

Примечание – При размещении в помещении не более пяти постов ТО и Р ТС разрешается проектировать местные отсосы с естественным удалением для ТС с мощностью не более 130 кВт (180 л. с.).

Количество неудаленных отработавших газов двигателей ТС из помещений следует принимать:

- 10 % – при шланговом отсосе.
- 25 % – при открытом отсосе.

6.4.2.13 Системы вытяжной вентиляции помещений для размещения окрасочного и аккумуляторного отделений (участков) не допускается объединять между собой и с системами вытяжной вентиляции других помещений.

6.4.3 Электротехнические устройства

6.4.3.1 Проектирование электротехнических устройств СТО ТС необходимо осуществлять по [2], настоящим строительным нормам и другим ТНПА.

6.4.3.2 По степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники СТО ТС относятся к следующим категориям:

- 1 – электроприемники систем автоматического контроля воздушной среды, аварийного эвакуационного освещения, сигнализации и вытяжной вентиляции во взрывозащищенном исполнении, приточной вентиляции, указанных в 6.2.2.8–6.2.2.10;
- 2 – электроприводы лифтов для перемещения ТС, осуществляемого только с помощью лифтов; электроприводы механизмов открывания ворот без ручного привода и аварийное освещение стоянок ТС, постоянно готовых к выезду;
- 3 – все остальные электропотребители технологического оборудования.

Примечание – Разрешается осуществлять питание электроприемников I категории по надежности электроснабжения от двух близлежащих однострансформаторных или разных трансформаторов двухтрансформаторных подстанций, подключенных к разным линиям с устройством АВР.

6.4.3.3 Освещение осмотровых канав следует предусматривать светильниками с люминесцентными лампами со степенью защиты не ниже IP5X по ГОСТ ИЕС 60598-1 и по ГОСТ 14254. Светильники, установленные в ниши осмотровых канав, должны быть защищены от механических повреждений.

6.4.4 Автоматическое пожаротушение, автоматическая пожарная сигнализация и оповещение

Оборудование помещений СТО ТС автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации целесообразно осуществлять в соответствии с [8].

Оповещение о пожаре и управление эвакуацией целесообразно предусматривать в соответствии с [9].

Библиография

- [1] Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-3
- [2] ПУЭ Правила устройства электроустановок (6-е изд.)
- [3] Правила по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 1 марта 2011 г. № 18
- [4] Санитарные правила и нормы
СанПиН 2.1.2.12-33-2005 Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения
Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 198
- [5] Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 марта 2015 г. № 13 «Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов»
(Изменения и дополнения: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 26 мая 2017 г. № 16)
- [6] Санитарные правила и нормы
СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества
Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19 октября 1999 г. № 46
- [7] ОНТП 01-91 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта
Утверждены протоколом концерна «Росавтотранс» от 7 августа 1991 г. № 3
- [8] Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь
НПБ 15-2007 Область применения автоматических систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения
Утверждены приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 10 декабря 2007 г. № 167
- [9] СНБ 2.02.02-01 Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 3.03.02-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ТРАМВАЙНЫЕ И ТРОЛЛЕЙБУСНЫЕ ЛИНИИ

ТРАМВАЙНЫЯ І ТРАЛЕЙБУСНЫЯ ЛІНІІ

Издание официальное

Минск 2020

УДК [625.46+656.132] (083.74)

Ключевые слова: трамвайные линии, троллейбусные линии, земляное полотно и водоотвод, верхнее строение пути, обустройства пути, контактные сети трамвая и троллейбуса, электроснабжение и тяговые подстанции, депо, ремонтные мастерские и стоянки

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: д-р. техн. наук, проф. В. Н. Яромко, И. Л. Лишай, Б. Р. Альшванг, О. В. Ищенко

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 3.03 «Сооружения транспорта и транспортная инфраструктура»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой СНиП 2.05.09-90)

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Общие положения
- 5 Трамвайные пути и обустройства
 - 5.1 Габариты
 - 5.2 План и продольный профиль
 - 5.3 Пересечения, примыкания, остановочные пункты и разъезды
 - 5.4 Земляное полотно и водоотвод

- 5.5 Верхнее строение пути
- 5.6 Мосты, путепроводы, эстакады и тоннели
- 5.7 Обустройства пути
- 5.8 Сигнализация, централизация и блокировка
- 5.9 Связь и сигнализация на линиях трамвая и троллейбуса
- 6 Троллейбусные линии
- 7 Контактные сети трамвая и троллейбуса
 - 7.1 Контактные подвески
 - 7.2 Поддерживающие и фиксирующие устройства
 - 7.3 Опорные устройства
 - 7.4 Подвесная арматура и специальные части контактной сети
 - 7.5 Изоляция контактной сети
 - 7.6 Питание и секционирование
 - 7.7 Анкеровки и устройства компенсации натяжения проводов
 - 7.8 Пересечения и взаимные сближения трамвайных и троллейбусных линий с воздушными линиями электропередачи
 - 7.9 Устройства по обслуживанию движения трамваев и троллейбусов
- 8 Электроснабжение и тяговые подстанции
- 9 Депо, ремонтные мастерские и стоянки
 - 9.1 Основные положения
 - 9.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Общие положения
 - 9.3 Помещения для технического обслуживания и ремонта подвижного состава
 - 9.4 Вспомогательные помещения
 - 9.5 Водоснабжение и канализация
 - 9.6 Теплоснабжение, отопление и вентиляция
 - 9.7 Электроснабжение и электротехнические устройства
- Приложение А Расчетные размеры подвижного состава трамвая
- Приложение Б Размеры свеса середины вагона и выноса угла на кривой для четырехосного подвижного состава трамвая
- Приложение В Нормативы допустимых сближений контактных сетей городского электрического транспорта с линиями электропередачи и контактными сетями железных дорог
- Приложение Г Расчетная температура воздуха в холодный период в помещениях депо
- Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

Трамвайные и троллейбусные линии

Трамвайныя і тралейбусныя лініі

Tram and trolleybus lines

**Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования**

1 Область применения

Настоящие строительные нормы предназначены для применения при проектировании вновь возводимых, реконструируемых и ремонтируемых транспортных сооружений, располагаемых в населенных пунктах.

Настоящие строительные нормы распространяются на:

- трамвайные линии (с шириной рельсовой колеи на прямых участках 1524 мм) для обычных и скоростных трамваев; грузовые и служебные, а также трамвайные линии, располагаемые на территории депо и ремонтных мастерских (заводов);
- троллейбусные линии;
- здания и сооружения для хранения, ремонта и обслуживания подвижного состава электрического транспорта.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:

- СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений
- СН 3.02.02-2019 Общественные здания
- СН 3.03.01-2019 Мосты и трубы
- СН 3.03.04-2019 Автомобильные дороги
- СН 4.01.02-2019 Канализация. Наружные сети и сооружения
- СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
- ТКП 139-2008 (02190) Трамвайные пути. Порядок устройства
- ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний
- ТКП 474-2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
- ТКП 45-3.02-90-2008 (02250) Производственные здания. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-2.01-111-2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.03-115-2008 (02250) Метрополитены. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки
- ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-2.04-154-2009 (02250) Защита от шума. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация. Состав и содержание
- ТКП 45-5.09-310-2017 (33020) Полы. Строительные нормы проектирования
- ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования
- СТБ 1081-97 Шпалы железобетонные предварительно напряженные для железных дорог колеи 1520 мм. Технические условия
- СТБ 1957-2009 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия
- ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии
- ГОСТ 78-2014 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия
- ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия

ГОСТ 2584-86 Провода контактные из меди и ее сплавов. Технические условия
ГОСТ 3062-80 Канат одинарной свивки типа ЛК-О конструкции $1 \cdot 7 \cdot (1 + 6)$.
Сортамент
ГОСТ 3064-80 Канат одинарной свивки типа ТС конструкции $1 \cdot 37 \cdot (1 + 6 + 12 + 18)$. Сортамент
ГОСТ 4775-91 Провода неизолированные биметаллические сталемедные. Технические условия
ГОСТ 7173-54 Рельсы железнодорожные типа Р43 для путей промышленного транспорта. Конструкция и размеры
ГОСТ 7174-75 Рельсы железнодорожные типа Р50. Конструкция и размеры
ГОСТ 7392-2014 Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия
ГОСТ 7394-85 Балласт гравийный и гравийно-песчаный для железнодорожного пути. Технические условия
ГОСТ 8161-75 Рельсы железнодорожные типа Р65. Конструкция и размеры
ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 14202-69 Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки
ГОСТ 21797-2014 Шайбы пружинные двухвитковые для железнодорожного пути. Технические условия
ГОСТ 22133-86 Покрытия лакокрасочные металлорежущего, кузнечно-прессового, литейного и деревообрабатывающего оборудования. Общие требования
ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности
ГОСТ 23476-79 Арматура контактной сети трамвая и троллейбуса. Общие технические условия
ГОСТ 23961-80 Метрополитены. Габариты приближения строений, оборудования и подвижного состава
ГОСТ 28041-89 Пересечения, изоляторы секционные, стрелки контактных сетей трамвая и троллейбуса. Общие технические требования.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 аварийный режим электроснабжения: Режим работы системы электроснабжения, при котором в результате отказа или сочетания отказов элементов системы соблюдение технических нормативов становится невозможным.

Примечание – Наступление аварийного режима требует сокращения или полного прекращения движения.

3.2 вынужденный режим электроснабжения: Режим работы системы электроснабжения, связанный с отключением одного из резервируемых элементов питающей линии, преобразователя или источника питания собственных нужд.

Примечание – В вынужденном режиме нормальная работа подвижного состава, расчетные значения размеров и скорости движения сохраняются за счет использования резервов; электрические нагрузки и падения напряжения не должны превышать допустимых значений.

3.3 гибкие поперечины: Гибкие поддерживающие устройства, к которым подвешены контактные подвески и другие элементы контактной сети.

3.4 держатель кривой: Устройство, служащее для фиксации контактных проводов троллейбусной линии на кривой, обеспечивающее плавный проход головки токоприемника в месте излома контактного провода.

3.5 децентрализованная система электроснабжения: Система электроснабжения, в которой каждая секция контактной сети в нормальном режиме электроснабжения питается от двух соседних тяговых подстанций, полностью взаимно резервируемых по проводам контактной сети.

3.6 длина сближения: Протяженность контактной сети городского электрического транспорта в пределах зоны влияния.

3.7 допустимое сближение: Ширина сближения, при которой максимальный индуктированный ток в конце зоны сближения в режиме однофазного короткого замыкания влияющей линии не превышает безопасного уровня.

3.8 зона влияния: Пространство, в котором контактная сеть городского электрического транспорта находится в электромагнитном поле, создаваемом проводами высоковольтных линий или контактной сетью железной дороги переменного тока, и приобретает вследствие этого индуктированные потенциалы, которые могут представлять опасность для людей и оборудования.

3.9 индуктированный ток: Ток, обусловленный индуктивным влиянием, который проходит через тело человека, стоящего на земле и прикасающегося к изолированному от земли корпусу подвижного состава городского электрического транспорта, соединенного с подверженной индуктивному влиянию контактной сетью.

3.10 компенсированная контактная подвеска: Простая или цепная контактная подвеска, в которой натяжение контактных проводов и продольных несущих тросов регулируется автоматически.

Примечание – Продольные несущие тросы предусматривают в цепных подвесках.

3.11 контактная линия: Участок контактной сети, относящийся к одному трамвайному или троллейбусному пути одного направления.

3.12 контактная подвеска: Система подвешивания контактного(-ых) провода(-ов) к поддерживающим устройствам.

3.13 контактная сеть: Совокупность устройств (опорные устройства, поддерживающие устройства, контактные подвески, специальные части, арматура), служащих для подведения электроэнергии непосредственно к токоприемнику подвижного состава.

3.14 косое сближение: Расположение влияющего и подверженного влиянию проводов, при котором их проекции на горизонтальную плоскость в зоне влияния не параллельны.

3.15 малогабаритная контактная подвеска: Простая или цепная контактная подвеска с ограниченным расстоянием от точек подвешивания контактного провода до точек закрепления поддерживающего устройства, предназначенная для применения в условиях стесненных габаритов по высоте.

3.16 некомпенсированная контактная подвеска: Простая или цепная контактная подвеска, в которых натяжение проводов и продольных несущих тросов (в цепных подвесках) автоматически не регулируется.

3.17 несущая поперечина: Гибкое поддерживающее устройство из троса, к которому закреплена контактная подвеска специальной части контактной сети и устройства контактной сети, воспринимающее в основном нагрузки от массы подвески, специальной части, устройств контактной сети, а также от фиксаторов.

3.18 нормальный режим электроснабжения: Режим работы системы электроснабжения без использования резервов, обеспечивающий питание контактной сети при расчетных размерах движения в часы максимума и для условий наибольшего сопротивления движению подвижного состава при требуемых технических и наивысших экономических показателях транспортной системы.

3.19 обратный фиксатор: Фиксирующее устройство, состоящее из стойки и закрепленного к ней фиксатора или оттяжки, воспринимающее нагрузку от излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.20 опоры (стойки): Специальные отдельно стоящие конструкции, к которым закрепляются поддерживающие устройства контактной сети, питающих и усиливающих линий, а также сетей другого назначения.

3.21 опорные устройства: Устройства (конструкции), к которым закрепляются поддерживающие устройства контактной сети, питающих и усиливающих линий.

3.22 оттяжка: Фиксирующее устройство из троса или проволоки, воспринимающее растягивающую нагрузку от излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.23 параллельное сближение: Расположение влияющего провода и подверженного влиянию провода, при котором их проекции на горизонтальную плоскость в зоне влияния параллельны.

3.24 питающие линии: Воздушные провода или кабельные линии, электрически соединяющие шины тяговых подстанций с контактными проводами и рельсами.

3.25 поддерживающие устройства: Гибкие или жесткие конструкции, к которым подвешиваются контактные подвески, специальные части и другие элементы контактной сети.

Примечание – К гибким или жестким конструкциям относятся тросовые и проволочные поперечины, кронштейны и др.

3.26 полукомпенсированная контактная подвеска: Цепная контактная подвеска, в которой автоматически регулируется натяжение только контактного провода.

3.27 простая гибкая поперечина: Гибкое поддерживающее устройство из троса или проволоки, к которому непосредственно закреплен контактный провод, воспринимающее нагрузку от массы подвески и излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.28 простая контактная подвеска: Контактная подвеска, в которой контактный провод подвешивают непосредственно к поддерживающему устройству при помощи подвесной арматуры и струн.

Примечание – Разновидности простой подвески:

– по конструкции подвешивающих устройств – на гибких поперечинах, на кронштейнах, на потолочных подвесках (жесткая);

– по конструкции струн – на наклонных струнах, петлевая.

3.29 продольная электродвижущая сила; ЭДС: Разность потенциалов, индуцированных на концах подверженного влиянию провода при магнитном воздействии.

3.30 специальные части контактной сети: Сложные конструкции заводского изготовления: стрелочные узлы троллейбусных линий, пересечения троллейбусных контактных линий, пересечения троллейбусных контактных линий с трамвайными контактными линиями.

3.31 тяговая сеть: Совокупность устройств (питающие линии, рельсовая сеть, контактная сеть, усиливающие линии), служащих для передачи электрической энергии к подвижному составу.

3.32 усиливающие провода: Воздушные провода или кабельные линии, проложенные вдоль контактных линий, служащие для увеличения электрической проводимости контактной сети.

3.33 фиксатор: Устройство, предназначенное для фиксации положения контактного провода в плане, воспринимающее нагрузку от излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.34 фиксирующая поперечина: Составная часть цепной гибкой поперечины, выполненная из троса или проволоки, воспринимающая горизонтальные нагрузки от фиксации положения контактного провода.

3.35 централизованная система электроснабжения: Система, в которой каждая тяговая подстанция осуществляет автономное питание тяговой сети без автоматической разгрузки соседними подстанциями.

3.36 цепная гибкая поперечина: Гибкое поддерживающее устройство, состоящее из несущей и фиксирующей поперечины.

3.37 цепная контактная подвеска: Контактная подвеска, в которой контактный провод подвешен к продольному несущему тросу, закрепленному к поддерживающему устройству.

3.38 частично компенсированная подвеска: Контактная подвеска, в которой удлинение контактного провода при изменении температуры компенсируется частично.

3.39 ширина сближения: Расстояние между проекциями на горизонтальную плоскость влияющего провода и подверженного влиянию провода в зоне влияния.

3.40 эквивалентная ширина сближения: Ширина параллельного сближения, при котором в рассматриваемой цепи наводят такую же по величине продольную ЭДС, что и при данном косом сближении.

4 Общие положения

4.1 Требования настоящих строительных норм следует соблюдать при проектировании вновь возводимых, реконструкции и ремонте существующих:

- трамвайных линий с шириной рельсовой колеи на прямых участках 1524 мм, с расчетными скоростями сообщения не более 24 км/ч (обычный трамвай) и 24 км/ч и более (скоростной трамвай); грузовых и служебных трамвайных линий, а также трамвайных линий, расположенных на территории депо, ремонтных мастерских и заводов, разворотных колец;

- троллейбусных линий;

- контактных сетей трамвайных и троллейбусных линий.

Следует проектировать линии скоростного трамвая с шириной рельсовой колеи на прямых участках 1524 мм при соблюдении условий, указанных в таблице 10 (примечание 1).

4.2 При проектировании путей обычного трамвая, которые в перспективе (в ближайшие 10–15 лет) могут быть использованы для скоростного трамвая, труднопереустройстваемые элементы пути (земляное полотно, кривые участки, продольный профиль, габариты приближения строений и др.) следует предусматривать в соответствии с нормами проектирования транспортных сооружений для скоростного трамвая согласно требованиям настоящих строительных норм.

4.3 За расчетную скорость сообщения принимается скорость движения трамваев или троллейбусов между конечными пунктами посадки (высадки) пассажиров, включая время стоянок на промежуточных остановках.

4.4 Трамвайные и троллейбусные линии следует проектировать в соответствии с комплексной схемой развития всех видов городского пассажирского транспорта и в увязке с проектом планировки и застройки города.

4.5 Проектирование новых и реконструкцию существующих трамвайных и троллейбусных линий, их отдельных сооружений и устройств следует осуществлять с учетом требований ТКП 45-1.02-295.

4.6 Линии скоростного трамвая следует проектировать в городах и между городом и тяготеющими к нему населенными пунктами на направлениях с устойчивым пассажиропотоком не менее 7000 пассажиров в час пик в одном направлении или при других потоках при соответствующем обосновании. Линии трамвая, работающего в обычном режиме, следует проектировать на направления с устойчивым пассажиропотоком не менее 5 тыс. пассажиров в час пик в одном направлении.

Движение по линиям скоростного трамвая должно быть организовано автономно от трамвая, работающего в обычном режиме, с обеспечением удобных пересадочных узлов. Следует проектировать линии обычного трамвая с организацией скоростного

движения на вылетных направлениях или при подземном прохождении трассы в зоне центра города. Для скоростного и обычного трамваев следует предусматривать единую систему хранения, технического обслуживания, энергоснабжения и управления.

4.7 Пропускную и провозную способность трамвайных и троллейбусных линий следует определять на пятый год эксплуатации по участку, наиболее загруженному при максимальной нагрузке. При этом наполнение подвижного состава следует принимать из расчета, что все места для сидения заняты, а на 1 м² свободной площади пола пассажирского салона размещаются 4,5 стоящих пассажира.

Наименьший допустимый интервал времени между поездами (одиночными вагонами) трамвая определяют путем расчета. На стадии разработки комплексных транспортных схем данный интервал принимают равным 50 с.

4.8 Расчетные размеры подвижного состава трамваев, учитываемые при проектировании путей, принимают в соответствии с приложением А.

4.9 Пассажирские трамвайные линии следует проектировать двухпутными. Однопутные участки необходимо предусматривать в местах, где исключается одновременное встречное движение поездов (вагонов).

Сплетение трамвайных путей и однопутные участки протяженностью не более 500 м на двухпутных линиях могут допускаться временно на период производства строительных или ремонтных работ.

4.10 В зависимости от местных условий трамвайные пути следует предусматривать:

- на обособленном полотне, отделенном от проезжей части или тротуаров разделительной полосой шириной не менее 2 м. При этом головки рельсов должны быть расположены выше уровня бортового камня, ограждающего проезжую часть;

- на самостоятельном полотне (преимущественно на загородных участках трамвайной линии);

- на совмещенном полотне (при этом головки рельсов должны быть расположены не ниже уровня проезжей части улиц и площадей, по оси проезжей части или по одной из ее сторон), а также на реконструируемых трамвайных линиях при невозможности переустройства на обособленное полотно. На совмещенном полотне следует предусматривать в зоне остановочных пунктов и на участках с повышенной аварийностью пешеходного движения установку сетчатого ограждения в междупутье.

Размещение трамвайных путей в пределах проезжей части автомобильных дорог общей сети не допускается. На автомагистралях, имеющих отдельные полосы движения, размещение трамвайных путей возможно в разделительной полосе, если ее ширина соответствует требованиям 5.4.3.

4.11 Скоростные линии трамвая следует проектировать наземными на обособленном полотне, расположенном вдоль магистральных улиц, или на самостоятельном полотне – вне пределов населенных пунктов.

Обособленное трамвайное полотно следует отделять от проезжих частей улиц, тротуаров и велосипедных дорожек разделительными полосами (газонами) с устройством ограждений, запрещающих доступ пешеходов и нерельсового транспорта, кроме специального транспорта по обслуживанию и ремонту. Разделительные полосы на подходах к мостам, путепроводам и эстакадам необходимо предусматривать.

Для отдельных участков пути (в центральных районах города с интенсивным движением, при наличии узких улиц с капитальной застройкой, в транспортных узлах, а также в трудных топографических условиях) при соответствующем технико-экономическом обосновании следует проектировать тоннели или эстакады.

На перегонах скоростных линий трамвая, прокладываемых на застроенной территории, следует предусматривать надземные или подземные пешеходные переходы, расстояние между которыми устанавливается в зависимости от градостроительной ситуации, а также переезды в необходимых случаях при соответствующем обосновании.

4.12 Устройство трамвайных путей должно предусматривать мероприятия по ограничению шума, вибрации и утечки тока в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602 и ТКП 45-2.01-111.

4.13 В проекте отдельным комплексом следует выделить работы, выполняемые после обкатки трамвайного пути в течение 5–6 мес. (послеосадочный ремонт, устройство бесстыкового пути и дорожного покрытия).

4.14 Требования по проектированию, установленные в настоящих строительных нормах для стесненных условий, следует применять при наличии узких улиц с капитальной застройкой, а также в тех случаях, когда применение основных норм связано со сносом или капитальным переустройством существующих зданий и сооружений, значительным увеличением объемов и стоимости строительных работ. Применение данных норм должно быть обосновано в проекте.

5 Трамвайные пути и обустройства

5.1 Габариты

5.1.1 Расстояние между осями смежных трамвайных путей на прямых участках должно обеспечивать необходимые зазоры безопасности:

– между трамвайным вагоном и опорой контактной сети, расположенной в междупутье, – не менее 300 мм;

– между трамвайными вагонами (при отсутствии опор контактной сети в междупутье) или трамвайным вагоном и экипажем другого вида транспорта как на прямых, так и на криволинейных участках пути – не менее 600 мм;

– между трамвайным вагоном и сетчатым ограждением, расположенном в междупутье, – не менее 300 мм.

В начале и конце кривых и в трамвайных узлах величину зазора безопасности необходимо уменьшать до 300 мм на протяжении не более 20 м.

5.1.2 Расстояние между осями смежных трамвайных путей (на прямой), мм, должно составлять:

3200 – при боковом размещении опор контактной сети;

3700 – при установке опор контактной сети в междупутье.

Если опоры контактной сети имеют ширину 350 мм и менее, следует уменьшить ширину междупутья до 3550 мм.

При строительстве трамвайных путей с применением путеукладочных механизмов железнодорожного типа ширину следует увеличивать до 4100 мм.

Расстояние между осями смежных трамвайных путей скоростного трамвая, располагаемых на путепроводах, мостах, эстакадах и в тоннелях, следует принимать по ГОСТ 23961.

5.1.3 Расстояние между осями смежных путей открытой стоянки вагонов на территории депо на прямых участках должно быть не менее 3800 мм. В районах с высотой снежного покрова более 0,3 м указанное расстояние через каждые два – три пути следует увеличивать до 6250 мм.

Расстояние между осями смежных путей, разделенных пожарным проездом, должно быть не менее 8000 мм.

5.1.4 Расстояние между осями смежных трамвайных путей на криволинейных участках пути необходимо увеличивать на сумму размеров свеса середины вагона с внутренней стороны кривой и выноса угла вагона с наружной стороны кривой в соответствии с приложением Б.

Расстояние между осями смежных путей на криволинейных участках трамвайной линии для четырехосного подвижного состава обычного трамвая следует принимать по таблице 1.

Таблица 1

Радиус кривой, м	Расстояние между осями смежных путей на криволинейных участках трамвайной линии, мм, при исходных расстояниях между осями на прямых участках	
	3200	3700
20	4100	4100
25	3860	3860
30	3710	3710
40	3580	3700
50	3500	3700
60	3450	3700
75	3400	3700
100	3350	3700
150	3300	3700
300	3250	3700
1000	3200	3700

Для шести- и восьмиосных вагонов расстояние между осями смежных путей на криволинейных участках следует определять в проекте в зависимости от конструктивных особенностей подвижного состава расчетного типа.

Расстояние между осями смежных путей на криволинейных участках линий скоростного трамвая (при исходном расстоянии между осями на прямых участках, равном 3200 мм), мм, следует принимать:

- 3500 – при радиусах кривых, м, от 100 до 300 включ.;
- 3400 – то же » 300 » 500 » ;
- 3300 – » » 500 » 800 » ;
- 3200 – » » 800 .

Переход от нормальных междупутных расстояний на прямых участках пути к увеличенным на криволинейных участках следует принимать в пределах переходных кривых за счет применения на внутреннем пути переходных кривых увеличенной длины по сравнению с длиной, принятой для наружного пути.

При отсутствии переходных кривых увеличение междупутных расстояний достигается путем применения на внутреннем пути круговых кривых большего радиуса, чем радиус основной кривой.

5.1.5 Расстояние от оси пути на прямых участках до зданий, сооружений и устройств, м, следует принимать, не менее:

- для жилых и общественных зданий – 20,0;
- для нежилых зданий и уличных ограждений – 2,8;
- для стен тоннелей, подпорных стенок, опор мостов и путепроводов, перил мостов, ограждений мест производства работ (при запрещении к ним доступа пешеходов) – 2,3;
- для сетчатого ограждения в междупутье на прямых участках – 1,55;
- для тротуаров, проезжей части (внешняя грань бортового камня или бровка мощеного подзора) при отсутствии разделительной полосы или посадочной площадки – 1,9;
- для опор освещения и контактной сети на территории депо и мастерских (заводов), расположенных вне междупутья одиночных стволов деревьев с диаметром кроны до 5 м:
 - в нормальных условиях – 5,0;
 - в стесненных условиях – 3,0;
- для кустарников, высотой, м:
 - до 1 включ. – 1,5;
 - св. 1 – 3,0;
- для опор освещения и контактной сети на территории депо и мастерских (заводов), расположенных вне междупутья – 1,9;

– для стоек проемов въездных ворот на территорию и в здание депо	– 1,9;
– для края посадочной площадки	– 1,4;
– для шумозащитного экрана (при запрещении доступа пешеходов)	
высотой, м:	
до 0,7 включ.	– 1,5;
св. 0,7	– 2,3;
– для одиночных стволов деревьев с диаметром кроны до 5 м	– 5,0;
– для ограждений трамвайной линии (при запрещении доступа пешеходов),	
одиночных столбов	– 2,3;
– для навесов посадочных площадок, дорожных знаков, светофоров	
(на высоте более 2,5 м)	– 1,9;
– для парапетов выходов из подземных пешеходных переходов или	
лестничных маршей надземных пешеходных переходов	– 2,3;
– для станционных сооружений трамвая:	
на перегонах	– 2,3;
на конечных станциях	– 4,4;
– для напольных сооружений скоростных линий трамвая высотой не более	
0,7 м	– 1,5.

Примечания

1 На кривых участках пути минимальные расстояния от оси пути до зданий, сооружений и устройств следует увеличивать на размер выноса или свеса вагона.

2 Для реконструируемых линий расстояние от оси пути до жилых и общественных зданий необходимо уменьшать с учетом мнения местных органов власти.

5.1.6 Подземные коммуникации следует располагать за пределами самостоятельного земляного полотна трамвайного пути на расстоянии не менее 2 м от бровки откоса выемки или подошвы насыпи.

Для путей, расположенных в одном уровне с проезжей частью или на обособленном полотне, расстояние по горизонтали от оси пути до подземных коммуникаций, м, следует принимать не менее:

2,8 – до водопровода, напорной и самотечной канализации (бытовой и дождевой), дренажей общей сети, кроме путевых, тепловых сетей (до наружной стенки канала), газопроводов с давлением до 0,294 МПа (3 кгс/см²), силовых кабелей и кабелей связи, общих коллекторов;

3,8 – до газопроводов высокого давления св. 0,294 до 3,53 МПа.

Следует уменьшать расстояния от оси пути до силовых кабелей до 2 м при условии прокладки кабелей в изолирующих блоках или трубах.

Верх трубы или защитного кожуха подземного трубопровода, пересекаемого трамвайными путями, должен быть расположен на глубине не менее 1,2 м от головки рельса.

Пересечения подземных инженерных сетей с трамвайными путями следует выполнять под углом 90°. В стесненных условиях при соответствующем обосновании следует уменьшать угол пересечения до 75°.

В стесненных городских условиях взаимное размещение путей и инженерных коммуникаций необходимо в любом сочетании при соответствующем конструктивном решении защиты коммуникаций от нагрузок трамвая.

5.1.7 Инженерные сети под трамвайными путями должны находиться в защитных изолирующих футлярах, трубах, кожухах, блоках на глубине не менее 1,2 м от головки рельса до верха конструкции при открытом способе производства работ, продавливании и горизонтальном бурении и не менее 3 м от головки рельса – при щитовой проходке. Концы защитных устройств на инженерных сетях должны быть выведены на расстояние не менее 2 м от крайних рельсов.

Пересечение трамвайных путей подземными инженерными сетями следует выполнять на расстоянии не менее 4 м от стрелок, крестовин и мест присоединения отсасывающих кабелей.

Пересечения трамвайных путей с линиями электропередач и связи, газопроводами, водопроводами и другими наземными и подземными устройствами и сооружениями следует проектировать с соблюдением требований соответствующих технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА) по проектированию этих устройств и сооружений.

При реконструкции трамвайных путей и соответствующем обосновании в проекте необходимо сохранять существующие безнапорные инженерные сети в полосе трамвайных путей. При этом необходимо предусматривать меры, исключающие нарушение движения трамвайных поездов в случае аварий или ремонта инженерных сетей (вынос горловины колодца и т. п.).

При реконструкции трамвайных путей с применением технологии бесшпальной вклейки рельсов в соответствии с ТКП 139 нормально функционирующие несамортизированные существующие переходы инженерных сетей под трамвайными путями следует не переустанавливать. Коэффициент уплотнения грунтового основания под бесшпальный трамвайный путь должен составлять не менее 0,98 в соответствии с СН 3.03.04 и ГОСТ 22733.

5.1.8 Расстояние от уровня головок рельсов до низа пролетных строений мостов, путепроводов и эстакад должно быть не менее 5,0 м. Для существующих сооружений и в стесненных условиях данное расстояние следует уменьшать до 4,6 м.

5.2 План и продольный профиль

5.2.1 Криволинейные участки пути в плане следует проектировать возможно больших радиусов, при этом максимальный радиус не должен превышать 2000 м.

Наименьший радиус кривых в плане следует принимать по таблице 2.

Таблица 2

Расположение путей	Наименьший радиус кривых в плане, м	
	в нормальных условиях	допустимых в стесненных условиях
На перегонах трамвая:		
– скоростного	400	200
– обычного	50	25
На разворотных кольцах, в узлах, на грузовых и служебных путях, а также на путях, расположенных на территории депо и ремонтных мастерских (заводов)	25	20

Для скоростных трамвайных линий, расположенных на мостах, путепроводах и в тоннелях, наименьшие радиусы кривых следует принимать в соответствии с ТКП 45-3.03-115.

При размещении трамвайных путей в пределах земляного полотна автомобильной дороги необходимо применять радиусы кривых более 2000 м – в соответствии с радиусами кривых, принятыми для автомобильной дороги.

Увеличение радиуса св. 2000 м необходимо также при малых углах поворота для обеспечения минимально допустимой длины кривой. Длина круговой кривой, за исключением кривых в узлах, должна быть не менее 10 м.

Шаг изменения радиусов кривых в плане следует принимать при радиусах, м:

от 20 до 35 – через 1 м;
 » 35 » 100 – » 5 м;
 » 100 » 200 – » 10 м;
 » 200 » 1000 включ. – » 50 м;
 св. 1000 – » 100 м.

Для узлов и стрелочных переводов требуется отступление от приведенных значений кратности радиусов.

5.2.2 Криволинейные участки пути радиусом 1000 м и менее для скоростных линий, 100 м и менее для обычных линий трамвая должны сопрягаться с прямыми участками посредством переходных кривых, наименьшая длина которых определяется в зависимости от скорости движения трамвайных поездов (вагонов). Наименьшую длину переходных кривых следует принимать: для скоростного трамвая – по таблице 3, для обычного трамвая – по таблице 4.

Таблица 3

Радиус круговой кривой, м	Наименьшая длина переходных кривых, м, для скоростных линий трамвая при скорости движения трамвайных поездов (вагонов), км/ч							
	от 80 до 76	от 75 до 71	от 70 до 66	от 65 до 61	от 60 до 56	от 55 до 51	от 50 до 46	от 45 до 41
1000	40	30	30	25	20	–	–	–
800	50	40	35	30	25	20	–	–
600	–	50	45	40	30	25	–	–
500	–	60	55	45	35	30	–	–
400	–	–	–	50	45	35	30	–
350	–	–	–	50	50	40	30	–
300	–	–	–	–	50	45	35	–
250	–	–	–	–	–	–	40	35
200	–	–	–	–	–	–	50	40

Таблица 4

Радиус круговой кривой, м	Наименьшая длина переходных кривых, м, для обычных линий трамвая			
	на совмещенном полотне при скорости движения трамвайных поездов (вагонов), км/ч		на обособленном и самостоятельном полотне при скорости движения трамвайных поездов (вагонов), км/ч	
	24–21	20–15	24–21	20–15
100	9	–	18	–
75	9	8	18	14
50	9	8	18	14
30	–	8	–	14
20	–	7	–	–

Для стесненных условий необходимо принимать меньшие значения длин переходных кривых в пределах, указанных в таблицах 3 и 4, с соответствующим ограничением скорости движения.

На разворотных кольцах, в узлах, на путях, расположенных на территории депо и ремонтных мастерских (заводов), переходные кривые следует не предусматривать.

5.2.3 Прямые вставки между начальными точками переходных кривых, а при их отсутствии – круговых кривых, направленных в разные стороны, следует предусматривать длиной не менее 15 м на скоростных линиях и 10 м – на обычных линиях трамвая; для стесненных условий на обычных линиях длину прямых вставок допускается принимать равной 6 м.

При укладке одноостряковых стрелок при кривых, направленных в одну сторону, рекомендуется предусматривать прямую вставку длиной не менее 4 м.

5.2.4 Значения продольного уклона путей трамвая на прямых участках не должны превышать, ‰:

– скоростных линий:

на перегонах – 50;

на подходах к мостам, путепроводам и эстакадам,

на рамповых участках тоннелей – 60;

в тоннелях – 40;

- обычных линий – 60;
- на отстойных путях конечных пунктов, депо, ремонтных мастерских и заводов – 2,5;
- в стесненных условиях при устройстве улавливающего тупика – 30;
- на подъездных и выездных путях депо, ремонтных мастерских (заводов) – 30.

Протяженность участков трамвайных путей не должна превышать, м:

700 – с уклоном, ‰	30;
500 – то же	40;
350 – »	50;
250 – »	60.

При уклонах св. 30 ‰ на участках, превышающих указанную протяженность длины, необходимо предусматривать установку ревизорского поста и другие специальные мероприятия по обеспечению безопасности движения, определяемые в проекте.

Применение продольных уклонов крутизной более 40 ‰ для криволинейных участков пути радиусом менее 100 м не допускается.

В стесненных условиях при реконструкции трамвайных линий, как исключение, следует принимать продольные уклоны крутизной до 90 ‰ для прямых участков перегонов; при этом в проекте следует предусматривать меры по обеспечению безопасности движения.

5.2.5 Для криволинейных участков пути предельно допустимый продольный уклон, принятый для прямых участков, следует уменьшать на значение, эквивалентное дополнительному сопротивлению от кривой I , ‰, определяемое по формуле

$$I = 500 / R, \quad (1)$$

где R – радиус кривой, м.

5.2.6 Продольный профиль следует проектировать элементами возможно большей длины, но не менее 50 м для скоростных и 35 м – для обычных линий трамвая.

В узлах продольный профиль необходимо проектировать элементами меньшей длины.

Алгебраическая разность значений продольных уклонов двух смежных элементов пути не должна превышать 60 ‰.

5.2.7 Смежные прямолинейные элементы продольного профиля трамвайных путей, располагаемых на самостоятельном полотне, с алгебраической разностью значений сопрягаемых уклонов более 7 ‰ – для обычных линий и более 5 ‰ – для скоростных линий, следует сопрягать вертикальными кривыми радиусом, м, не менее:

- а) для скоростных линий:
 - на перегонах – 3000;
 - вблизи остановочных пунктов – 2000;
- б) для обычных линий – 500.

В стесненных условиях следует уменьшать радиусы вертикальных кривых линий скоростного трамвая до 1500 м – на перегонах и до 500 м – вблизи остановочных пунктов.

Смежные прямолинейные элементы продольного профиля трамвайных путей, располагаемых в одном уровне с проезжей частью улиц или на обособленном полотне, следует сопрягать вертикальными кривыми, радиусы которых следует принимать в соответствии с ТКП 45-3.03-227 в зависимости от алгебраической разности значений сопрягаемых уклонов.

Между вертикальными кривыми, направленными в разные стороны, следует предусматривать прямые вставки длиной не менее 10 м.

Между вертикальными кривыми, направленными в одну сторону, прямые вставки не предусматриваются.

5.2.8 Вертикальные кривые следует проектировать вне переходных кривых, а также вне пролетных строений мостов, путепроводов и эстакад с безбалластной проезжей частью; при этом точки переломов продольного профиля должны быть расположены

от концов пролетных строений мостов, путепроводов и эстакад с безбалластной проезжей частью на расстоянии не менее чем на значение тангенса вертикальной кривой.

5.2.9 Расстояние от ворот территории или здания депо до начала криволинейного участка пути в плане должно быть не менее расчетной длины вагона.

5.2.10 Точки переломов продольного профиля пути следует располагать за пределами переходных кривых. В стесненных условиях и для смягчения уклонов пути переломы продольного профиля необходимо располагать вне зависимости от плана линии.

В пределах стрелочных переводов и глухих пересечений переломы продольного профиля не допускаются.

5.2.11 Места пересечений трамвайных путей с неэлектрифицированными железными дорогами в одном уровне следует располагать на площадках с продольным уклоном не более 2,5 ‰ и длиной не менее 15 м между смежными вертикальными кривыми; при этом продольный уклон трамвайного пути на подходах к пересечению должен составлять не более 30 ‰ на протяжении 50 м.

5.2.12 Стрелочные переводы и глухие пересечения следует располагать за пределами вертикальных кривых на участках с уклонами, ‰, не более:

30 – стрелочные переводы;

10 – глухие пересечения.

В стесненных условиях стрелочные переводы и глухие пересечения следует располагать в пределах вертикальной кривой радиусом не менее 2000 м.

5.2.13 Расположение рельсов на прямых участках следует предусматривать:

– для путей, не имеющих дорожного покрытия, а также в пределах стрелочных переводов и глухих пересечений, на мостах, путепроводах, эстакадах и в тоннелях – в одном уровне;

– для путей, имеющих дорожное покрытие – с поперечным уклоном в сторону водоотводящих устройств 7 ‰;

– для бесшпальных технологий – с поперечным уклоном 0,00 ‰.

При размещении криволинейных участков пути на пересечении улиц (дорог) головки наружного рельса внутренней кривой и внутреннего рельса наружной кривой необходимо проектировать в одном уровне или с возвышением, соответствующим общему уклону поперечного профиля пересекаемой улицы (дороги).

5.2.14 Возвышение головки наружного рельса над головкой внутреннего для криволинейных участков пути следует принимать по таблицам 5 и 6.

Таблица 5

Радиус кривой, м	Наибольшая Допустимая скорость, км/ч	Возвышение головки наружного рельса, мм, на скоростных линиях трамвая при расчетной скорости, км/ч				
		80	70	60	50	40
200	40	н	н	н	н	55
300	50	н	н	н	100	65
400	60	н	н	100	80	50
600	70	н	100	75	50	35
800	80	100	75	55	40	25
1000	80	90	60	45	30	20
1500	80	65	45	35	20	15
2000	80	40	30	25	15	10

Примечание – Обозначение «н» указывает, что не разрешается движение с данной скоростью.

Таблица 6

Радиус кривой, м	Возвышение головки наружного рельса, мм, на обычных линиях трамвая
До 100 включ.	70
св. 100 » 200 »	50
» 200 » 500 »	40
» 500 » 1000 »	30

Возвышение головки наружного рельса на криволинейных участках пути, расположенных на проезжей части улиц, на переездах и на площадках с дорожной одеждой капитальных типов, следует уменьшать на 50 %.

Для трудных условий движения поездов (вагонов) возвышение головки наружного рельса следует принимать по таблице 7.

Таблица 7

Радиус кривой, м	Возвышение наружного рельса, мм, в трудных условиях движения поездов (вагонов) при расположении путей	
	в одном уровне с проезжей частью	обособленном или при самостоятельном полотне
До 50 включ.	100	150
св. 50 » 100 »	80	120
» 100 » 250 »	60	90
» 250 » 500 »	40	40
» 500 » 1000 »	30	30

Примечание – К трудным условиям движения поездов (вагонов) относятся:
 – спуски и подъемы (любой протяженности) с уклоном более 50 ‰;
 – затяжные (длиной более 200 м) спуски и подъемы с уклонами более 35 ‰;
 – кривые участки пути радиусом менее 75 м, располагаемые непосредственно за спуском с уклоном более 35 ‰.

Отвод возвышения наружного рельса следует предусматривать на протяжении переходной кривой, а при ее отсутствии – на прямом участке, примыкающем к круговой кривой. Уклон отвода возвышения наружного рельса должен быть не более 5 ‰.

5.3 Пересечения, примыкания, остановочные пункты и разъезды

5.3.1 Пересечения скоростных линий трамвая с дорогами и улицами, наземными линиями метрополитена, а также с другими трамвайными линиями необходимо предусматривать в разных уровнях.

Для первой очереди строительства при малых размерах движения необходимо проектировать пересечения, кроме линий метрополитена, в одном уровне, при этом места пересечений следует предусматривать в зоне остановочных пунктов с обеспечением необходимой видимости и возможности быстрой остановки трамвайных поездов (вагонов) перед пересечениями.

Пересечения обычных линий трамвая с автомобильными дорогами I, II и III категорий в соответствии с СН 3.03.04, а также с городскими магистральными дорогами и улицами скоростного или непрерывного движения следует проектировать в разных уровнях.

Пересечения путей обычного трамвая с дорогами и улицами других категорий необходимо проектировать в одном уровне. При этом угол пересечения должен быть не менее 60°. В стесненных условиях следует уменьшать этот угол с учетом мнения органов Госавтоинспекции.

5.3.2 Пересечение трамвайных путей с железными дорогами общей сети, внешними подъездными путями и электрифицированными внутренними подъездными путями следует предусматривать в разных уровнях.

Пересечения трамвайных путей с неэлектрифицированными внутренними подъездными путями промышленных предприятий следует предусматривать в одном уровне. При этом проект должен содержать меры по обеспечению безопасности движения, предусматривать соответствующую сигнализацию и оградительные устройства. В месте пересечения должна быть обеспечена взаимная видимость. Угол пересечения должен быть не менее 45° .

5.3.3 Глухие пересечения трамвайных путей следует располагать на прямых участках под углом не менее 45° . Криволинейные пересечения, в виде исключения, необходимо предусматривать при соответствующем обосновании в проекте.

5.3.4 Места разветвлений скоростных линий трамвая, примыкания к ним служебных и других трамвайных путей следует размещать на расстоянии не менее 40 м от ближайшего края платформы остановочного пункта.

Стрелочные переводы на обычных линиях трамвая следует укладывать на перегонах вне полосы движения нерельсового транспорта.

Между стыками рамных рельсов двух стрелочных переводов, направленных в разные стороны, следует предусматривать прямую вставку длиной, м, не менее:

15 – на путях скоростных линий;

10 – на путях обычных линий;

6 – на путях обычных линий в стесненных условиях.

5.3.5 Число и местоположение остановочных пунктов и пересадочных узлов для новых и реконструируемых трамвайных линий следует определять на основании комплексной схемы развития городского пассажирского транспорта.

Расстояние между остановочными пунктами, м, следует принимать:

– для обычных линий – от 400 до 600;

– для скоростных линий:

в пределах застроенной территории – » 800 » 1200;

вне пределов застроенной территории – » 1500 и более.

5.3.6 Остановочные пункты и разъезды следует размещать на прямых участках пути с продольным уклоном не более 30 ‰, а также с учетом требований ТКП 45-3.03-227 (5.6.6).

В стесненных условиях остановочные пункты следует размещать на внутренних участках кривых радиусом не менее 100 м, а также на путях с продольным уклоном до 40 ‰.

5.3.7 На остановочных пунктах необходимо предусматривать павильоны или навесы для пассажиров.

5.3.8 Посадочные площадки следует размещать выше проезжей части на 25–30 см от верха головок рельсов с учетом конструкторских особенностей подвижного состава. Длину посадочной площадки следует принимать на 5 м больше расчетной длины поезда (вагона). Ширина площадки определяется в зависимости от расчетного числа пассажиров, с возможностью обустройства навеса и мест для сидения, но не менее чем 1,5 м.

5.3.9 Конечные пункты (станции) маршрутов трамвая подразделяются на:

– распорядительные – имеют разветвления путей, служебные и санитарно-бытовые помещения;

– технические – имеют разветвления путей, посадочные площадки для пассажиров и устройства для контроля за регулярностью движения.

В периферийных районах и пригородных зонах крупнейших городов на конечных станциях с учетом мнения местных органов власти необходимо предусматривать площадки для конечных пунктов автобусов, стоянки легковых автомобилей, мотоциклов и велосипедов.

Посадку и высадку пассажиров на конечных пунктах (станциях) рекомендуется предусматривать раздельной – на самостоятельных площадках.

На конечных распорядительных пунктах трамвая, кроме приемо-отправочных и обгонных путей, следует предусмотреть пути для мелкого ремонта, уборки и отстоя вагонов в резерве и на время обеденного перерыва поездной бригады и специальных вагонов.

На конечных распорядительных станциях необходимо предусмотреть служебные и санитарно-бытовые помещения для дежурных и поездных бригад, линейных рабочих, начальников маршрутов, комнаты путевых рабочих и помещения для хранения инструмента и материалов, а также помещения для организации горячего питания поездных бригад и линейного персонала. На линиях скоростного трамвая следует предусматривать также помещения для устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), автоматики и связи.

В стесненных условиях на конечных пунктах (станциях) обычных линий трамвая отдельные площадки для посадки и высадки пассажиров, а также пути для обгона и мелкого ремонта трамвайных поездов (вагонов) не предусматриваются.

Помещение диспетчерской рекомендуется располагать не далее 50 м от посадочных площадок.

Количество и длину путей следует определять расчетом, исходя из количества маршрутов и подвижных единиц.

5.3.10 Расстояние между разъездами на однопутных линиях следует определять расчетом. Разъезды должны быть совмещены с остановочными пунктами.

Полезную длину путей разъездов следует определять в зависимости от числа и типа трамвайных поездов (вагонов), одновременно принимаемых на разъездной путь, с учетом расстояния между поездами (вагонами), равного 2 м, и возможной стоянки путевых машин и специальных вагонов.

На трамвайных линиях протяженностью более 10 км через каждые 6–8 км необходимо предусматривать кольца (петли) для разворота поездов (вагонов).

5.3.11 На вылетных линиях трамвая, проходящих вне территории города, следует предусматривать переезды для сельскохозяйственной техники и прогона скота, переходы на пересечениях с постоянными пешеходными путями, а также ограждения в местах выпаса скота.

5.4 Земляное полотно и водоотвод

5.4.1 Земляное полотно трамвайных путей следует проектировать с учетом противопучинных мероприятий:

- в виде котлована – для путей с заглубленным балластным слоем, расположенных на улицах и площадях в одном уровне с проезжей частью или на обособленном полотне;
- в виде насыпей или выемок – для путей, расположенных на самостоятельном полотне с открытым балластным слоем.

5.4.2 Ширину котлована земляного полотна следует принимать для однопутных линий равной длине шпалы и ширине двух зазоров по 0,15 м между торцами шпалы и стенкой котлована, а для двухпутных линий, кроме этого, учитывать расстояние между осями смежных путей.

При бесшпальном трамвайном пути ширину котлована следует принимать по 0,5 м между конструкцией и стенкой котлована. На криволинейных участках двухпутных линий ширину котлована следует увеличивать на значение уширения междупутья.

На криволинейных участках двухпутных линий ширину котлована следует увеличивать на значение уширения междупутья.

5.4.3 Ширину двухпутных трамвайных линий на прямых участках перегонов, м, следует принимать:

- путей обычного трамвая, расположенных:
 - в одном уровне с проезжей частью улицы при отсутствии опор контактной сети в междупутье – 7,0;
 - на обособленном полотне – 8,8;
 - на обособленном полотне с учетом размещения посадочных площадок – 10,0;

- путей скоростного трамвая – 10,0;
- однопутных линий трамвая – 3,8.

5.4.4 Самостоятельное земляное полотно трамвайных путей в виде насыпей и выемок следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-227, а также с учетом требований настоящих строительных норм.

Ширину самостоятельного земляного полотна на прямых участках трамвайного пути следует принимать не менее указанной в таблице 8.

Таблица 8

Вид земляного полотна	Ширина самостоятельного земляного полотна на прямых участках пути, м, при использовании грунтов	
	глинистых и недренирующих мелких и пылеватых песков	скальных крупнообломочных и дренирующих песчаных
Однопутное	5,5	5,0
Двухпутное при расстоянии между осями смежных путей, мм:		
3200	8,8	8,2
3700	9,3	8,7
4100	9,7	9,1
<i>Примечание</i> – Ширину однопутного земляного полотна на кривых участках трамвайного пути следует увеличивать с наружной стороны кривой при радиусе, м: от 650 до 2000 – на 0,1 м; » 110 » 600 – на 0,2 м; » 100 включ. – на 0,3 м. Ширину двухпутных участков следует увеличивать на величину уширения междупутья.		

Поперечное очертание верха земляного полотна при использовании недренирующих грунтов следует проектировать в виде треугольника с основанием, равным ширине полотна, и скатами с уклонами от 30 до 40 %, направленными в сторону водоотводных устройств. При использовании дренирующих грунтов верх земляного полотна следует проектировать горизонтальным.

5.4.5 Отвод поверхностных сточных вод из основания путей, расположенных на обособленном полотне или в одном уровне с проезжей частью при недренирующих грунтах, следует предусматривать путевыми дренажами мелкого заложения, располагаемыми у края котлована или по оси междупутья, с продольными уклонами не менее 5 ‰. При продольных уклонах св. 30 ‰ вместо продольных следует предусматривать поперечные дренажи с расстоянием между дренажами не более 50 м.

Поперечный уклон дна котлована в недренирующих грунтах следует принимать равным от 20 до 30 ‰ и направленным в сторону дренажа. В дренирующих грунтах дно корыта следует проектировать горизонтальным.

При бесшпальном трамвайном пути водоотведение следует обеспечивать установкой продольных и поперечных лотков со сбросом в общую ливневую канализацию.

5.4.6 Смотровые дренажные колодцы следует предусматривать через 40–50 м, а также в местах перелома продольного профиля, перемены направления или изменения диаметра труб.

Выпуск поверхностных сточных вод из дренажных колодцев в городскую сеть дождевой канализации следует предусматривать не реже чем через 200 м и в низких местах переломов продольного профиля посредством труб диаметром не менее 200 мм. Продольный уклон труб должен составлять от 20 до 50 ‰ (в стесненных условиях – не менее 10 ‰).

Отвод поверхностных сточных вод из путевых и стрелочных водоприемных коробок следует предусматривать посредством труб диаметром не менее 150 мм.

При отсутствии сети дождевой канализации и проектировании выпуска поверхностных сточных вод в водопоглощающие колодцы следует предусматривать защиту подземных вод от загрязнения.

5.4.7 Отвод поверхностных сточных вод от путей, расположенных на самостоятельном полотне, следует предусматривать кюветами, водоотводными и нагорными канавами и поперечными лотками.

Ширину бермы между подошвой откоса насыпи и бровкой водоотводной канавы следует принимать не менее 2 м.

При проектировании однопутной (в перспективе двухпутной) трамвайной линии водоотводные устройства необходимо располагать с учетом размещения земляного полотна второго пути.

Размеры поперечного сечения нагорных канав для трамвайных путей, расположенных на спланированных территориях, а также продольных и поперечных водоотводных канав следует определять по расходу воды с вероятностью превышения 10 %; нагорных канав для путей, расположенных на неспланированных территориях, – 5 %.

5.4.8 Дорожные покрытия следует предусматривать на трамвайных путях, расположенных на:

- совмещенном земляном полотне;
- обособленном и самостоятельном земляном полотне с песчаным балластом – в пределах жилой застройки, а также на продольных уклонах более 50 ‰ (кроме железобетонных плит и асфальтобетона);
- обособленном и самостоятельном земляном полотне со щебеночным балластом – в пределах остановочных пунктов, а также в случаях, когда покрытие необходимо по санитарно-гигиеническим требованиям;
- территории депо, ремонтных мастерских (заводов).

На участках пути с трудными условиями движения поездов (вагонов) применять дорожные покрытия из железобетонных плит и асфальтобетона не допускается.

5.5 Верхнее строение пути

5.5.1 К верхнему строению трамвайного пути относятся: рельсы, контррельсы, стыковые и промежуточные скрепления, противоугоны, путевые и междупутные тяги, температурные компенсаторы (уравнительные приборы), подрельсовые основания – шпалы, брусья, рамы, лежни, балласт, а также специальные части – стрелочные переводы и глухие пересечения; кроме того, на совмещенном и обособленном земляном полотне – дорожное покрытие пути, а на мостах, путепроводах, эстакадах и насыпях – охранные рельсы и брусья.

5.5.2 Конструкция верхнего строения пути и его отдельных элементов должна соответствовать расчетной нагрузке и расчетной скорости. При назначении конструкции и ее элементов следует учитывать:

- назначение трамвайных путей;
- интенсивность и скорости движения поездов (вагонов);
- типы покрытий проезжей части улицы;
- требования благоустройства;
- гидрогеологические условия;
- план и продольный профиль пути;
- наличие местных строительных материалов;
- защиту подземных сооружений от коррозии и старения.

5.5.3 Для трамвайных путей следует применять рельсы следующих типов:

- трамвайные желобчатые по [1];
- железнодорожные типа Р65 по ГОСТ 8161; Р50 по ГОСТ 7174; Р43 по ГОСТ 7173; по [2] (также LK1, 60R2, T62).

В зависимости от назначения путей и устройства полотна следует применять рельсы в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Участок пути	Тип рельсов трамвая			
	Обычная линия трамвая		Скоростная линия трамвая	Депо, парк, ремонтный завод
	на совмещенном полотне (с дорожным покрытием)	на обособленном полотне (без дорожного покрытия)		
Прямой и криволинейный радиусом св. 400 м	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	P50 PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	P65 P50 PT62 (PT62E) PT60 (PT60E) LK1 60R2	Новые или повторно применяемые PT62, P50, P43
Криволинейный радиусом от 200 до 400 м включ. при продольном уклоне: до 20 ‰ включ.	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	P50 LK1	P65 P50 PT62 (PT62E) PT60 (PT60E) LK1 60R2	Новые или повторно применяемые PT62, P50, P43
	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2, а также при деревянных шпалах – P50 с контррельсами P43 по внутренней нитке	P65 P50 PT62 (PT62E) PT60 (PT60E) LK1 60R2	Новые или повторно применяемые PT62, P50, P43
Криволинейный радиусом от 75 до 200 м включ. при продольном уклоне: до 20 ‰ включ.	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2, а также при деревянных шпалах – P50 с контррельсами P43 по внутренней нитке	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R	Новые или повторно применяемые PT62, P50, P43
	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2, а также при деревянных шпалах – P50 с контррельсами P43 по обеим ниткам	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	Новые или повторно применяемые PT62, P50, P43
Криволинейный радиусом до 75 м	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2, а также при деревянных шпалах – P50 с контррельсами P43 по обеим ниткам	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	Новые или повторно применяемые PT60, P50, P43

На мостах, путепроводах, эстакадах и насыпях высотой более 2 м и глухих пересечениях	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) LK1 60R2	—
В стрелочных переводах	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	PT62 (PT62E) PT58 PT60 (PT60E) 60R2	—

5.5.4 Ширину колеи следует принимать в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Участок пути	Ширина колеи, мм, при рельсах	
	желобчатых	железнодорожного типа
Прямой и криволинейный в плане радиусом, м:		
св. 200	1524	1524
от 76 до 200 включ.	1524	1524
» 26 » 75 »	1532	1532
» 21 » 25 »	1528	1532
» 20 »	1526	1532
В стрелочных переводах и глухих пересечениях	1524	1524
<i>Примечания</i>		
1 Ширина колеи 1521 мм при рельсах железнодорожного типа на скоростных линиях трамвая, при условии применения соответствующих конструкций шпал и креплений.		
2 В коротких (длиной менее 10 м) кривых между специальными частями ширина колеи 1524 мм.		

Переход от нормальной ширины рельсовой колеи к увеличенной следует предусматривать на протяжении переходной кривой. При отсутствии переходной кривой уширение колеи производится на прямом участке, примыкающем к круговой кривой.

Отвод уширения колеи не должен превышать 1 мм на 1 м длины пути.

5.5.5 Трамвайный путь должен быть бесстыковым.

Температурно-напряженную систему бесстыкового пути следует применять при железобетонных шпалах на щебеночном основании и при бесшпальных системах трамвайного пути.

На обычных линиях с дорожным покрытием рельсы следует сваривать в плети. Длина рельсовой плети не лимитируется и может быть ограничена только наличием несварного узла, деформационного шва на искусственных сооружениях и т. п.

На участках без дорожного покрытия, если конструкция пути не удовлетворяет требованиям бесстыкового пути, следует укладывать длинные рельсы. Плети разделяются температурными компенсаторами (уравнительными приборами).

Границы рельсовых плетей, укладываемых на мостах, путепроводах и эстакадах, следует назначать с учетом расположения деформационных швов.

5.5.6 Расстояние между головками рельса и контррельса (ширина желоба) должно составлять 35 мм, а возвышение головки контррельса над головкой рельса – 10 мм. Концы контррельсов должны быть выпущены на прямые, примыкающие к кривой, на 4 м. При этом ширина желоба у конца контррельса должна быть не менее 60 мм.

5.5.7 Желобчатые рельсы, устанавливаемые на деревянных шпалах, следует соединять поперечными путевыми тягами на участках:

- прямых и криволинейных в плане радиусом, м св. 200 – через 2,6–2,4 м;
- на криволинейных в плане радиусом от 75 до 200 – » 2,4–2,0 м;
- на криволинейных в плане радиусом » 75 – » 1,8–1,3 м.

При покрытии пути сборными железобетонными плитами следует изменять расстояние между тягами, которое должно быть кратным размеру плит.

На путях с железобетонными шпалами установка тяг не обязательна.

5.5.8 На путях с открытым верхним строением без дорожного покрытия, расположенных на спусках с уклоном более 20 ‰ и протяжением более 200 м при костыльном или шурупном скреплении, на подходах к мостам и путепроводам с безбалластной проезжей частью независимо от продольного профиля и плана пути, а также на других участках, где возможен угон пути, следует предусматривать установку противоугонов.

Количество противоугонов следует определять расчетом или принимать по типовым схемам.

Для путей, укладываемых на железобетонных шпалах, противоугоны не предусматриваются.

5.5.9 Для трамвайного пути, располагаемого на самостоятельном полотне или на обособленном полотне сбоку от проезжей части, при высоте насыпи более 2 м с наружной стороны пути следует предусматривать установку охранный рельса на участках:

- криволинейных в плане (независимо от значения радиуса), расположенных на спуске с уклоном более 50 ‰;

- криволинейных в плане радиусом менее 200 м.

Охранный рельс необходимо располагать на расстоянии 215 мм в свету от края крайнего ходового рельса.

Головку охранный рельса следует устанавливать с допуском ± 15 мм относительно головки ходового рельса.

При бесшпальных системах трамвайного пути следует устанавливать барьерное ограждение с высокой степенью удерживающей способности.

5.5.10 Электропроводимость рельсового пути должна быть обеспечена прочным и надежным закреплением рельсовых стыков, а также электрическими соединениями, соответствующими ГОСТ 9.602.

5.5.11 В качестве подрельсовых оснований следует применять железобетонные и деревянные шпалы, укладываемые на балласт (упругое основание).

Следует предусматривать под балластным слоем сборные железобетонные конструкции или монолитные бетонные основания (полужесткие основания).

Безбалластные (жесткие) бетонные подрельсовые основания необходимо предусматривать на мостах, эстакадах и путепроводах, в тоннелях.

При расположении трамвайных путей на продольных уклонах более 60 ‰ при щебеночном балласте и более 40 ‰ при гравийном и песчаном балластах применение в основаниях пути сборных железобетонных и бетонных монолитных конструкций не допускается.

При бесшпальных системах трамвайного пути параметры основания определяют расчетом с учетом существующих геологических условий.

5.5.12 Следует применять железнодорожные железобетонные шпалы по СТБ 1081 в трамвайных путях без дорожного покрытия с рельсами типов Р65 и Р50 на щебеночном основании на прямых и криволинейных участках в плане радиусом более 400 м, а также на криволинейных в плане радиусом от 200 до 400 м при продольном уклоне менее 20 ‰.

Для путей, укладываемых на железобетонных шпалах или иных железобетонных конструкциях, следует предусматривать упругие прокладки (нормальной или повышенной эластичности) и упругие элементы прижатия рельса.

В раздельных конструкциях скреплений упругие прокладки должны быть расположены между подошвой рельса и подкладкой, а также между подкладкой и шпалой; в нераздельных конструкциях – между подошвой рельса и шпалой. Упругое прижатие рельса к подкладке или шпале следует осуществлять пружинной или жесткой клеммой.

При применении жестких клемм следует использовать шайбы пружинные двухвитковые по ГОСТ 21797.

5.5.13 Деревянные шпалы, пропитанные антисептиками, не проводящими электрический ток и удовлетворяющие требованиям ГОСТ 78, следует предусматривать:

I и II типа – на путях скоростного и обычного трамвая;

III типа – на путях грузовых и служебных, а также расположенных на территории депо и ремонтных мастерских (заводов).

5.5.14 Количество шпал, шт., на 1 км пути следует принимать:

– для путей скоростного трамвая на прямых и кривых участках в плане радиусом 1200 м и более – 1680, на криволинейных участках в плане радиусом менее 1200 м – 1840;

– для путей обычного трамвая – 1680;

– для путей грузовых, служебных, а также расположенных на территории депо и ремонтных мастерских (заводов) – 1440.

В пределах стрелочных переводов и пересечений количество переводных брусьев (шпал) следует принимать по типовым эюграм.

5.5.15 В качестве балласта следует предусматривать:

– щебень по ГОСТ 7392;

– гравий по ГОСТ 7394;

– песок по ГОСТ 8736.

Необходимо применять щебень из плотных горных пород для строительных работ по ГОСТ 8267, щебень из сталеплавильных шлаков по СТБ 1957, отходы дробильно-сортировочных установок, а также других местных материалов, удовлетворяющих требованиям государственных стандартов на балласт.

5.5.16 Толщину слоя балласта (в уплотненном состоянии) под шпалой на прямых участках пути следует принимать в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Виды трамвая	Толщина слоя балласта под шпалой на прямых участках пути, м, при использовании грунтов для возведения земляного полотна		
	глинистых и недренирующих мелких и пылеватых песков		скальных, крупнообломочных и дренирующих песчаных
	щебеночный или асбестовый балласт	другие виды балласта	все виды балласта
Скоростной	0,20 (0,10)	0,30	0,20
Обычный	0,15 (0,10)	0,25	0,15
Грузовой, служебный, а также расположенные на территории депо и ремонтных мастерских (заводов)	–	0,15	0,15
Примечания 1 В скобках указана толщина подстилающего слоя из песка, металлургического шлака, дресвы, песчано-гравийной смеси или ракушки. 2 В полужестких конструкциях подрельсовых оснований толщина балластного слоя должна быть не менее 0,10 м. 3 При расположении путей трамвая в одном уровне с проезжей частью, а также на переездах через пути толщину балласта под шпалой следует увеличить на 0,03 м.			

5.5.17 На криволинейных участках балластную призму следует проектировать с учетом возвышения наружного рельса при сохранении под внутренним рельсом толщины балласта, установленной для прямых участков.

При бесшпальных системах трамвайного пути основание следует проектировать с учетом поперечного уклона по рельсам.

5.5.18 Откосы балластной призмы для путей, расположенных на самостоятельном полотне, следует проектировать крутизной 1:1,5 для всех видов балластных материалов и 1:2 – для подстилающего слоя.

Ширина плеча балластной призмы (от торца шпалы до бровки призмы) должна быть 0,25 м, а на криволинейных участках пути радиусом менее 600 м с наружной стороны – 0,35 м. Для бесстыкового пути ширину балластной призмы следует определять расчетом.

Верхняя поверхность балластной призмы для путей без дорожного покрытия должна быть на 3 см ниже верхней постели деревянных шпал и в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал.

5.5.19 Специальные части (стрелочные переводы и глухие пересечения) в узлах следует предусматривать с литыми стрелками и крестовинами из высокомарганцовистой стали.

Сборные или сборно-сварные специальные части следует проектировать для путей с небольшой интенсивностью движения, грузовых и служебных, а также для путей, расположенных на территории депо и ремонтных мастерских (заводов).

5.5.20 Стрелочные переводы следует применять по типовым эшпорам с радиусами кривизны 50 и 30 м.

В стесненных условиях, а также на путях грузовых, служебных и расположенных на территории депо и ремонтных мастерских (заводов) необходимо применять стрелочные переводы с радиусом кривизны 20 м. Крестовины стрелочных переводов могут быть криволинейными или прямыми.

5.5.21 Специальные части трамвайного пути следует предусматривать на переводных брусках, или монолитном железобетонном основании, или, как исключение, на деревянных шпалах, укладываемых на щебеночный балласт. При этом должен быть обеспечен отвод воды от стрелочных и путевых водоприемных коробок.

При проектировании стрелочных переводов необходимо предусмотреть их обогревание системами обогрева и автоматизации.

5.6 Мосты, путепроводы, эстакады и тоннели

5.6.1 Мосты, путепроводы и эстакады следует проектировать в соответствии с СН 3.03.01 и с учетом требований настоящих строительных норм.

При проектировании скоростного трамвая на тоннельных участках следует руководствоваться ТКП 45-3.03-115.

При проектировании трамвайного пути на тоннельных участках следует руководствоваться СН 3.03.01, при проектировании скоростного трамвая – ТКП 45-3.03-115.

5.6.2 Путь на всех малых мостах (длиной до 25 м), средних мостах (длиной от 25 до 100 м) и на путепроводах (кроме мостов с устройством пути на сплошной плите) следует располагать на щебеночном или асбестовом балласте во взаимодействии с [3] толщиной от подошвы шпалы до верха защитного слоя над изоляцией на водораздельных точках 0,25 м (но не менее 0,20 см).

Трамвайный путь на всех типах железобетонных, сталежелезобетонных мостов следует проектировать бесшпальным с монолитными или сборными плитами.

5.6.3 В пределах мостов, путепроводов и эстакад при расположении трамвайных путей сбоку от проезжей части необходимо вдоль наружных сторон рельсовой колеи предусматривать устройство охранных приспособлений (высокий борт, охранный рельс и т. д.).

5.6.4 Места расположения рельсовых уравнильных приборов (компенсаторов) на мостах, путепроводах и эстакадах следует увязывать с конструкцией пролетного строения.

Крайние компенсаторы должны быть расположены за пределами устоев моста на переходной плите на расстоянии не менее от 1,5 до 2,0 м от деформационного шва.

Промежуточные температурные компенсаторы следует сдвигать с деформационного шва на пролетные строения вперед по ходу движения.

5.6.5 Подземные участки в виде двух однопутных тоннелей следует проектировать в случае производства тоннельных работ закрытым способом, двухпутные тоннели – открытым способом.

При соответствующем технико-экономическом обосновании следует проектировать раздельные однопутные тоннели в случае открытого способа производства работ.

В проекте следует предусматривать возможность удлинения тоннелей и развития подземных станций, в случае необходимости для последующих очередей строительства.

5.6.6 Подземные станции скоростного трамвая следует размещать в транспортных узлах и вблизи основных пассажирообразующих пунктов; входы в станции необходимо совмещать с входами в подземные пешеходные переходы.

Размеры посадочной части платформы следует принимать:

- длину – на 5 м более расчетной длины поезда, но не менее 60 м;
 - ширину – по расчету в зависимости от ожидаемого пассажирооборота, но не менее 3 м;
 - высоту над уровнем верха головки рельса – не более 0,3 м.
- Эскалаторы следует предусматривать при высоте лестниц, м:
- от 5 до 7 включ. – для подъема пассажиров;
 - св. 7 – для подъема и спуска пассажиров.

5.7 Обустройства пути

5.7.1 Обустройство трамвайных путей следует предусматривать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-227.

5.7.2 Вдоль путей скоростного трамвая следует предусматривать ограждения из решетчатых железобетонных конструкций, из проволоочной сетки и т. п. при расстоянии от оси пути до ограждения не менее 2,8 м.

Наименьшая высота ограждения – 1 м.

Установка ограждений обязательна на участках повышенной опасности для пешеходов: в междупутье на остановочных пунктах, в районе школ, детских учреждений, крупных магазинов, предприятий общественного питания и т. д.

5.7.3 При отсутствии автомобильной дороги вдоль трамвайной линии необходимо устройство однополосного проезда для технического обслуживания трамвайной линии.

5.7.4 Трамвайные пути в пределах застроенной территории должны быть освещены. Средняя горизонтальная освещенность обособленного трамвайного пути – не менее 6 лк, посадочных площадок – 10 лк.

Норму освещения трамвайных путей, расположенных на проезжей части улицы, следует принимать по норме освещенности улицы.

Вне пределов застроенной территории необходимо предусматривать освещение посадочных платформ, переездов, стрелочных переводов, пешеходных переходов, перекрестков и других мест, где это требуется по условиям безопасности движения.

Нормы освещенности следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-153. На перегонах, вне застроенных территорий, освещение не предусматривается.

5.8 Сигнализация, централизация и блокировка

5.8.1 Сигнальные устройства, обеспечивающие безопасность и регулирование движения (светофоры, знаки ограничения скорости движения и др.), необходимо размещать на высоте не менее 2,5 м от головки рельса на опорах контактной сети, зданиях, специальных мачтах, колонках, а на самостоятельных тросовых поперечинах – на высоте не менее 0,5–1,0 м от токоведущих частей контактной сети.

В тоннельных участках скоростных линий следует предусматривать установку светофоров типа «метро».

Сигнальные устройства должны быть электрифицированы или освещены. Их показания должны быть видны с приближающегося трамвайного поезда на расстоянии не менее значения расчетного тормозного пути при полном служебном торможении с максимальной скорости движения, установленной для данной линии. Сигнальные устройства следует окрашивать люминесцентной краской.

5.8.2 Электрическую сигнализацию следует предусматривать автоматической (управляемой проходящим трамвайным поездом независимо от действий водителя) или телемеханической (осуществляемой оператором со специально оборудованного поста).

При установке на одном участке (узле, пересечении) трамвайных путей нескольких сигналов схема их включения должна обеспечивать взаимную увязку сигнальных показаний и автоматическую блокировку, не допускающие движение трамвайных поездов по конфликтным маршрутам.

5.8.3 Управление стрелочными переводами следует проектировать автоматизированным (управляемым водителем из проходящего поезда) или централизованным (с телемеханическим дистанционным управлением оператором с поста управления).

С поста централизованного управления стрелками должна обеспечиваться видимость номеров маршрутов приближающихся трамвайных поездов и всего узла трамвайных путей. В постах централизованного управления стрелками, расположенных вне зоны видимости путей (на территории трамвайных депо, ремонтных заводов и мастерских), следует предусматривать световое сигнальное табло, обеспечивающее оператора контрольной сигнализацией о положении перьев стрелки и свободности (занятости) блокируемых стрелочных участков.

5.8.4 Для исключения перевода стрелок под проходящим трамвайным поездом следует предусматривать автоматическую блокировку стрелочных участков пути.

5.8.5 Для обеспечения безопасности и регулирования движения трамвайных поездов на скоростных линиях следует предусматривать систему интервального регулирования движения поездов (ИРДП). В тоннелях дополнительно следует предусматривать устройства автоматической блокировки без автостопов и защитных участков для организаций движения служебных поездов в ночное время, а также для возможности вывода с линии поезда с неисправными на нем устройствами ИРДП.

Систему ИРДП с разграничением поездов межстанционными перегонами следует предусматривать на наземных участках в тех случаях, когда расчетный временной межпоездной интервал превышает время фактического занятия поездом лимитирующего перегона.

Систему ИРДП с разграничением поездов фиксированными блок-участками следует предусматривать в тоннелях, а на наземных участках – в тех случаях, когда расчетный временной межпоездной интервал менее времени фактического занятия поездом лимитирующего перегона.

Примечание – Время фактического занятия поездом лимитирующего перегона представляет собой сумму времени хода поезда по перегону и расчетного времени стоянки на станции (остановочном пункте). Время хода поезда по перегону следует определять по тяговым расчетам. Время стоянки поезда на станции в расчетах следует принимать, в зависимости от условия движения, от 20 до 30 с.

5.8.6 В проектах скоростных линий трамвая, оборудуемых системой ИРДП с разграничением трамвайных поездов фиксируемыми блок-участками, следует предусматривать оборудование поездов устройствами автоматической вагонной сигнализации (АВС) с автостопами, являющимися основными элементами системы ИРДП.

Путевые устройства системы ИРДП должны обеспечивать на перегонах скоростных линий передачу сигнальных команд с пути на трамвайный поезд о допустимой скорости движения поезда.

На первую очередь эксплуатации необходимо применять резервную систему ИРДП (автоблокировка с путевыми светофорами) без оборудования трамвайных поездов устройствами АВС (АРС).

5.8.7 Расстановку сигнальных точек системы ИРДП следует проектировать для одностороннего движения по каждому из путей графическим методом на основе тяговых расчетов по кривым времени.

5.8.8 Значность сигнализации системы ИРДП должна обеспечивать проектные размеры движения трамвайных поездов на десятый год эксплуатации и не должна превышать четырех знаков (не считая запрещающего). При этом в расчетах устройств системы ИРДП должен быть предусмотрен запас времени не менее 15 с для движения поездов на перегоне и не менее 5 с – на участке подхода к станции (остановочному пункту).

5.8.9 Расчетный интервал для расстановки сигнальных точек системы ИРДП с фиксированными блок-участками следует принимать исходя из разграничения попутно-следующих трамвайных поездов на перегонах числом блок-участков, равным значности сигнализации, обеспечивая движение поездов «с зеленого на зеленый».

Длина блок-участка на перегоне должна быть не менее длины тормозного пути, определенной для данного места при полном служебном торможении и допустимой скорости, с учетом времени, необходимого для срабатывания устройств АВС и автостопа.

Величина допустимой скорости вступления на блок-участок определяется значностью сигнализации системы ИРДП.

5.8.10 На пересечениях линий скоростного трамвая в одном уровне с автомобильными дорогами V категории следует предусматривать специальную светофорную сигнализацию, обеспечивающую преимущественное движение трамвайным поездам.

5.8.11 Запас жил в кабелях автоматики и телемеханики должен составлять не менее 10 % общего числа жил, но не менее двух.

5.8.12 Электроснабжение устройств автоматики и телемеханики следует предусматривать по I категории надежности от источников переменного тока с напряжением 220 В (двухпроводная система с изолированной нейтралью) от независимых источников питания с тяговой подстанцией.

5.8.13 Металлические конструкции и оборудование системы ИРДП на скоростных линиях следует заземлять, кроме корпусов дроссель-трансформаторов, которые необходимо изолировать от оснований.

5.9 Связь и сигнализация на линиях трамвая и троллейбуса

5.9.1 Для организации движения поездов на линиях скоростного трамвая следует предусматривать следующие виды связи:

- телефонная связь диспетчера по движению;
- телефонная связь электродиспетчера;
- телефонная тоннельная связь тоннельных участков (проектируют в соответствии с ТКП 45-3.03-115);
- телефонная перегонная связь;
- радиосвязь диспетчера с передвижными восстановительными бригадами;
- радиосвязь диспетчера с центральным диспетчером.

Линейные сооружения всех видов телефонной связи следует объединять в единую комплексную сеть.

5.9.2 Телефонной диспетчерской связью по движению скоростного трамвая следует оборудовать всех абонентов, с которыми необходима оперативная связь: электродиспетчером; диспетчерами депо; службами пути, устройствами СЦБ и связи, электроснабжения; восстановительными бригадами; диспетчерами (дежурными) конечных станций и пунктов регулирования движения на маршрутах.

5.9.3 В цепи связи электродиспетчера скоростного трамвая следует включать телефоны: тяговых подстанций, диспетчера по движению, восстановительных бригад, службы энергоснабжения.

5.9.4 В цепи перегонной связи скоростного трамвая следует включать телефоны, устанавливаемые в релейных шкафах системы ИРДП или специальных стойках на перегонах длиной более 1,0 км, а также на станциях (остановочных пунктах), переездах, на подходах к транспортным развязкам.

5.9.5 На подземных станциях (заглубленных остановочных пунктах) скоростных линий и в депо следует предусматривать местные устройства громкоговорящего оповещения и световые табло для информации пассажиров и обслуживающего персонала.

5.9.6 Для линий обычного трамвая и троллейбуса следует предусматривать установку телефонных аппаратов городской телефонной связи на тяговых подстанциях, на конечных станциях, в помещениях диспетчера по движению и электродиспетчера, а также в помещениях аварийно-восстановительных бригад.

5.9.7 При проектировании трамвайных и троллейбусных депо следует предусматривать:

- городскую телефонную связь;
- местную телефонную связь;
- диспетчерскую телефонную связь для диспетчера по выпуску, заместителей начальника депо по эксплуатации и ремонту, начальника депо;
- громкоговорящую связь с участками депо и территорией для диспетчера по выпуску;
- телевизионную связь с участками депо и территорией для диспетчера по выпуску и заместителя начальника депо по ремонту;
- электрочасофикацию;
- установки пожарной автоматики в соответствии с ТНПА.

5.9.8 Установку электрочасов следует предусматривать в депо, на конечных станциях и в тоннельных участках совместно с установкой контрольных электрочасов.

5.9.9 При проектировании автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления движением маршрутизированного пассажирского транспорта следует предусматривать оснащение транспортной сети соответствующими устройствами и линиями связи.

Для автоматизированных систем, требующих применения проводных каналов связи, в проектах следует предусматривать некоммутируемые линии связи; для систем, требующих применения радиоканалов, – соответствующие радиосредства.

5.9.10 При проектировании трамвайных и троллейбусных депо следует предусматривать охранную сигнализацию помещений: кассы бухгалтерии, билетной кассы, подсчета денег, сортировки денег, инкассаторов банков, склада билетной продукции.

6 Троллейбусные линии

6.1 Троллейбусные линии (в части плана и продольного профиля, а также размещения посадочных площадок) следует проектировать в соответствии с ТКП 45-3.03-227.

6.2 При проектировании троллейбусных линий на улицах (дорогах) следует принимать дорожные одежды капитального и облегченного типов в соответствии с ТКП 45-3.03-227.

6.3 Пересечения контактных сетей новых троллейбусных линий с железными дорогами общей сети внешними и железнодорожными подъездными путями необходимо предусматривать в разных уровнях. Пересечение троллейбусов с автономным ходом и электробусов необходимо располагать в одном уровне.

Пересечения троллейбусных линий с неэлектрифицированными внутренними подъездными путями промышленных предприятий следует располагать в одном уровне

при соответствующем технико-экономическом обосновании. При этом в проекте следует предусматривать меры по обеспечению безопасности движения и соблюдать условия взаимной видимости, а также предусматривать соответствующую сигнализацию и оградительные устройства. Угол пересечения троллейбусных линий должен быть не менее 45°.

Пересечение и взаимные сближения троллейбусных линий с линиями связи должны быть выполнены в соответствии с требованиями ТНПА.

Пересечения и взаимные сближения контактных проводов троллейбуса с воздушными электрическими линиями до 1000 В и выше следует проектировать с учетом требований настоящих строительных норм.

6.4 Остановочные пункты троллейбуса следует размещать на прямых участках улиц (дорог) с продольными уклонами не более 40 ‰, на расстоянии не менее 20 м после перекрестка. В стесненных условиях остановочные пункты следует размещать на криволинейных участках радиусом не менее 100 м.

Остановочные пункты троллейбуса следует размещать перед перекрестками при наличии специальной полосы для их движения или при соответствующем обосновании и с учетом требований ГАИ УВД.

6.5 Посадочные площадки следует предусматривать в пределах тротуара или разделительной полосы. Ширину посадочной площадки следует принимать в зависимости от расчетного числа входящих и выходящих на остановочном пункте пассажиров, исходя из нормы 0,5 м² на одного человека, но не менее 1,5 м.

Расстояние от площадки остановки подвижного состава до границы ближайшего наземного пешеходного перехода или входа в подземный пешеходный переход должно быть не менее 5 м.

Длина площадки остановки подвижного состава принимается в зависимости от количества одновременно стоящих транспортных средств, из расчета 20 м на один троллейбус или трамвай, но не более 60 м.

6.6 Остановочные пункты троллейбусных линий должны быть оборудованы крытыми павильонами (навесами) для пассажиров.

6.7 На конечных пунктах троллейбуса следует предусматривать площадки с усовершенствованным покрытием и соответствующее развитие контактной сети для осуществления разворота, обгона, отстоя и мелкого ремонта троллейбусов.

Разворотные кольца необходимо проектировать с учетом обеспечения плавного подхода троллейбусов к местам посадки и высадки пассажиров или отстойному участку.

Ширина площадки или проезжей части улицы, необходимая для разворота троллейбусов на 180°, должна быть не менее 28 м.

6.8 При размещении конечных пунктов и разворотных колец маршрутов массового пассажирского транспорта следует учитывать: характер застройки и планировочные особенности района размещения конечного пункта; размеры движения; эксплуатационные особенности видов транспорта и условия их взаимодействия; санитарно-гигиенические требования.

На конечных пунктах следует предусматривать:

– здания и сооружения для обеспечения управления движением, служебные, складские и санитарно-бытовые помещения для отдыха и горячего питания водителей и обслуживающего персонала;

– площадки с покрытием для приема, отгона, отстоя, технического осмотра и линейного ремонта подвижного состава по специальному заданию.

7 Контактные сети трамвая и троллейбуса

7.1 Контактные подвески

7.1.1 Компенсированные и полукомпенсированные подвески выполняются согласно техническим условиям предприятий городского электрического транспорта.

7.1.2 Под инженерными сооружениями следует применять эластичные контактные подвески. Жесткие подвески проектируют в исключительных случаях под существующими инженерными сооружениями при расстоянии от уровня проезжей части до низа балок не более 4,6 м.

7.1.3 На участках дороги или пути с вогнутой в вертикальной плоскости кривой радиусом менее 3000 м следует применять простые подвески на цепных или простых гибких поперечинах или цепные подвески с ограничителями подъема контактного провода.

7.1.4 В контактных сетях трамвайных и троллейбусных линий следует применять провода из меди и ее сплавов, изготавливаемые по ГОСТ 2584.

Сечение контактных проводов следует принимать в соответствии с электрическим расчетом.

7.1.5 Для продольных несущих тросов цепных подвесок следует использовать стальной оцинкованный семипроволочный витой канат, изготовленный по ГОСТ 3062.

7.1.6 При необходимости увеличения электрической проводимости контактной подвески в контактной сети трамвая в качестве несущего троса и усиливающего провода используют медный провод по ГОСТ 839, марки М либо биметаллический сталемедный провод по ГОСТ 4775, марки ПБСМ-1 или ПБСМ-2. Если в качестве продольных несущих тросов цепной подвески используются медные или бронзовые провода, подвеска должна быть оборудована устройством автоматического регулирования натяжения продольного несущего троса.

7.1.7 Значение напряжения от механических нагрузок и натяжений в контактных проводах трамвая и троллейбуса следует принимать в соответствии с таблицей 12. Натяжение несущих тросов цепных подвесок следует принимать в соответствии с технической документацией на эти подвески.

Таблица 12

Тип контактных подвесок	Напряжение при растяжении, Н/мм ² (кгс/см ²), в проводах				Натяжение в сталеалюминевых проводах ШПКСА-80/180, Н (кгс)	
	медных фасонных и медных фасонных овального профиля		бронзовых фасонных и бронзовых фасонных овального профиля			
	минимальное	максимальное	минимальное	максимальное	минимальное	максимальное
Некомпенсированные	45 (4,5)	125 (12,5)	55 (5,5)	150 (15,0)	2000 (200)	12 000 (1200)
Частично компенсированные	40 (4,0)	150 (15,0)	55 (5,5)	150 (15,0)	2000 (200)	12 000 (1200)
Полукомпенсированные и компенсированные	80 (8,0)	95 (9,5)	105 (10,5)	115 (11,5)	7000 (700)	8000 (800)
Примечание – При применении проводов овального профиля для троллейбуса следует учитывать форму профиля контактной вставки троллейбуса.						

7.1.8 Высоту подвешивания трамвайных и троллейбусных контактных проводов следует принимать по таблице 13.

Таблица 13

Вид контактной сети	Высота подвешивания контактных проводов над уровнем головок рельсов или дорожного покрытия, м
1 Вновь строящиеся или реконструируемые линии (пассажирские, служебные, на открытых территориях депо, парков и ремонтных мастерских, заводов)	5,8
2 Новые участки контактных линий при совместном подвешивании на общих поддерживающих устройствах	Такая же, как существующей линии
3 Участки контактных линий:	
внутри производственных помещений	5,2
в проемах ворот здания	4,7
под вновь строящимися и реконструируемыми инженерными сооружениями	4,4
и в помещениях закрытых стоянок, не менее	
под существующими инженерными сооружениями с габаритом по высоте	4,2

менее 5,0 м (до реконструкции проезжей части дороги под сооружением), не менее	
в тоннелях скоростного трамвая, не менее	3,9

Примечания

1 Для простых подвесок и цепных подвесок с двумя струнами в пролете высоту подвешивания контактных проводов следует принимать для среднегодовой температуры воздуха, а для цепных подвесок с количеством струн в пролете более двух – для температуры расчетного беспровесного состояния контактных проводов.

2 При подвешивании на общих цепных гибких поперечинах допускается отклонение высоты подвешивания контактных проводов в поз. 2 на разность конструктивных размеров подвесной арматуры.

3 Если применяемые на трамвайных и троллейбусных предприятиях токоприемники при изменении высоты подвешивания контактного провода ухудшают свои характеристики, влияющие на качество токосъема, то высоту подвешиваемого контактного провода следует сохранять принятой для данного предприятия.

7.1.9 Высота расположения контактных проводов трамвая или троллейбуса над уровнем головок рельсов или дорожного покрытия в любом месте пролета в наиболее худшем расчетном режиме должна быть не менее 5,2 м, за исключением случаев, приведенных в таблице 13 (поз. 3), а в местах пересечения трамвайных и троллейбусных линий с неэлектрифицированными железнодорожными путями – не менее 5,8 м над уровнем головок железнодорожных рельсов.

7.1.10 Сопряжение участков контактных линий с различной высотой подвешивания контактных проводов следует проектировать с уклоном проводов относительно продольного профиля трамвайного пути или дороги не более 20 ‰; для скоростного трамвая – не более 10 ‰; на территориях и в производственных зданиях депо и ремонтных мастерских (заводов), а также на участках трамвайных и троллейбусных линий, на которых скорость движения не превышает 15 км/ч, – не более 40 ‰.

7.1.11 Контактные провода трамвайных линий на прямых участках пути необходимо располагать (в плане) зигзагообразно; при этом зигзаг контактного провода должен быть равен 250–300 мм от оси токоприемника в статическом состоянии, шаг зигзага для всех типов контактной подвески – четырем пролетам подвески. При симметричной установке зигзага выполнять на двухпутных участках. На новых линиях полный зигзаг рекомендуется в двух пролетах подвески. На криволинейных участках пути вынос (величина отклонения) контактного провода от оси токоприемника в статическом положении во внешнюю сторону кривой в точках фиксации, а также провода, устанавливаемого по хордам внутри кривой, не должен превышать 300 мм.

7.1.12 Расстояние между точками фиксации контактного провода трамвая на криволинейных участках пути (длину хорды) a , м, следует принимать по наименьшему значению, рассчитанному по формулам:

$$a = 4 \cdot (Rb)^{0,5}, \quad (2)$$

$$a = ZR / H, \quad (3)$$

где R – радиус кривой по оси пути, м;

b – отклонение (вынос) точки фиксации контактного провода в плане от оси токоприемника, м;

Z – допустимое усилие в горизонтальной плоскости на подвесную или фиксирующую арматуру, Н (кгс);

H – значение наибольшего натяжения контактного провода, Н.

7.1.13 Точку пересечения контактных проводов трамвайных линий (воздушную крестовину) следует располагать над пересечением осей путей.

При пересечении осей путей под углом менее 60° при направлении движения поездов обеих пересекающихся линий со стороны острого угла точку пересечения контактных проводов следует смещать навстречу движению на 0,10–0,15 м по биссектрисе угла, образованного контактными проводами.

7.1.14 Над стрелочными переводами путей точка схождения (разветвления) контактных линий должна располагаться на биссектрисе угла, образуемого осями путей,

там, где расстояние между внутренними гранями головок сходящихся к путевой крестовине рельсов составляет $(1,00 \pm 0,05)$ м.

7.1.15 Расстояние между контактными проводами одного направления движения троллейбусов следует принимать от 500 до 520 мм, в зависимости от типа предусматриваемых изоляторов.

Отступления от указанных значений должны быть в пределах, мм:

от 400 до 700 – на специальных частях контактной сети;

» 500 » 700 – в цепных контактных подвесках, в подвесках на наклонных струнах, а также в любых контактных подвесках при расположении троллейбусной линии в зоне распыления воды ветром.

7.1.16 Отрицательные провода контактной троллейбусной сети всегда следует располагать с правой стороны по направлению движения. В виде исключения на территории депо, ремонтных мастерских (заводов) и т. п., а также при трехпроводной системе питания допускается располагать отрицательные провода контактной сети с левой стороны.

7.1.17 Трассировка контактных линий троллейбуса должна обеспечивать движение троллейбусов в первой и второй полосах движения, а на подходах к левым поворотам – в крайней левой полосе движения, предусматривая плавное перестроение троллейбусов с учетом конкретной дорожной обстановки.

При этом приближение контактных проводов к осевой линии при двух полосах движения должно начинаться на расстоянии от 120 до 150 м до поворота, а при трех и более полосах – от 150 до 300 м.

Расстояние от крайнего контактного провода троллейбуса в плане до борта проезжей части должно быть не менее 1,5 м, а на криволинейном участке в средней части хорды – не менее 1 м.

7.1.18 Расстояния по горизонтали между контактными проводами смежных троллейбусных линий, между контактным проводом троллейбуса и ближайшим рельсом трамвая следует принимать не менее значений, приведенных в таблице 14.

Таблица 14

Троллейбусные линии	Расстояние по горизонтали, м, от контактного провода троллейбусной линии до ближайшего			
	рельса трамвайной линии при движении		контактного провода смежной троллейбусной линии при движении	
	параллельном	встречном	параллельном	встречном
В нормальных условиях				
Пассажирские	3,5	4,0	3,0	3,5
Служебные и грузовые, а также расположенные на территории депо и ремонтных мастерских (заводов)	2,5	3,0	2,0	3,0
В стесненных условиях				
Пассажирские	2,0	2,5	1,5	2,0
Служебные и грузовые	1,5	2,0	1,0	1,5
Расположенные на территории депо и ремонтных мастерских (заводов)	1,5	2,0	1,0	1,0
<i>Примечание</i> – В пролете, примыкающем к стрелочному узлу троллейбусных контактных линий, расстояние по горизонтали между ближайшими контактными проводами смежных линий может быть уменьшено до 1,0 м (это требование не распространяется на зону длиной 10 м; у стрелочного узла, где расстояние между крайними проводами сливающихся (расходящихся) линий определяется конструкцией стрелочного узла).				

7.1.19 Радиус на криволинейных участках троллейбусных линий должен быть не менее радиуса изгиба дороги.

В местах поворота на перекрестках, площадях, разворотных кольцах и т. п. наименьший радиус контактной линии в плане следует принимать по таблице 15.

7.1.20 Углы излома контактных проводов трамвайных и троллейбусных линий (в плане) на криволинейных участках трассы не должны превышать допустимого угла излома, установленного техническими условиями для соответствующей арматуры и фиксирующих устройств (зажимов, фиксаторов, обратных фиксаторов, держателей кривой).

При фиксации контактного провода с применением зажимов длиной менее 250 мм угол излома контактного провода не должен превышать 4° на один зажим.

Таблица 15

Условия поворота	Наименьший радиус кривой в плане по внутреннему контактному проводу троллейбусных линий, м	
	в нормальных условиях	в стесненных условиях
На пассажирских линиях при углах поворота: до 90° св. 90°	12	10
	14	11
На служебных и грузовых линиях, а также линиях депо и ремонтных мастерских (заводов)	10	9

7.1.21 Длина пролетов определяется конструкцией контактной подвески.

Наибольшую длину пролетов контактной подвески на прямых следует принимать по таблице 16.

Таблица 16

Вид контактной подвески	Наибольшая длина пролетов, м, контактной подвески между опорами на прямых участках для линий	
	трамвайных	троллейбусных
Цепная	До 50	До 50
Простая петлевая	» 45	» 40
Простая на наклонных струнах	» 40	» 40
Простая на гибких тросовых поперечинах	» 35	» 30
Цепная малогабаритная в тоннелях	» 25	» 25
Простая на эластичных поддерживающих устройствах в тоннелях	» 15	» 15
Простая жесткая на потолочных подвесах	» 8	» 4

В пределах вертикальных кривых, сопрягающих смежные элементы продольного профиля трамвайного пути или дороги, на участках трассы троллейбусной линии с горизонтальными кривыми радиусом менее 500 м и при использовании в качестве опорных устройств стен зданий длину пролетов контактной подвески следует уменьшать на 20–25 %.

Длину отдельных (не смежных) пролетов цепной подвески допускается увеличивать до 60 м.

Для перекрытия больших одиночных пролетов длиной до 100 м следует применять цепную подвеску с тремя-четырьмя струнами в пролете и анкеровкой продольных тросов по обеим сторонам пролета, а также простую подвеску на тросовых гибких поперечинах с использованием поддерживающих устройств типа «трапеция» или «полигон».

7.1.22 При использовании опор контактной сети для наружного освещения расстояние между опорами следует принимать с учетом оптимального сочетания типа контактной подвески в соответствии с таблицей 16 и требований к освещенности улиц.

7.2 Поддерживающие и фиксирующие устройства

7.2.1 В контактных сетях трамвая и троллейбуса в качестве поддерживающих устройств следует предусматривать кронштейны, простые и цепные гибкие поперечины, балки и перекрытия путепроводов, тоннелей и других инженерных сооружений.

Конструктивное исполнение поддерживающих и фиксирующих устройств трамвайной контактной сети должно исключать удары токоприемников трамвая по частям контактной сети при давлении токоприемников на контактный провод силой не менее 150 Н и минимальном натяжении тросовых элементов.

7.2.2 Для гибких поддерживающих и фиксирующих устройств в зависимости от нагрузки следует применять стальную оцинкованную проволоку диаметром 5 мм или стальной оцинкованный семипроволочный канат по ГОСТ 3062. Для поперечных и продольных несущих тросов следует применять только стальной оцинкованный семипроволочный канат по ГОСТ 3062.

7.2.3 Все виды кронштейнов должны быть поворотными в горизонтальной плоскости и иметь одну ступень изоляции в узлах крепления их к опорам.

7.2.4 Гибкие поперечины в отдельных случаях имеют вид усложненных систем: угольников, трапеций, полигонов.

7.2.5 Расчеты поддерживающих устройств следует производить на наиболее неблагоприятное сочетание нагрузок (минимальная температура, гололед, ветер) в зависимости от климатических районов.

При расчете фиксирующих тросов минимально допустимое натяжение троса следует принимать в пределах от 300 до 500 Н в наиболее разгруженном звене при наивысшей годовой температуре в данном климатическом районе.

7.2.6 При выборе сечения тросов и проволок гибких поддерживающих и фиксирующих устройств следует принимать следующие значения коэффициента запаса прочности, не менее:

3,0 – для стальных продольных несущих тросов цепных подвесок, стальных, биметаллических и медных поперечных несущих тросов, оттяжных ветвей на криволинейных участках;

2,5 – для медных и биметаллических продольных несущих тросов цепных подвесок, стальных и биметаллических фиксирующих поперечин.

7.2.7 При расчете высоты закрепления гибких тросовых поперечин на опорах, стенах зданий и других опорных конструкциях необходимо исходить из следующих уклонов поперечин от точки с максимальной стрелой провеса поперечины до места ее закрепления:

от 1:10 до 1:12 – для простых поперечин на прямых участках;

» 1:15 » 1:20 – для внешних по отношению к кривой частей простых поперечин;

» 1:5 » 1:10 – для внутренних по отношению к кривой частей простых поперечин;

» 1:5 » 1:10 – для несущих тросов цепных поперечин, поперечных несущих тросов подвесок и несущих цепных тросов специальных частей;

» 1:20 » 1:40 – для оттяжек на кривых;

» 1:30 » 1:40 – для анкерочных ветвей контактного провода.

7.2.8 При длине несущих гибких поперечин 30 м и более в каждой из них следует предусматривать натяжную муфту.

В несущих тросах цепных подвесок расстояние между натяжными муфтами должно быть не более 600 м; натяжные муфты следует предусматривать также в местах анкерования тросов.

На простых гибких поперечинах предусматривают подвешивание не более двух контактных линий трамвая или троллейбуса при расстоянии между их проводами до 10 м. При большем расстоянии между проводами, а также при количестве линий более двух следует применять цепные гибкие поперечины.

7.2.9 Все виды поперечин, оттяжки и анкерные ветки, закрепляемые на стенах жилых и общественных зданий, должны быть оснащены арматурой (шумоглушителями), поглощающей вибрацию и шумы, возникающие в контактной сети.

7.2.10 Длина струн цепных гибких поперечин, м, должна быть не менее:

0,5 – в контактной сети трамвая;

0,7 – то же троллейбуса.

В местах пересечений гибкими поперечинами проводов смежной контактной линии между поперечиной и пересекаемыми проводами должно обеспечиваться расстояние не менее 0,7 м.

7.2.11 В пределах одной улицы следует предусматривать самостоятельные поддерживающие устройства контактных сетей трамвая и троллейбуса. При невозможности установки опор контактной сети у борта дороги контактные подвески трамвая и троллейбуса (за исключением подвесок на наклонных струнах) подвешивают на общих поддерживающих устройствах (поперечинах).

7.2.12 Расстояние (по вертикали и горизонтали) от стенных крюков до углов зданий и краев стенных проемов (окон, дверей и т. п.) должно быть не менее 0,5 м.

Расчетная нагрузка на один стенной крюк в местах закрепления гибких поддерживающих устройств на стенах зданий не должна превышать 7000 Н.

7.2.13 Не допускается использовать поддерживающие устройства контактной сети трамвая и троллейбуса (тросовые поперечины, кронштейны) для подвешивания на них каких-либо устройств, не относящихся к контактной сети.

Поперечины контактной сети используют для прокладки вдоль них проводов СЦБ и связи при условии выполнения двух ступеней изоляции проводов СЦБ и связи на напряжение 1 кВ от поддерживающих устройств контактной сети.

7.3 Опорные устройства

7.3.1 В контактных сетях трамвая и троллейбуса в качестве опорных устройств следует использовать специальные опоры, стены кирпичных и железобетонных зданий и, с учетом мнения соответствующих организаций, – конструкции тоннелей, мостов, путепроводов и других инженерных сооружений.

Не допускается использовать стены из навесных железобетонных панелей для крепления контактной сети к зданиям, за исключением случаев использования специальных закладных деталей, закрепленных к несущим элементам здания.

7.3.2 Для контактных сетей трамвая и троллейбуса следует применять железобетонные опоры с напряженной и ненапряженной арматурой и стальные опоры, предназначенные для электрифицированного городского транспорта.

В узлах сопряжений анкерных участков с грузовыми компенсаторами в местах вывода питающих кабелей, на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и эстакадах), а также при установке опор контактной сети в зоне линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше рекомендуется предусматривать стальные трубчатые опоры.

Необходимость применения соответствующей конструкции опор устанавливается и обосновывается в проекте.

Заземления железобетонных и металлических опор контактной сети трамвая и троллейбуса предусматривать не требуется.

7.3.3 При расчете конструкции железобетонных опор контактных сетей трамвая и троллейбуса целесообразно руководствоваться [4], стальных опор – [5].

Расчетную горизонтальную нагрузку на стальные опоры P_p , Н, следует определять по формуле

$$P_p = KP_n, \quad (4)$$

где K – коэффициент перегрузки; $K = 1,3$;

P_n – нормативная нагрузка на опору, приложенная к ее вершине, Н.

Расчетный прогиб железобетонных и стальных опор под действием нормативной нагрузки не должен превышать 1/70 высоты надземной части опоры.

7.3.4 Опоры контактных сетей трамвая и троллейбуса должны быть равнопрочными по любым поперечным осям и воспринимать полную нагрузку без применения разгрузочных (анкерных) оттяжек.

При восприятии опорой нагрузок, направленных в разные стороны, опору следует выбирать по результирующей нагрузке, определяемой для наиболее невыгодного сочетания всех действующих нагрузок, с учетом возможности обрыва любого из закрепляемых на опоре тросов. При этом значение результирующей нагрузки, приложенной к вершине опоры, должно быть не более нормативной нагрузки на опору.

7.3.5 Если результирующая расчетная нагрузка на опору превышает нормативную нагрузку не более чем на 25 % для железобетонных опор и не более чем на 50 % для стальных опор, в виде исключения предусматривают усиление опор анкерными оттяжками в следующих случаях:

- при необходимости дополнительной загрузки существующих опор;
- на грузовых и служебных линиях;
- на территориях депо и ремонтных мастерских (заводов);
- на загородных линиях.

Предусматривают закрепление анкерных оттяжек опор к стенам зданий или заглубленному в грунт анкеру.

Высоту расположения анкерных оттяжек в местах, где возможно движение транспорта и пешеходов, принимают не менее 5 м от уровня проезжей части, а при пересечении тротуара – не менее 3 м от уровня его покрытия.

7.3.6 Опоры контактной сети трамвая и троллейбуса следует располагать вдоль борта дороги на тротуарах или газонах. Расстояние от лицевой грани бортового камня до оси опоры следует принимать 1,0 м. При этом расстояние от лицевой грани бортового камня до наружной поверхности опоры должно быть не менее 0,6 м. При устройстве технического тротуара вдоль борта улицы расстояние от лицевой грани бортового камня до оси опоры следует принимать 1,2 м.

Отдельные опоры размещают во дворах, у стен зданий, в зонах зеленых насаждений.

При установке опор вдоль дороги, не ограниченной бортовым камнем, их следует размещать на обочине на расстоянии не менее 1,75 м от края проезжей части (асфальтового покрытия) с устройством типового барьерного ограждения. Минимальные расстояния от оси пути трамвая до опор контактной сети следует принимать в соответствии с требованиями 5.1.2, 5.1.5.

Опоры на пересечениях и примыканиях улиц и дорог должны устанавливаться на расстоянии не менее 1,5 м до начала закругления борта проезжей части и в районе пешеходного перехода. Опоры на мостах, путепроводах и подходах к ним следует предусматривать стальными.

7.3.7 Опоры контактной сети трамвая и троллейбуса следует устанавливать в бетонных (бетон класса В15) или сборных железобетонных (бетон класса В20, В30) индивидуальных фундаментах.

При расчете фундаментов опор контактной сети трамвая и троллейбуса в качестве расчетной нагрузки следует принимать нормативную нагрузку на опору с коэффициентом перегрузки $K = 1,3$.

Глубина заложения подошвы фундамента должна быть не менее глубины промерзания грунта в соответствующем районе.

Железобетонные сборные фундаменты опор контактной сети должны быть защищены от электрической коррозии и коррозии, вызываемой воздействием окружающей среды.

7.3.8 Расстояние по горизонтали (в свету) от фундаментов опор контактной сети трамвая и троллейбуса до подземных инженерных сетей следует принимать по ТКП 45-3.01-116.

Как исключение, устанавливают опоры контактной сети трамвая и троллейбуса над подземными сооружениями, коммуникациями при расстоянии от верха подземного

сооружения до подошвы фундамента опоры не менее 0,5 м, а для сооружений метрополитена – не менее 1,0 м.

7.3.9 При необходимости установки опор контактной сети в местах с большой насыщенностью подземными коммуникациями предусматривают закрепление опор в специальных конструкциях со смещением вертикальной оси фундамента относительно вертикальной оси опоры с размещением опоры над подземными коммуникациями.

7.3.10 На инженерных сооружениях (мостах, путепроводах, эстакадах и пр.) опоры контактной сети трамвая и троллейбуса следует устанавливать в стальных стаканах или на фланцах, прикрепляемых к несущим элементам инженерного сооружения.

Опоры в стальных стаканах следует крепить с заглублением на 0,6–0,8 м и расклиниванием стальными клиньями по периметру в нижней и верхней частях стакана. В верхней части стакана допускается приварка опоры к стакану. Фланцевое крепление опоры следует выполнять болтами. От места крепления опоры должен быть обеспечен водоотвод. Конструкцию крепления опор к инженерному сооружению следует рассчитывать по расчетным нагрузкам, действующим на устанавливаемые опоры.

7.3.11 Опоры контактной сети трамвая и троллейбуса используют для закрепления в них тросов, проводов и устройств, не относящихся к контактной сети, по согласованию с организацией, эксплуатирующей контактную сеть, и в пределах нормативной нагрузки на опору.

7.4 Подвесная арматура и специальные части контактной сети

7.4.1 Подвесная и фиксирующая арматура и устройства, а также специальные части контактной сети трамвая и троллейбуса должны обеспечивать плавный и безударный проход контактного провода или ходовых элементов контактной вставкой токоприемника.

7.4.2 Изоляция конструкций специальных частей должна выдерживать без пробоя и перекрытия сухоразрядное испытательное напряжение частотой 50 Гц эффективным значением 5 кВ в течение 1 мин и мокроразрядное напряжение 3 кВ в течение 3 мин (ГОСТ 28041). Специальные части и устройства контактных сетей трамвая и троллейбуса должны обеспечивать изоляцию между проводами трамвая и троллейбуса и разнополярными токоведущими и токопроводящими элементами сопротивлением не менее 5 МОм при относительной влажности воздуха 95 % и температуре 20 °С.

7.4.3 Понижение уровня ходовой поверхности элементов устройств и специальных частей контактной сети по отношению к уровню контактного провода не должно превышать 0,02 %. Арматура контактной сети должна соответствовать ГОСТ 23476, а устройства и специальные части контактной сети – техническим условиям изготовителей.

7.4.4 При трассировке контактных сетей углы пересечений и слияний (расхождений) контактных сетей должны соответствовать диапазону допустимых углов конструкций специальных частей промышленного изготовления.

Конструкция крепления пересечений трамвайных и троллейбусных линий должна обеспечивать пространственное положение пересечения в плоскости, параллельной плоскости трамвайного пути.

Не допускается излом контактного провода в горизонтальной плоскости на специальных частях конструкций.

На секционном изоляторе излом контактного провода должен составлять не более 4°.

7.4.5 Специальные части контактной сети следует устанавливать на участках трассы с уклонами менее 15 ‰.

Необходима установка специальных частей контактной сети с изолированными ходовыми элементами на следующих продольных уклонах трассы, ‰:

- до 20 – пересечения троллейбусных линий;
- » 25 – «трамвайной и троллейбусной линий;
- » 25 – управляемые стрелочные узлы;

- » 30 – сходные стрелочные узлы;
- » 40 – секционные изоляторы.

В исключительных случаях при соответствующем обосновании уклоны увеличивают на 5 ‰.

7.4.6 На подъемах с уклонами, превышающими допустимые, следует предусматривать конструкции пересечений на контактной сети, обеспечивающие движение под током.

7.4.7 Конструкции пересечений трамвайных и троллейбусных линий должны обеспечивать прохождение пересечения троллейбусом под током, а трамваем – по инерции.

7.4.8 На криволинейных участках трамвайных линий радиусом менее 70 м или при сочетании подъема с криволинейным участком пути следует применять конструкции пересечений трамвайных и троллейбусных линий, обеспечивающие прохождение трамваев под током, а троллейбусов – по инерции.

7.4.9 Расстояние между конструкциями пересечений троллейбусных линий с изолированными ходовыми элементами должно быть не менее 5 м.

При расстоянии между пересечениями 5 м следует применять пересечения, обеспечивающие движение под током.

7.4.10 Изолированные ходовые элементы специальных частей контактной сети должны иметь на выходе дугогасительные устройства.

7.4.11 Троллейбусные автоматические стрелочные узлы следует устанавливать перед перекрестками и пешеходными дорожками на расстоянии, м, не менее:

- 20 – для троллейбусов длиной до 12 м;
- 30 – для сочлененных троллейбусов.

Сходные стрелочные узлы следует размещать после перекрестков и пешеходных переходов на расстоянии не менее 8 м.

7.5 Изоляция контактной сети

7.5.1 Все находящиеся под напряжением устройства контактной сети трамвая и троллейбуса должны иметь не менее двух ступеней изоляции по отношению к:

- опорным конструкциям (опорам, зданиям, инженерным сооружениям);
- токопроводящим элементам контактной подвески ближайших линий трамвая и троллейбуса;
- проводам и оборудованию прочего назначения.

Между проводами положительной и отрицательной полярности одной троллейбусной контактной линии следует устанавливать одну ступень изоляции, рассчитанную на испытательное напряжение 5 кВ.

Изоляционные щиты и брусья, к которым крепятся контактные провода на потолочных подвесах, следует принимать за вторую ступень изоляции при условии обеспечения изоляции, рассчитанной на испытательное напряжение 5 кВ.

7.5.2 В простых и фиксирующих гибких поперечинах изоляцию следует предусматривать:

- в местах крепления контактных проводов;
- в местах крепления поперечины к опорным конструкциям;
- на расстоянии не менее 1,5 м и не более 2,0 м от каждого контактного провода трамвая.

При расстоянии между контактными проводами трамвая менее 6 м изоляцию в поперечинах между этими проводами следует устанавливать посередине.

В контактной сети трамвая при использовании неизолированных подвесов изоляцию в месте крепления контактного провода к поперечине не предусматривают.

7.5.3 Несущие гибкие поперечины из стального каната должны быть отделены одной ступенью изоляции от:

- контактных и усиливающих проводов;

- специальных частей контактной сети;
- продольных несущих тросов цепных подвесок;
- опорных конструкций.

7.5.4 Гибкие поперечины, выполняющие роль питающего или междупутного соединителя, должны быть отделены от остальных элементов контактной сети, находящихся под напряжением, двумя ступенями изоляции. Исключение составляют междупутные соединители контактной сети трамвая, где между электросоединителем и продольным несущим тросом цепной подвески, находящимся под напряжением, необходима одна ступень изоляции, а также между электросоединителем и контактным проводом простой подвески необходимо непосредственное электрическое соединение.

7.5.5 В поперечинах сложной формы (угольники, трапеции и т. п.) дополнительную ступень изоляции необходимо предусматривать в местах соединения отдельных составных элементов поперечины со стороны контактного провода.

7.5.6 Продольные несущие тросы цепных подвесок должны быть отделены одной ступенью изоляции от поддерживающих устройств, а в контактных сетях троллейбуса – и от контактного провода.

7.5.7 В поддерживающих струнах изоляцию следует предусматривать в месте их крепления к контактным проводам или специальным частям.

При креплении струн к несущей поперечине, являющейся одновременно электрическим соединителем, в каждой струне должно находиться по два изолятора.

7.5.8 В анкерных тросах изоляция должна быть установлена в месте их крепления к контактному проводу, поддерживающему устройству и опорным конструкциям. В анкерных тросах контактного провода трамвая изоляцию со стороны контактного провода следует устанавливать в месте, находящемся на расстоянии 1,5 м от оси пути.

7.5.9 Элементы контактной сети, находящиеся под напряжением, должны быть удалены на расстояние, м, не менее:

- от опорных конструкций – 1,5;
- от балконов зданий и оконных проемов – 2,0;
- от изолированных кронштейнов – 0,25;
- от стволов деревьев – 1,5;
- от ветвей – 1,0;
- от металлических частей инженерных сооружений при:
свободном подвешивании (в пролете) – 0,2;
жестком закреплении – 0,1.

В случае невозможности соблюдения указанных требований необходимо предусматривать специальные защитные устройства (изоляционные кожухи, щиты и т. п.).

7.5.10 Над контактными проводами, располагаемыми под стальными конструкциями инженерных сооружений, необходимо предусматривать изоляционные щиты, выступающие на 0,25 м за крайние балки сооружения. Изоляционные щиты для сооружений с каменной или бетонной облицовкой не предусматривают при отсутствии на ее поверхности выступающих металлических деталей. В местах прохождения контактных проводов в воротах производственных зданий депо и ремонтных мастерских (заводов) металлические части полотен ворот должны быть обрамлены электроизоляционным материалом (текстолитом, древесным пластиком и т. п.) защитным слоем толщиной не менее 20 мм.

7.6 Питание и секционирование

7.6.1 Питающие линии от тяговых подстанций к контактным сетям в черте города следует предусматривать кабельными, проложенными в земле. Для загородных линий требуется прокладка воздушных линий.

Сечение кабелей и проводов питающих и усиливающих линий принимают в соответствии с электрическим расчетом, а воздушные линии, кроме того, следует проверять на механическую прочность.

Воздушные питающие и усиливающие линии следует выполнять из неизолированных медных или биметаллических проводов.

Питающие и усиливающие линии должны иметь изоляцию относительно земли на напряжение не менее 1 кВ.

7.6.2 Для цепей питающих линий, подключаемых к рельсовой сети трамвая, следует предусматривать кабельные шкафы, оборудованные разъемными электрическими соединениями.

7.6.3 Воздушные питающие и усиливающие линии следует подвешивать на опорах контактной сети со стороны, противоположной контактному проводу, на расстоянии от опор (в плане) не менее 0,5 м при наибольшем отклонении проводов. В этом случае использование опор контактной сети для крепления на них электрических сетей другого назначения не допускается. При использовании опор контактной сети для уличного освещения питающие и распределительные сети уличного освещения должны быть кабельными, а питающие и усиливающие линии следует изготавливать из медных изолированных проводов с изоляцией на напряжение 1 кВ.

Воздушные питающие и усиливающие линии, расположенные над тротуарами, следует предусматривать изолированными с изоляцией на напряжение 1 кВ. Прокладку питающих и усиливающих линий из неизолированных проводов необходимо выполнять над проезжей частью дороги (улицы) на расстоянии не менее 1,5 м от опоры.

7.6.4 В соответствии с расчетной схемой электроснабжения контактная сеть трамвайных и троллейбусных линий должна быть разделена на ряд изолированных участков (секций) посредством секционных изоляторов с дугогашением.

Секционные изоляторы также следует устанавливать между участками контактной сети пассажирских линий и линий прочего назначения (для технологической связи с депо, ремонтными мастерскими, грузовыми линиями и т. д.) и для секционирования контактных линий в депо и ремонтных мастерских (заводов) в соответствии с технологическими требованиями и требованиями безопасности при производстве ремонтных работ.

В троллейбусной контактной сети секционные изоляторы с дугогашением следует предусматривать как на положительных, так и на отрицательных проводах.

7.6.5 В продольных несущих тросах цепных контактных подвесок, а также в проводах усиливающих линий в местах размещения секционных изоляторов необходимо предусматривать натяжные изоляторы. В контактной сети троллейбуса оба несущих троса должны быть дополнительно секционированы натяжными изоляторами на участки длиной не более 450 м.

Натяжные изоляторы следует устанавливать у поддерживающих устройств.

7.6.6 Соединение выводов питающих кабелей или воздушных линий с контактной сетью следует предусматривать питающими соединителями.

Сечения питающих соединителей должны соответствовать расчетным электрическим нагрузкам. Площадь сечения питающего соединителя должна быть не менее суммарного сечения двух подключаемых к нему контактных проводов.

Питающие соединители, прокладываемые по опорам и кронштейнам (как внутри, так и снаружи), следует изготавливать из медных гибких проводов с изоляцией на напряжение не ниже 2,5 кВ.

7.6.7 Присоединение воздушных питающих и междупутных соединителей к контактному проводу следует предусматривать гибкими электрическими перемычками (питающими дужками) из медного изолированного провода с изоляцией на напряжение не ниже 1000 В и сечением 95 мм².

Подключение каждого контактного провода к питающему соединителю необходимо предусматривать двумя дужками, а к междупутному соединителю – одной дужкой.

7.6.8 На контактной сети следует располагать междупутные электрические соединители, подключаемые к проводам одного полюса разных направлений движения и к соответствующим им проводам усиливающих линий.

Междупутные соединители при двухпроводной системе электроснабжения следует размещать:

- через каждые 150–200 м с прокладкой по воздуху для контактных сетей трамвая и троллейбуса на двухпутных кронштейнах и гибких поперечинах;
- через каждые 300 м с прокладкой в земле. В исключительных случаях это расстояние увеличивают до 400 м;
- через каждые 120–200 м на участках контактной сети с усиливающими линиями;
- по обе стороны каждого из секционных изоляторов (не далее чем через два пролета от них) на расчетных токоразделах между подстанциями;
- у секционных изоляторов, располагаемых между смежными участками питания, где не предполагается установка воздушных или кабельных питающих соединителей;
- через каждые 200–300 м с прокладкой по воздуху для контактной сети троллейбуса на кронштейнах с обособленной подвеской каждого направления движения.

Площадь сечения междупутных электрических соединителей должны быть не менее площади сечения контактного провода.

Неизолированные воздушные электрические соединения следует размещать от тросовых поперечин на расстоянии по вертикали не менее 1,0 м; от изолированных кронштейнов – не менее 0,5 м. При размещении неизолированных воздушных электрических соединителей в одном уровне с тросовыми поперечинами расстояние между ними по горизонтали должно быть не менее 0,5 м.

В качестве междупутных электрических соединителей следует использовать узлы контактной сети, разворотные кольца, воздушные стрелочные слияния (разветвления) линий.

7.6.9 Продольные несущие тросы трамвайных цепных подвесок следует соединять с контактными проводами электрическими соединителями (дужками) через 120–200 м, а при одновременном использовании несущих тросов в качестве усиливающих проводов – через 80–150 м. В местах секционирования продольных несущих тросов натяжными изоляторами электрические соединители необходимо предусматривать с обеих сторон этих изоляторов.

7.6.10 При проектировании электроснабжения трамвайных и троллейбусных линий на тяговых подстанциях должна быть предусмотрена максимальная токовая защита контактных сетей от токов короткого замыкания. При этом ток уставки автоматического выключателя питающей линии должен быть меньше тока короткого замыкания секции контактной сети, а от малых токов короткого замыкания следует устанавливать дополнительные устройства защиты, исключающие отжиг контактных проводов.

7.6.11 Защиту от атмосферных перенапряжений следует проектировать на участках контактных сетей трамвая и троллейбуса, проходящих по открытой и незастроенной местности или по застроенным улицам, когда их ширина b , м, удовлетворяет условиям:

- при двухсторонней застройке

$$b > 7h_o; \quad (5)$$

- при односторонней застройке

$$b > \frac{1,6h_o}{1 + h_{k,c} / h}, \quad (6)$$

где h_o – превышение высоты здания над высотой подвешивания контактной сети, м; определяют по формуле

$$h_o = h - h_{k,c}; \quad (7)$$

$h_{k,c}$ – высота расположения находящихся под напряжением элементов контактной сети, м;

h – наибольшая высота здания, м.

Конструкции устройств, защищающих от атмосферных перенапряжений, а также их заземлителей следует определять в проекте.

7.6.12 Грозовые разрядники следует подключать к контактным проводам или кабельным выводам и к заземляющей цепи. В контактной сети троллейбуса разрядники следует предусматривать как на положительных, так и на отрицательных контактных проводах. Разрядники необходимо располагать в местах подключения питающих линий к контактной сети, а также на конечных пунктах участков контактной сети трамвая и троллейбуса при наличии на них устройств СЦБ. В случаях когда питающие линии запроектированы воздушными, разрядники следует располагать в местах подключения этих линий к кабельным выводам от тяговой подстанции.

Разрядники следует располагать на опорах контактной сети или в кабельных шкафах переключений. Все электрические соединения в цепях разрядников должны предусматриваться из изолированных проводов сечением (по меди) не менее 25 мм² на напряжение 1 кВ.

7.6.13 Заземление разрядников следует предусматривать на металлические оболочки и броню питающих кабелей или на специальные заземлители.

Во всех случаях сопротивление растеканию тока заземляющих устройств должно составлять не более 10 Ом.

7.6.14 Пункты присоединения кабелей отрицательной полярности к рельсам трамвайных путей необходимо размещать в соответствии с электрическим расчетом рельсовой сети, выполненным согласно ГОСТ 9.602.

7.7 Анкеровки и устройства компенсации натяжения проводов

7.7.1 Анкеровки следует предусматривать в местах:

- начала и окончания контактных линий;
- слияния и разветвления контактных линий на стрелочных узлах;
- деления подвески на независимые анкерные участки;
- изменения натяжений и сечений контактных проводов.

7.7.2 Взаимное анкерование следующих устройств контактной сети необходимо при обеспечении равенства натяжений:

- продольных несущих тросов цепной подвески и контактных проводов;
- сходных и управляемых стрелочных узлов троллейбусных линий;
- стрелочных узлов и контактных проводов троллейбусных линий;
- стрелочных узлов и продольных несущих тросов цепной подвески троллейбусных линий.

7.7.3 При применении под инженерными сооружениями жесткой подвески в местах входа контактных проводов в сооружения, а также на выходах из них следует предусматривать дублирующие анкеровки на несущие конструкции сооружений.

7.7.4 Длину анкерных участков полукомпенсированных и компенсированных подвесок с грузовыми компенсаторами необходимо определять с учетом реакции фиксаторов, струн и криволинейных участков контактной линии.

Длину анкерных участков на прямых, м, следует принимать:

- от 450 до 700 – при односторонней компенсации;
- » 900 » 1400 – при двухсторонней компенсации.

При этом колебания натяжения контактного провода в пределах анкерного участка не должны превышать $\pm 15\%$ нормативного натяжения.

7.7.5 В полукомпенсированных и компенсированных контактных подвесках в середине анкерного участка с двухсторонней компенсацией необходимо предусматривать узел средней анкеровки контактного провода.

В месте размещения средней анкеровки контактного провода должна быть предусмотрена двухсторонняя анкеровка продольного несущего троса.

Натяжение контактных проводов по обеим сторонам средней анкеровки не должно отличаться более чем на 5 %.

7.7.6 В полукompенсированных и компенсированных контактных подвесках троллейбусных линий узел пересечения с трамвайной линией следует размещать на расстоянии не более чем 50 м от узла средней анкеровки контактного провода троллейбуса или в начале анкерного участка, где продольное перемещение контактного провода троллейбуса минимально.

7.7.7 Блоки грузовых компенсаторов должны иметь подшипники качения и быть армированы гибким стальным канатом (ГОСТ 3064).

При размещении грузов компенсаторов снаружи опор следует предусматривать ограждения грузов, а также ограничители их перемещения в поперечных направлениях.

7.7.8 Сезоннорегулирующие устройства в некомпенсированных контактных подвесках следует размещать через каждые 300–500 м. Сезоннорегулирующие устройства необходимо размещать на расстоянии не менее 200 м от разворотных колец, узлов пересечений трамвайных и троллейбусных линий и контактных подвесок под инженерными сооружениями.

7.8 Пересечения и взаимные сближения трамвайных и троллейбусных линий с воздушными линиями электропередачи

7.8.1 Расстояние до проводов воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В в местах пересечения и сближения с трамвайными и троллейбусными линиями следует предусматривать, не менее:

– по вертикали:

для трамвайных линий: 8,0 м от уровня головок рельсов – при токосъеме дугowymi токоприемниками и пантографами, 10,5 м от уровня головок рельсов – при токосъеме штанговыми токоприемниками;

для троллейбусных линий – 10,5 м от высшей отметки уровня дорожного покрытия;

– по горизонтали:

для трамвайных линий: 5 м от оси пути – при токосъеме дугowymi токоприемниками и пантографами, 7 м от оси пути – при токосъеме штанговыми токоприемниками;

– для троллейбусных линий: 6 м от края дороги, ограниченной бортовым камнем или другими ограничителями отклонения, 14 м от оси контактной линии без ограничения отклонения троллейбусов от оси проводов.

7.8.2 Расстояние (в плане) между опорами контактных сетей трамвая и троллейбуса и опорами линии электропередачи напряжением до 1000 В (кроме линий уличного освещения, располагаемых на опорах контактной сети) должно быть не менее 1,5 м.

7.8.3 Воздушные линии электропередачи напряжением до 1000 В (кроме линий уличного освещения), проходящие параллельно трамвайным и троллейбусным линиям, должны быть расположены вне зоны, занятой контактной сетью, включая опоры.

В исключительных случаях при технико-экономическом обосновании воздушные линии электропередачи напряжением до 1000 В располагают над поперечинами контактной сети.

При этом необходимо соблюдать следующие условия:

– поперечины на участке пересечения должны иметь двойную изоляцию от контактных проводов;

– расстояние по высоте от поперечин контактной сети до проводов воздушных линий электропередачи, включая провода уличного освещения, при наиболее неблагоприятных сочетаниях температуры и нагрузок должно быть не менее 1,5 м и соответствовать требованиям 7.8.1.

7.8.4 Угол пересечения трамвайных и троллейбусных линий с воздушными линиями электропередачи напряжением св. 1000 В следует принимать в пределах от 60° до 90°.

7.8.5 Для выбора расстояния при пересечении и сближении трамвайных и троллейбусных контактных линий с воздушными линиями электропередачи напряжением св. 1000 В целесообразно руководствоваться [6].

7.8.6 При размещении трамвайных и троллейбусных линий в зоне наведенного напряжения вблизи электрифицированной железной дороги на переменном токе, воздушной линии электропередачи (ВЛ) напряжением 110 кВ и выше или напряжением 35 кВ с большими токами замыкания на землю в случае необходимости следует предусматривать защитные мероприятия по борьбе с опасным наведенным напряжением в контактных проводах вследствие индуктивного влияния электрифицированной железной дороги или линии электропередачи. Нормативы допустимых сближений и порядок их расчета – в соответствии с приложением В.

7.9 Устройства по обслуживанию движения трамваев и троллейбусов

7.9.1 Дорожные и сигнальные знаки и указатели, светофоры, табло и т. п. для регулирования дорожного движения и движения трамваев и троллейбусов следует размещать на самостоятельных поперечинах на расстоянии от контактных проводов в плане не менее 2,5 м, а от других элементов контактной сети, находящихся под напряжением, – не менее 1,5 м.

Устройства по обслуживанию движения трамваев и троллейбусов в исключительных случаях располагают на расстоянии не менее 1,5 м от контактных проводов.

7.9.2 Прокладку проводов устройств по обслуживанию движения трамваев и троллейбусов (контрольные и сигнальные линии, линии связи и радиотрансляционные линии, линии блокировки и управления стрелками и т. п.) следует предусматривать по опорам контактной сети.

Для крепления указанных проводов к опорам следует использовать штыревые изоляторы и траверсы, располагаемые по отношению к контактной подвеске с внешней стороны опор. При этом в верхней части опор следует размещать провода с более высоким напряжением.

Расстояние по горизонтали между проводами устройств по обслуживанию движения и поверхностью каждой опоры, мм, должно быть не менее:

200 – для проводов с напряжением 380/220 В;

100 – для проводов с меньшим напряжением.

При наличии на опорах контактной сети питающих и усиливающих проводов размещение на них проводов другого назначения не допускается.

Прокладка изолированных проводов СЦБ вдоль тросовых поперечин необходима при соблюдении требований 7.2.13.

7.9.3 Электрические схемы управления сигнализацией и стрелочными переводами не должны содержать устройств (контактов, датчиков и т. п.), устанавливаемых на контактных проводах трамвая и троллейбуса.

В исключительных случаях до разработки таких схем на контактных проводах устанавливают сериесные, шунтовые, блокировочные и другие контакты на расстоянии не более 2,5 м от точек подвешивания контактных проводов. Конструкция таких устройств не должна снижать качество токосъема при прохождении по ним токоприемников трамвая и троллейбуса.

Не допускается прокладывать провода для устройств по обслуживанию движения через секционные изоляторы, температурные винты, пересечения двух линий, стрелочные узлы контактных сетей троллейбусных линий, а также в местах сопряжения контактных проводов и отвода их на грузовые компенсаторы.

7.9.4 Не допускается подвешивание контактно-сигнального провода параллельно контактному проводу трамвайной линии.

При проектировании ограждающей сигнализации следует предусматривать электрические схемы с линейными контактами (датчиками).

7.9.5 Присоединяемые к рельсам отрицательные цепи устройств по обслуживанию движения, питаемые от контактной сети трамвая, в подземной части следует предусматривать кабельными сечением (по меди) не менее 25 мм², а цепи, питаемые от контактной сети троллейбуса, должны быть присоединены к отрицательному проводу этой сети.

7.9.6 Провода устройств по обслуживанию движения, прокладываемые внутри и снаружи опор контактной сети, должны иметь изоляцию на напряжение не менее 2500 В и защиту от механических повреждений на высоту 2,5 м от поверхности земли.

8 Электроснабжение и тяговые подстанции

8.1 Тип системы электроснабжения городского электрического транспорта (децентрализованная или централизованная), количество и типы тяговых подстанций, их мощность и размещение на линии следует выбирать на основании технико-экономического и электрического расчетов, определяющих эффективность той или другой системы при конкретных условиях.

При равнозначных результатах технико-экономического сравнения вариантов предпочтительным является применение децентрализованной системы электроснабжения.

Для выбранной системы электроснабжения расчетом необходимо определять следующие основные технические параметры: плотность тока в контактном проводе; падение напряжения в тяговой сети; допустимые нагрузки выпрямительных агрегатов тяговой подстанции; уставки защиты.

Расчетная плотность тока в медном контактном проводе трамвайных и троллейбусных линий при нормальном режиме работы системы электроснабжения в летнее время должна быть не более 5,0 А/мм², в вынужденном режиме – не более 6,8 А/мм². При расчете плотности тока следует учитывать износ контактного провода по сечению для трамвая на 20 %, для троллейбуса – на 10 %.

Падение напряжения до токоприемника подвижного состава должно быть не более 90 В в нормальном режиме питания и не более 170 В – в вынужденном. При расчете максимального падения напряжения следует учитывать средний износ контактного провода по сечению для трамвая на 15 %, для троллейбуса – на 7,5 %.

Тяговые подстанции с централизованной схемой электроснабжения относятся к токоприемникам I категории надежности электроснабжения, тяговые подстанции с децентрализованной схемой электроснабжения могут относиться ко II категории надежности электроснабжения. Тяговые подстанции, служащие источником электроснабжения контактной сети для троллейбусов с динамической подзарядкой, относятся к III категории надежности электроснабжения.

Электроснабжение тяговых подстанций линий скоростного трамвая необходимо выполнять в соответствии с требованиями к электроснабжению линий скоростного трамвая согласно ТНПА.

8.2 Расчетные нормативы следует определять для централизованной системы электроснабжения в нормальном режиме и проверять в вынужденном режиме, для децентрализованной – определять в нормальном и вынужденном режимах. В централизованной системе электроснабжения кабели напряжением 600 В следует выбирать с учетом их взаимного резервирования.

8.3 На тяговых подстанциях должна быть предусмотрена защита контактных сетей от токов короткого замыкания; при этом ток уставки автоматического выключателя питающей линии $I_{уст}$, А, следует определять согласно неравенствам:

$$I_{уст} \geq 2I_{ср} + C; I_{уст} \leq I_{кз}K_z, \quad (8)$$

где $I_{ср}$ – средний расчетный ток участка сети, А;

C – постоянная; для троллейбуса $C = 800$; для трамвая $C = 1000$ (при одиночных вагонах) и $C = 2000$ (при сдвоенных вагонах);

$I_{кз}$ – ток короткого замыкания участка сети, А;

K_3 – коэффициент запаса; $K_3 = 0,85–0,90$.

8.4 Тяговые подстанции питаются переменным током напряжением от 6 до 10 кВ по кабельным линиям. На пригородных и междугородных линиях, проходящих по незастроенной и не предусмотренной для застройки территории, допускается питание по воздушным линиям электропередачи.

8.5 Основными потребителями тяговой подстанции являются подвижной состав, устройства, регулирующие его движение, а также зарядные станции электробусов.

Не допускается присоединение посторонних потребителей к линиям от 6 до 10 кВ тяговых подстанций.

8.6 Тяговые подстанции централизованной системы электроснабжения должны иметь резервный агрегат, обеспечивающий надежное электроснабжение сети трамвая и троллейбуса при выходе из строя наибольшего по мощности выпрямительного агрегата.

Местоположение пунктов питания тяговой подстанции следует определять электрическим расчетом. С целью уменьшения потерь энергии в кабелях тяговой сети 600 В и повышения надежности электроснабжения здание тяговой подстанции должно быть расположено в непосредственной близости от контактной сети.

8.7 Тяговые подстанции используются для комплексного электроснабжения контактной сети троллейбусного и трамвайного движения, депо, заводов, мастерских по ремонту подвижного состава по самостоятельным питающим кабельным линиям и секциям контактных сетей. В исключительных случаях электропитание контактной сети депо, заводов и мастерских резервируют от пассажирских линий на срок до реконструкции.

8.8 Тяговые подстанции централизованного электроснабжения должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания прямыми кабельными линиями 6(10)(20) кВ от ПС-110-220/6(10)20 кВ, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания возможен только на время автоматического восстановления питания.

Питание подстанций децентрализованного (распределенного) электроснабжения, смежных по секциям контактной сети, должно осуществляться от независимых источников. При этом каждая из подстанций может иметь один ввод питающей линии 6(10)(20) кВ при условии обеспечения автоматического взаиморезервирования подстанций по электротяговой сети без уменьшения размеров движения.

Тяговые подстанции, в том числе проектируемые, должны удовлетворять требованиям настоящих строительных норм, ТКП 339, а также целесообразно учитывать [6].

8.9 Сигнализация, действующая при неисправностях оборудования, исчезновении и восстановлении напряжения питающих линий 600 В и автоматических отключениях, должна быть звуковой и световой с передачей на диспетчерский пункт.

8.10 Каждая подстанция системы электроснабжения должна иметь резерв мощности, обеспечивающий надежное электроснабжение подвижного состава при выходе из строя наибольшего по мощности преобразователя.

8.11 Объектами автоматического включения резерва (АВР) и автоматического повторного включения (АПВ) являются:

- АВР питающих вводов 10 (6) кВ;
- АВР выпрямителей;
- АВР питания собственных нужд подстанции;
- АПВ линейных выключателей, питающих линии 600 В, запасных и секционных выключателей.

8.12 Оборудование 600 В на подстанции должно иметь защиту, действующую при повреждениях с замыканием на заземленные металлоконструкции, на отключение преобразователей и линейных выключателей, контакторов, соединительных с другими подстанциями питающих линий с блокированием АВР и АПВ.

8.13 Система собственных нужд подстанций должна быть выполнена трехфазным напряжением 0,23 кВ с изолированной нейтралью. Для питания сети собственных нужд подстанций должен быть предусмотрен необходимый резерв.

8.14 Тяговую подстанцию следует проектировать с учетом следующих требований:

– здание должно соответствовать строительным нормам и обеспечивать требуемые условия эксплуатации установленного оборудования (тепловые режимы работы, степень защищенности оборудования и т. п.);

– уровень шума от тяговой подстанции должен соответствовать требованиям, установленным в ТКП 45-2.04-154.

8.15 На всех тяговых подстанциях следует предусматривать рабочие помещения (рабочие места) для ремонтно-обслуживающего персонала и санузел или биотуалет. При децентрализованной системе на одноагрегатных тяговых подстанциях устройство санузлов необходимо на каждой второй и четвертой тяговых подстанциях.

Для тяговых подстанций скоростных участков трамвая предусматривают рабочие помещения устройств ИРДП.

8.16 Подстанции должны быть оснащены средствами связи оперативного персонала с районным диспетчерским пунктом.

8.17 Не разрешается электроснабжение сторонних потребителей от шин переменного тока 6 (10) (20) кВ.

8.18 Уставки токовых максимальных защит питающих вводов 6 (10) (20) кВ выбираются с учетом характера электротяговой нагрузки.

8.19 На подстанциях допускается оборудование глухого заземления минусовой шины. Подстанции, работающие в системе с изолированными от земли полюсами, должны быть оборудованы:

– устройством автоматического контроля изоляции полюсов;

– устройством, обеспечивающим включение и отключение тока замыкания на землю в системе 600 В до 300 А контактором или разъединителем специальной конструкции с дистанционным приводом, предназначенным для этой цели.

8.20 Тяговые подстанции следует оборудовать устройствами автоматики и телемеханики [7]. Объемы автоматизации определяются проектом, согласованным электрохозяйством, в зависимости от системы электроснабжения и структуры эксплуатирующего предприятия.

8.21 В трансформаторных камерах должны быть предусмотрены конструктивные меры по локализации шума, создаваемого работающим трансформатором:

– фундаменты под трансформаторами не должны быть соединены с фундаментами здания;

– конструкция ворот должна включать звукопоглощающий материал;

– потолок и верхняя часть стен камер должны быть покрыты звукоизоляционным материалом;

– приточные и вытяжные отверстия в камерах с масляными трансформаторами должны быть расположены в одной наружной стене камеры, в камерах с силовыми сухими трансформаторами – на противоположных стенах в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей.

В трансформаторных камерах должны быть предусмотрены приспособления для установки трансформатора, а в камерах с силовыми масляными трансформаторами – также приспособления для поднятия съемной части минимум на 200 мм.

8.22 Диспетчерские пункты управления электроснабжением следует выполнять совмещенными с тяговыми подстанциями. Помещения диспетчерского пункта следует проектировать в соответствии с требованиями СН 3.02.02, ТКП 45-2.04-154, ГОСТ 14202, ГОСТ 22133. При проектировании цветовой отделки интерьеров целесообразно руководствоваться [8].

8.23 В районных (центральных) диспетчерских пунктах, в том числе и совмещенных с тяговой подстанцией, должны быть предусмотрены следующие помещения: диспетчерская, аппаратная, лаборатория, комната начальника, мастерская,

инструментальная кладовая, кладовая, вспомогательное помещение, утепленная стоянка на одну автомашину, комната мастеров, помещение ремонтных бригад, класс технического обучения (для центрального пункта), тепловой пункт, комната приема пищи, санитарно-бытовые помещения и устройства для дежурного и ремонтного персонала согласно СН 3.02.02.

8.24 В качестве приоритетных каналов связи должны использоваться проводные. В качестве резервных следует использовать беспроводные. Прокладку кабеля по опорам контактной сети следует применять, если скрытая прокладка невозможна.

9 Депо, ремонтные мастерские и стоянки

9.1 Основные положения

9.1.1 Трамвайные или троллейбусные депо следует размещать в соответствии с комплексной схемой развития всех видов городского пассажирского транспорта или технико-экономическим обоснованием (расчетом) развития городского пассажирского транспорта и в увязке с генеральным планом города.

9.1.2 Категории зданий и помещений депо, ремонтных мастерских и стоянок по пожарной опасности (А, Б, В, Г, Д) следует устанавливать в соответствии с нормами технологического проектирования или определять по ТКП 474.

9.1.3 Депо, ремонтные мастерские и стоянки для хранения подвижного состава следует располагать на одном земельном участке с устройством сплошного ограждения высотой 1,6 м в соответствии с ТНПА.

9.1.4 Стоянка должна быть рассчитана на одновременную расстановку на ней всего подвижного состава, приписанного к депо, за вычетом количества всех осмотровых и ремонтных машино-мест, имеющих в депо, и подвижного состава, находящегося по плану в ремонте на других предприятиях.

9.1.5 Стоянку следует проектировать с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием. Продольный уклон (по направлению движения троллейбусов) площадок отстоя должен составлять не более 5 ‰, поперечный – от 5 до 15 ‰.

Уклоны трамвайных путей в продольном направлении не должны превышать 2,5 ‰.

Необходимо предусматривать отдельный участок для измерения удельного сопротивления движению подвижного состава.

9.1.6 Стоянки бывают двух типов: открытые и закрытые.

9.1.7 Состав и размещение зданий и сооружений на территории депо следует принимать в соответствии с ТКП 45-3.02-90 и ТКП 45-2.02-315.

В состав помещений депо должны входить помещения гражданской обороны, размещаемые в одном из зданий депо или отдельно стоящие.

9.1.8 На территории депо следует предусматривать отдельные въезды и выезды (основной и резервный) трамвайных вагонов или троллейбусов. Въезд должен предшествовать основному выезду, считая по направлению движения на проезжей части дороги со стороны депо. На въезде должна быть расположена проходная, на выезде (основном) – здание контрольной.

9.1.9 Ворота для въезда на территорию депо или выезда с нее должны быть расположены с отступом от красной линии не менее длины кузова трамвайного вагона или троллейбуса.

9.1.10 Схема движения подвижного состава на территории депо должна быть кольцевой (односторонней) и иметь обгонный путь.

9.1.11 Минимальное расстояние между осями трамвайных путей, зданиями и сооружениями на открытой стоянке подвижного состава следует принимать по таблице 17.

Таблица 17

Расстояние	Минимальное значение, м
Между осями смежных путей при отсутствии опор контактной сети	3,8
От оси пути крайнего ряда:	
до ограды	2,8
до стен зданий	9,0
От оси пути и грани опоры:	
до контактной сети, установленной в междупутье	1,8
до контактной сети, установленной вне междупутья	1,9
Между осями смежных путей, разделенных пожарным проездом	8,0
Между буферами двух стоящих друг за другом трамвайных вагонов	1,5

9.1.12 Минимальное расстояние между осями рядов троллейбусов, зданиями и сооружениями на открытой стоянке подвижного состава следует принимать по таблице 18.

Таблица 18

Расстояние	Минимальное значение, м
Между осями смежных рядов троллейбусов	4,0–6,0
От оси крайнего ряда троллейбусов:	
до ограды	3,5
до стены здания	9,0
Между осями смежных рядов троллейбусов, разделенных пожарными проездами	8,0
Между бамперами стоящих друг за другом троллейбусов	1,5

Ширину проезда для пожарной техники на открытой стоянке подвижного состава следует принимать не менее 3,5 м. Расстояние между проездами в поперечном направлении следует принимать 25 м, в продольном направлении – 125 м для трамваев, 100 м для троллейбусов.

9.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Общие положения

9.2.1 Здания и помещения депо и ремонтных мастерских следует проектировать в соответствии с требованиями настоящего раздела и ТКП 45-3.02-90. Здания депо должны иметь степень огне-стойкости II.

9.2.2 Ворота в зданиях, предназначенные для въезда и выезда трамвайных вагонов или троллейбусов, должны быть высотой не менее 5 м (с учетом контактного провода), шириной (в свету) не менее 4 м, а также иметь механизированный привод для открывания и закрывания.

9.2.3 Калитки для прохода рабочих в воротах зданий депо должны открываться по направлению выхода из здания, ширина калитки должна быть не менее 0,8 м.

9.2.4 Высоту помещения закрытой стоянки подвижного состава от головки трамвайного рельса или проезжей части для троллейбуса до низа несущих конструкций покрытия следует принимать не менее 5,5 м.

9.2.5 Расстояние между трамвайными вагонами или троллейбусами, а также между трамвайными вагонами и конструкциями здания на закрытой стоянке следует принимать по таблице 19.

Таблица 19

Расстояние	Минимальное значение, м, для	
	трамвая	троллейбуса
От оси крайнего трамвайного пути или оси крайнего ряда троллейбусов до стен зданий при:		
отсутствии в них выходов	2,3	2,25
наличии в них выходов	3,3	3,25
Между сцепными приборами двух стоящих вагонов (поездов), между наиболее выступающими частями двух троллейбусов, стоящих друг за другом	1,0	1,00
Между осями смежных трамвайных путей (между осями двух рядом стоящих троллейбусов)	3,4	3,30
От поперечной стены здания до наиболее выступающей части трамвайного вагона или троллейбуса	2,0	2,00

9.3 Помещения для технического обслуживания и ремонта подвижного состава

9.3.1 В депо следует предусматривать производственные помещения для размещения цеха технического обслуживания, цеха плановых ремонтов, помещений и мастерских отдела главного механика.

Состав производственных и вспомогательных помещений должен быть уточнен технологической частью проекта.

9.3.2 В депо и мастерских следует предусматривать складские помещения для хранения:

- колесных пар и шин троллейбуса;
- агрегатов и деталей;
- смазочных материалов;
- лакокрасочных и пропиточных материалов;
- металла;
- сгораемых материалов (текстильных, бумажных, картонных и т. п.);
- сухого песка;
- кислородных и других баллонов.

9.3.3 Минимальное расстояния между трамвайными вагонами или троллейбусами, а также между ними и конструкциями зданий в помещениях для технического обслуживания и ремонта подвижного состава следует принимать по таблице 20.

Таблица 20

Расстояние	Минимальное значение, м
В зонах диагностики, осмотра и ремонта:	
от продольной (боковой) стенки трамвайного вагона или троллейбуса до стены без проема	1,7
то же с проемами	1,9
от торцевой поверхности стены здания до сцепного прибора трамвайного вагона, наиболее выступающей части троллейбуса при наличии канавы	4,5
то же без канавы	2,5
от трамвайного вагона или троллейбуса до колонны	1,2
то же до нижнего обреза лестницы канавы (в плане)	0,5
от крыши трамвайного вагона или троллейбуса до нижнего пояса фермы перекрытия (покрытия)	2,5
В зонах технического обслуживания и ремонта:	
между продольными (боковыми) стенками трамвайных вагонов или троллейбусов	2,9
между буферами стоящих на канаве друг за другом трамвайных вагонов или троллейбусов	1,0
то же при наличии проезда (прохода) между зонами	3,0
<i>Примечание</i> – Расстояния между трамвайными вагонами или троллейбусами, а также между ними и стеной в зонах механизированной мойки, диагностики и на подъемочных местах с домкратами следует принимать в зависимости от вида и габаритов оборудования этих зон, но не менее указанных в данной таблице.	

9.3.4 Высота производственных помещений депо должна быть не менее 3 м; в столярном и кузнечно-рессорном отделениях – не менее 4 м; в помещениях, куда вводятся трамвайные вагоны или троллейбусы при отсутствии контактных проводов, – не менее 4,5 м, при наличии контактных проводов – не менее 5,85 м.

9.3.5 В зданиях в зонах технического обслуживания и ремонта трамвайных вагонов или троллейбусов необходимо предусматривать рабочие посты как на канавах, так и на напольных местах.

Размеры канав и прямков в плане устанавливаются по требованиям технологии ремонта.

Глубина канав для трамвайных вагонов должна составлять 1,40 м, для троллейбусов – 1,25 м, глубина прямков для обслуживания подкузовного оборудования – 0,80 м.

Ширина канав для трамвайных вагонов должна быть не менее 1,35 м, для троллейбусов – не менее 0,9 м.

Канавы для троллейбусов должны иметь предохранительные борта высотой не менее 0,10 м и наружные направляющие высотой не менее 0,15 м при ширине канавы 1,40 м.

Канавы, независимо от их длины и назначения, должны иметь два выхода, не закрытые габаритом стоящего над канавой трамвая или троллейбуса.

Если длина канавы рассчитана на одно вагономесто (машиноместо), один из выходов (запасной) следует выполнять в виде металлических скоб в торцевой стене канавы.

Канавы и прямки диагностического и осмотрового отделений должны быть канализованы для обеспечения отвода вод. Во всех канавах следует предусматривать отопление. Через каждую осмотровую канаву длиннее 40 м для разделения зон осмотра следует предусматривать переходный мостик шириной не менее 0,8 м. Канавы для сварочных работ должны быть расположены вне здания.

9.3.6 В составе окрасочных отделений следует предусматривать помещения подготовки, окраски, сушки подвижного состава и приготовления красок. Окрасочные отделения должны иметь сквозной проезд.

При камерной сушке подвижного состава помещения окрасочного отделения можно не разделять.

9.3.7 При размещении аккумуляторной мастерской следует предусматривать два помещения: одно – для ремонта, с участком приготовления электролита, другое – для зарядки аккумуляторов.

Отдельное помещение для зарядки аккумуляторов не предусматривают, если одновременно производится зарядка не более 10 аккумуляторов и их зарядка выполняется в специальных шкафах с индивидуальным вентиляционным отсосом, включение которого заблокировано с зарядным устройством. Для необслуживаемых аккумуляторов отдельные помещения для зарядки не предусматривают.

9.3.8 Помещения для хранения шин площадью более 25 м² должны быть расположены у наружных стен.

9.3.9 В помещениях маслораздаточной с количеством хранения смазочных материалов до 10 м³ следует размещать насосные агрегаты для перекачки масла и подачи его на рабочие места.

В помещении для технического обслуживания и ремонта трамвайных вагонов или троллейбусов необходимо иметь не более 5 м³ смазочных материалов при условии хранения их в наземных резервуарах вместимостью не более 1 м³ каждый, а также размещать насосные агрегаты для перекачки масла из этих резервуаров и подачи его на рабочие места.

Подземные аварийные резервуары для слива масла из указанных резервуаров не предусматриваются.

9.3.10 В помещениях для выполнения моечно-уборочных и малярных работ на подвижном составе стены должны быть облицованы или окрашены на высоту не менее

высоты трамвайного вагона или троллейбуса материалами, стойкими к воздействию влаги и масел.

В помещениях для окраски деталей и агрегатов, пропиточно-сушильном отделении, компрессорной, маслораздаточной и складе смазочных материалов стены должны быть облицованы или окрашены на высоту 1,8 м материалами, стойкими к воздействию влаги и масел, а в помещениях аккумуляторной мастерской и моечно-дефектовочного отделения – стойкими к воздействию щелочи.

Стены канав и приямков должны быть облицованы керамической плиткой светлых тонов.

9.3.11 Полы в помещениях депо и ремонтных мастерских следует проектировать в соответствии с ТКП 45-5.09-310.

Полы в канавах должны иметь уклон в поперечном направлении не менее 10 ‰, в продольном направлении – от 8 до 10 ‰ в сторону трапов и лотков.

9.4 Вспомогательные помещения

9.4.1 Вспомогательные помещения депо и ремонтных мастерских следует предусматривать в соответствии с нормами технологического проектирования и требованиями настоящего подраздела.

9.4.2 Категорию здравпункта следует устанавливать на весь списочный состав работающих в депо, включая линейный персонал.

Должно быть предусмотрено специальное помещение для обеспечения предрейсового медицинского осмотра водителей.

9.4.3 Проектирование санитарных приборов в женских и мужских уборных необходимо вести с учетом работающих в депо и 25 % списочного состава водителей.

9.4.4 Число посадочных мест в столовых и буфетах депо следует принимать из расчета одно место на четверых работающих в наибольшей смене с учетом 5 % явочной численности водителей.

9.4.5 Площадь кабинетов по безопасности движения должна составлять не менее 25 м², независимо от мощности депо.

9.4.6 Площадь помещений должна составлять:

– помещения диспетчера по выпуску – не менее 18 м², а при наличии промышленного телевидения – не менее 36 м²;

– помещения ожидания водителей – исходя из расчетной численности водителей, находящихся одновременно в помещении, и нормы площади 1 м² на 1 чел., но не менее 18 м²;

– помещения для хранения инструмента водителей – из расчета 0,18 м² на единицу подвижного состава, но не менее 18 м²;

– кладовой забытых в транспорте вещей – не менее 9 м².

Расчетную численность водителей следует устанавливать в нормах технологического проектирования или в технологической части проекта.

9.4.7 В депо должны быть предусмотрены помещения для технической учебы площадью не менее 72 м² и кабинет экономических знаний площадью до 30 м².

9.4.8 Для местной телефонной станции должно быть предусмотрено отдельное помещение по нормам размещения требуемого оборудования.

9.4.9 Площадь помещения для ночного отдыха водителей следует принимать из расчета не менее 5 м² на одного отдыхающего. Максимальная численность отдыхающих в одной комнате должна быть не более 3 чел.

Помещение психологической разгрузки предусматривается площадью 0,9 м² на 1 чел.

Численность одновременно отдыхающих следует устанавливать в каждом конкретном случае в задании на проектирование.

9.4.10 При кассовом методе обслуживания пассажиров в депо следует предусматривать отдел сбора выручки в составе следующих помещений: кассетной,

подсчета денег, инкассаторов банка и билетной кассы площадью не менее 18 м² каждое; сортировки денег – не менее 54 м².

При бескассовом методе обслуживания пассажиров следует предусматривать только помещение билетной кассы площадью не менее 18 м².

Помещения сортировки и подсчета денег при машинной обработке следует размещать изолированно.

Для депо мощностью более 150 единиц подвижного состава площадь помещений кассетной и сортировки денег следует принимать с коэффициентом 1,2.

Метод обслуживания пассажиров (кассовый или бескассовый) должен быть установлен в задании на проектирование.

9.5 Водоснабжение и канализация

9.5.1 В депо, ремонтных мастерских и закрытых стоянках с учетом технологии следует предусматривать хозяйственно-питьевое, противопожарное и горячее водоснабжение, а также канализацию и водостоки, проектируемые в соответствии с ТНПА.

9.5.2 Нормы расхода воды на производственные нужды депо и ремонтных мастерских и коэффициенты неравномерности водопотребления следует принимать по нормам технологического проектирования или технологической части проекта.

9.5.3 При механизированной мойке трамваев или троллейбусов следует предусматривать применение системы оборотного водоснабжения или повторного использования воды, концентрация загрязняющих веществ которой не должна превышать:

- взвешенных веществ – 40 мг/дм³;
- нефтепродуктов – 15 мг/дм³.

Количество воды, необходимое для восполнения потерь в системе оборотного водоснабжения, должно быть обосновано проектом с учетом опыта эксплуатации аналогичных систем в районе проектируемого объекта.

9.5.4 Для мойки кузовов трамваев или троллейбусов температуру воды следует принимать по нормам технологического проектирования или устанавливать в технологической части проекта.

9.5.5 Производственные сточные воды, содержащие нефтепродукты, взвешенные вещества, кислоты и щелочи, должны быть очищены до поступления их в наружную канализационную сеть на местных установках. Степень очистки сточных вод местными установками должна быть не ниже установленной требованиями СН 4.01.02.

9.5.6 Концентрацию загрязнений в производственных сточных водах депо и ремонтных мастерских следует рассчитывать по нормам технологического проектирования или технологической части проекта.

9.5.7 Для очистки поверхностных сточных вод, поступающих с площадок открытого хранения трамваев или троллейбусов и с проездов, на территории депо должны быть предусмотрены очистные сооружения на отводном трубопроводе дождевой канализации, рассчитанные в соответствии с требованиями СН 4.01.02.

9.5.8 Самотечный трубопровод для отвода сточных вод из зон мойки трамваев или троллейбусов до местных очистных сооружений должен иметь диаметр не менее 200 мм и быть уложен с уклоном не менее 30 ‰.

9.6 Теплоснабжение, отопление и вентиляция

9.6.1 Теплоснабжение депо и ремонтных мастерских следует проектировать с учетом отопления производственных, вспомогательных и складских помещений в отопительный период и обеспечения теплом производственных потребителей и систем горячего водоснабжения в течение всего года.

9.6.2 В депо, ремонтных мастерских и закрытых стоянках с учетом технологии следует предусматривать отопление и вентиляцию, проектируемые согласно СН 4.02.03.

Расчетную температуру воздуха в холодный период в помещениях депо следует принимать в соответствии с приложением Г.

9.6.3 В помещениях моечно-уборочного, осмотрового, диагностического отделений и в цехе плановых ремонтов следует предусматривать воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией. В нерабочее время в этих помещениях для поддержания положительных температур должно быть предусмотрено дежурное отопление.

9.6.4 Продолжительность обогрева въезжающих в помещение трамваев или троллейбусов следует принимать 3 ч.

Расход тепла на обогрев трамваев или троллейбусов следует принимать: в течение первого часа – 50 %, второго – 30 % и третьего – 20 % общего расхода тепла на обогрев.

9.6.5 Подачу приточного воздуха в производственные помещения депо и ремонтных мастерских следует предусматривать непосредственно в рабочую зону.

9.6.6 Удаление воздуха из производственных помещений необходимо предусматривать из верхней зоны.

9.6.7 Наружные ворота осмотрового и моечно-уборочного отделений должны быть оборудованы воздушно-тепловыми завесами.

9.6.8 В помещении аккумуляторной, кроме местной механической приточно-вытяжной вентиляции, следует предусматривать естественную вытяжную вентиляцию из верхней зоны.

Подачу приточного воздуха в помещение аккумуляторной следует предусматривать непосредственно в нижнюю зону или из смежных помещений через решетки в нижней части дверей.

Отопление аккумуляторного отделения должно выполняться преимущественно с помощью калориферов, расположенных вне аккумуляторного помещения и подающих теплый воздух в приточный канал. В этих помещениях предусматривают паровое или водяное отопление из цельных сварных труб без фланцев и вентиляей.

9.6.9 Системы вентиляции и отопления помещений окрасочных отделений (участков) следует проектировать с учетом требований безопасности, в частности пожарной безопасности и промышленной санитарии окрасочных производств (цехов), утвержденных в установленном порядке.

9.7 Электроснабжение и электротехнические устройства

9.7.1 Искусственное освещение помещений депо и ремонтных мастерских следует проектировать по разряду зрительной работы в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-153 и нормами технологического проектирования трамвайных и троллейбусных депо.

9.7.2 Освещенность территории депо следует принимать от 0,5 до 2,0 лк, а при наличии промышленного телевидения – не менее 30 лк.

9.7.3 В депо необходимо предусматривать городскую и местную телефонную связь, диспетчерскую и оперативную связь, городскую радиотрансляцию, электрочасофикацию, производственное оповещение, а также, по требованию заказчика, промышленное телевидение.

9.7.4 В ремонтных мастерских следует предусматривать городскую телефонную связь, городскую радиотрансляцию и электрочасофикацию.

Приложение А

Расчетные размеры подвижного состава трамвая

Длина кузова вагона:

- четырехосного – не менее 15,5 м;
- шестиосного – не менее 25,0 м;
- восьмиосного – не менее 34,0 м.

Ширина вагона – 2,5 м.
 Высота вагона (без пантографа) – не более 3,6 м.
 База четырехосного вагона – не менее 7,5 м.
 База тележки – не более 2,0 м.
 Длина сцепного устройства между вагонами – 2,2 м.

Приложение Б

Размеры свеса середины вагона и выноса угла на кривой для четырехосного подвижного состава трамвая

Таблица Б.1

В метрах

Радиус кривой	Размер свеса середины вагона с внутренней стороны кривой	Расстояние от оси кривой до середины боковой грани кузова вагона с внутренней стороны кривой	Размер выноса угла вагона с наружной стороны кривой	Расстояние от оси кривой до угла кузова вагона с внешней стороны кривой
20	0,868	1,630	0,923	1,685
25	0,797	1,559	0,790	1,552
30	0,738	1,500	0,745	1,507
40	0,679	1,441	0,645	1,406
50	0,641	1,406	0,597	1,359
60	0,615	1,377	0,573	1,340
75	0,590	1,346	0,541	1,303
100	0,565	1,319	0,502	1,264
150	0,539	1,301	0,471	1,233
300	0,513	1,275	0,436	1,198

Примечание – Размеры свеса и выноса даны при расположении вагона полностью в кривой. При других радиусах кривых размеры свеса и выноса следует определять интерполяцией.

Приложение В

Нормативы допустимых сближений контактных сетей городского электрического транспорта с линиями электропередачи и контактными сетями железных дорог

В.1 Общие положения

В.1.1 Настоящие нормативы установлены для контактных сетей городского электрического транспорта (ГЭТ), проектируемых и сооружаемых вблизи воздушных линий электропередачи (ВЛ) или железных дорог переменного тока частотой 50 Гц. Нормативы определяют допустимые сближения с указанными линиями по условию безопасности для пассажиров ГЭТ оказываемого этими линиями индуктивного магнитного влияния. Электрическое влияние настоящими нормативами не учитывается ввиду его незначительности в обычных условиях, простоты и доступности способов его ограничения.

В.1.2 Допустимые сближения соответствуют требованиям к предельно допустимым уровням тока, протекающего через тело человека, при условии соответствия изоляции подвижного состава ГЭТ требованиям действующих нормативных документов.

В.2 Определение допустимых сближений

В.2.1 Допустимые сближения не должны выходить за пределы минимальных габаритов приближения, приведенных в действующих нормативных документах.

В.2.2 Исходными данными для определения допустимого сближения являются:

- значение тока короткого замыкания I_1 влияющей контактной сети железной дороги или однофазного замыкания влияющей ВЛ, кА;
 - время протекания тока I_1 (полное время отключения короткого замыкания) τ , с;
 - длина сближения l , км;
 - тип системы питания подвижного состава ГЭТ (заземленная, изолированная и др.);
 - тип подвижного состава: с изолированным от земли корпусом; с заземленным корпусом;
 - удельное сопротивление земли ρ в зоне влияния с учетом глубоких слоев, Ом·м.
- По заданному времени τ в соответствии с таблицей В.1 определяют допустимый индуктированный ток I_d , мА.

Таблица В.1 – Допустимый индуктированный ток

τ, c	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св. 1,0
I_d, mA	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

По значению I_d вычисляют допустимое значение взаимной индуктивности M_d , мкГн, на единицу длины сближения:

$$M_d = \frac{I_d}{I_1} \cdot \frac{Z}{314lK_1K_2}, \quad (B.1)$$

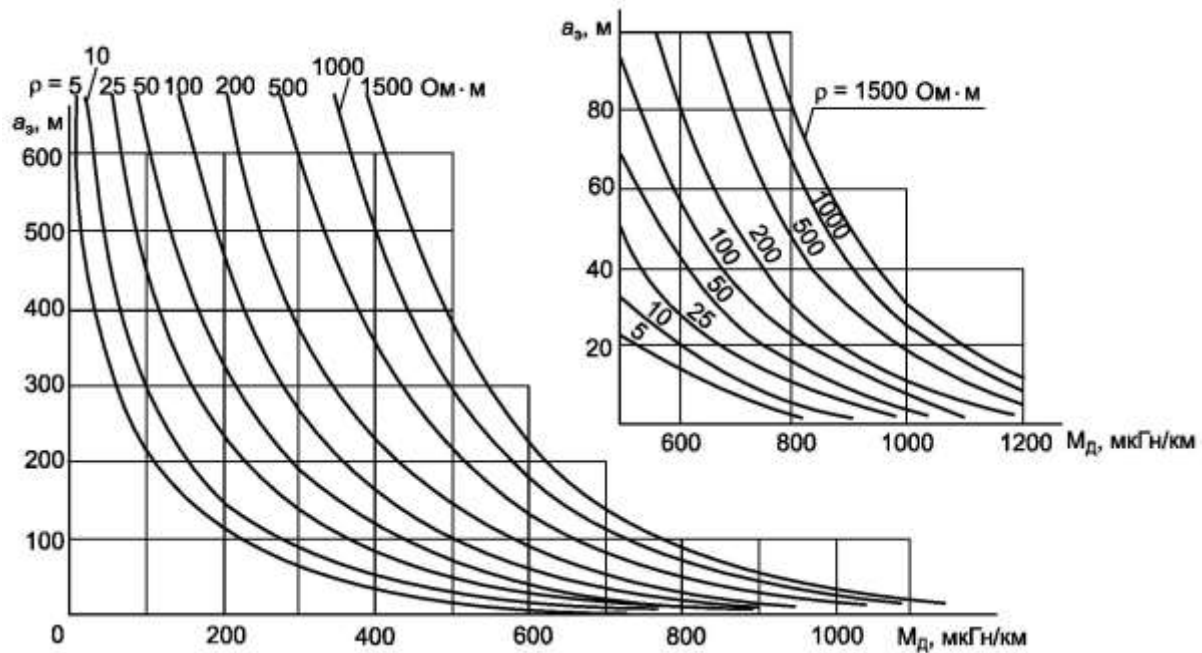
где Z – полное сопротивление индуктированному току при частоте 50 Гц, Ом; $Z = 31\,500$ при заземленной системе питания, $Z = 36\,000$ при изолированной системе питания;

K_1 – коэффициент экранирования магнитного влияния зданиями; $K_1 = 0,85$ при сооружении линии ГЭТ в черте городской застройки; $K_1 = 1$ при сооружении на незастроенной территории;

K_2 – коэффициент, учитывающий наличие высших гармоник влияющего тока железной дороги; $K_2 = 1,15$ (для ВЛ $K_2 = 1$).

По вычисленному значению M_d для варианта подвижного состава с изолированным от земли корпусом с помощью кривых (рисунок В.1) при заданном удельном сопротивлении земли ρ определяют допустимую эквивалентную ширину сближения a_3 .

В.2.3 При параллельном сближении значение ширины сближения контактной сети ГЭТ (при расчете между ближайшими проводами) должно быть не менее вычисленного значения a_3 .



$$a_3 = \sqrt{\frac{20e^{M_d 10^4} - (15,5 + 113 \cdot \sqrt{\rho})^2}{1 - e^{M_d 10^4}}}$$

Рисунок В.1

В.2.4 При косом сближении минимальное a_1 и максимальное a_2 расстояния по горизонтали между ближайшими друг к другу контактными проводами ГЭТ и проводом ВЛ или контактным проводом железной дороги должны удовлетворять одному из следующих условий:

$$\left. \begin{aligned} \text{при } a_2 &\leq 2a_1 \frac{a_1 + a_2}{2} \\ a_2 &\leq 3a_1 \sqrt{a_1 a_2} \\ a_2 &\leq 5a_1 \frac{a_1 + 2a_2}{3} \end{aligned} \right\} \geq a_3. \quad (\text{В.2})$$

В.2.5 Ширина сближения не нормируется в следующих случаях:

- при наличии между влияющей линией и контактной сетью ГЭТ застройки высотой четыре этажа и выше;
- при пересечении контактной сети ГЭТ с железной дорогой или ВЛ под прямым углом и отсутствии в зоне шириной не менее 150 м по обе стороны от пересечения участков параллельного или косого сближения.

Приложение Г

Расчетная температура воздуха в холодный период в помещениях депо

Таблица Г.1

Наименование помещения депо	Группа Производственных процессов	Расчетная температура воздуха, °С
Моечно-уборочное отделение	Па	17
Диагностическое отделение	Пб	15
Осмотровое отделение	Пб	15
Участок неплановых ремонтов (заявочных, случайных)	Пб	15
Участок технического обслуживания (ТО-2), в том числе с кантовкой тележек	Пб	15
Мастерская цеха технического обслуживания (ЦТО)	Па	17
Аккумуляторная	Пб	15
Мастерская ремонта касс	I	19
Радиотехническая	I	19
Кладовая ЦТО	—	16
Кладовая уборочного инвентаря	—	16
Контора ЦТО	I	19
Помещение уборщиц	—	16
Кузовное отделение	Пб	15
Моечно-дефектовочное и разборочное отделения	Пб	15
Столярное отделение	Пб	15
Обойное отделение	Пб	15
Малярное отделение, в том числе пост подготовки, сушки и окраски	Пб	15
Краскоприготовительная	—	15
Помещение отдыха маляров	—	20
Слесарно-кузовное отделение	Пб	15
Слесарно-сборочное отделение	Пб	15
Пневматическое отделение с гидравлическим участком	Пб	15
Редукторное отделение	Пб	15
Участок ремонта токоприемников	Пб	15
Электротехническое отделение	Па	17
Электроаппаратный участок	Па	17
Испытательная станция	Пб	15
Пропиточно-сушильная и помещение для окраски деталей	Пб	15
Кузнечно-рессорное отделение	Пб	15
Электросварочная	Пб	15
Механическое отделение	Пб	15
Колесотокарное отделение	Пб	15
Шиномонтажная	Пб	15
Вулканизационная	III	13
Кладовая колес (резины)	—	8
Кладовая цеха плановых ремонтов (ЦПР)	—	16
Кладовая лакокрасочных материалов	—	10
Контора ЦПР и помещение диспетчера по ремонту	—	19
Промежуточная кладовая	—	16
Мастерская отдела главного механика	Пб	15
Инструментальная	I	19
Инструментально-раздаточная кладовая	I	19
Компрессорная	Пб	21
Маслораздаточная и кладовая масел	Па	17
Склад газовых баллонов	III	13
Главная кладовая	—	16
Участок технического обслуживания спецавтомашин	Пб	15
Помещение водителей спецавтомашин	I	19

Кладовая инструмента водителей	–	16
Кладовая диагностического оборудования	–	16
Кабинет начальника отдела сбора выручки	I	19
Билетная касса	I	19
Кассетная	I	19
Помещение подсчета денег	I	19
Помещение сортировки денег	I	19
Помещение инкассаторов банка	I	19
Центральный тепловой пункт	IIa	23
Бункерная	–	5
Станция очистки промышленных стоков	–	5
Комплектная трансформаторная станция	–	*
Электрошитовая	–	*
Станция автоматического пожаротушения	–	5
Индивидуальный тепловой пункт	IIa	23
Вентиляционные камеры (приточные и вытяжные)	–	5
Уборные	–	16
Насосная мойки	–	5
Реагентное хозяйство	–	5
Контрольная	I	19
Проходная	I	19
* Принимают в соответствии с рекомендациями изготовителей.		

Библиография

- [1] ГОСТ Р 55941-2014 Рельсы трамвайные желобчатые. Общие технические условия
- [2] ГОСТ Р 51685-2013 Рельсы железнодорожные. Общие технические условия
- [3] ТУ 32 ЦП 782-92 Смесь песчано-щебеночная из отсеков дробления серпентинитов для балластного слоя железнодорожного пути
- [4] СНБ 5.03.01-02 Бетонные и железобетонные конструкции
- [5] СНиП II 23-81 Стальные конструкции. Нормы проектирования
- [6] ПУЭ Правила устройства электроустановок (6-е изд.)
- [7] Типовой проект 507-63 Трехагрегатная тяговая подстанция с диспетчерским пунктом для телемеханизации системы электроснабжения трамвая и троллейбуса
Утвержден Министерством жилищно-коммунального хозяйства УССР от 05.12.1980 № 453
- [8] СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий
Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства и Государственным комитетом Совета Министров СССР по науке и технике 21 января 1970 г.

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 2.01.02-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Объемный вес, собственный вес,
функциональные нагрузки для зданий**

ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ

**Аб'ёмная вага, уласная вага,
функцыянальныя нагрузкі для будынкаў**

(на основе EN 1991-1-1:2002+AC:2009)

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.07.042(083.74)

Ключевые слова: воздействия, конструкции, нагрузки, модели нагрузок, предельные состояния, строительные материалы, складированные материалы, изделия, коэффициенты

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: д-р техн. наук, проф. В. В. Тур, канд. техн. наук А. В. Тур, канд. техн. наук О. П. Мешик

ВНЕСЕНЫ главным управлением научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

3 Настоящие строительные нормы разработаны на основе EN 1991-1-1:2002+AC:2009 Eurocode 1 – Action on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings (Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-1. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий).

При применении настоящих строительных норм рекомендуется использовать вместо ссылочных региональных стандартов соответствующие им технические нормативные правовые акты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП EN 1991-1-1-2016 (33 020))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

Введение

1 Общие положения

- 1.1 Область применения
- 1.2 Нормативные ссылки
- 1.3 Различия между принципами и правилами применения
- 1.4 Термины и определения
- 1.5 Обозначения

2 Классификация воздействий

- 2.1 Собственный вес
- 2.2 Функциональные нагрузки

3 Расчетные ситуации

- 3.1 Общие положения
- 3.2 Собственный вес
- 3.3 Функциональные нагрузки
 - 3.3.1 Общие положения
 - 3.3.2 Дополнительные указания для зданий

4 Объемный вес строительных и складированных материалов

- 4.1 Общие положения

5 Собственный вес конструкций

- 5.1 Представление воздействий
- 5.2 Характеристические значения собственного веса
 - 5.2.1 Общие положения
 - 5.2.2 Дополнительные требования для зданий
 - 5.2.3 Дополнительные требования для мостов

6 Функциональные нагрузки на здания

- 6.1 Представление воздействий
- 6.2 Схемы нагружения
 - 6.2.1 Перекрытия, балки и покрытия
 - 6.2.2 Колонны и стены
- 6.3 Характеристические значения функциональных нагрузок
 - 6.3.1 Площади жилых, общественных, коммерческих и административных помещений
 - 6.3.1.1 Категории использования
 - 6.3.1.2 Значения воздействий
 - 6.3.2 Площади складских помещений и помещений производственного назначения
 - 6.3.2.1 Категории использования
 - 6.3.2.2 Значения воздействий
 - 6.3.2.3 Воздействия, вызванные вилочными погрузчиками
 - 6.3.2.4 Воздействия от транспортных средств
 - 6.3.2.5 Воздействия, вызванные специальным оборудованием для обслуживания зданий
 - 6.3.3 Гаражи и зоны движения транспортных средств (за исключением мостов)
 - 6.3.3.1 Категории использования
 - 6.3.3.2 Значения воздействий
 - 6.3.4 Покрытия
 - 6.3.4.1 Категории использования
 - 6.3.4.2 Значения воздействий
- 6.4 Горизонтальные нагрузки на парапеты и перегородки, выполняющие функции ограждений

Приложение А Номинальные значения объемного веса строительных материалов и номинальные значения объемного веса и углов естественного откоса складированных материалов

Приложение В Ограждения и стены, выполняющие функции ограждений на автомобильных паркингах
Библиография
Приложение ДА Сведения о соответствии государственных технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам
Национальные требования и национально установленные параметры

Введение

Настоящие строительные нормы включают текст Еврокода, национальное предисловие, а также национальные требования и национально установленные параметры.

Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Национальные требования и национально установленные параметры включают:

- числовые значения и/или классы, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;
- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;
- специфические данные (географические, климатические и т. д.), которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;
- расчетные методики – в случаях, когда Еврокодами допускается применение альтернативных методик.

Национальные требования и национально установленные параметры

Настоящие строительные нормы, разработанные на основе EN 1991-1-1, содержат национальные требования и национально установленные параметры в следующих пунктах:

- 2.2(3);
- 5.2.3(1)–(5);
- 6.3.1.1(1)Р (таблица 6.1);
- 6.3.1.2(1)Р (таблица 6.2);
- 6.3.1.2(10) и (11);
- 6.3.2.2(1) (таблица 6.4);
- 6.3.2.2(1) (таблица 6.8);
- 6.3.4.2(1) (таблица 6.10);
- 6.4(1) (таблица 6.12).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Объемный вес, собственный вес,
функциональные нагрузки для зданий

ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ

Аб'ёмная вага, уласная вага,
функцыянальныя нагрузкі для будынкаў

Action on structures. General action
Densities, self-weight,
imposed loads for buildings

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) В настоящих строительных нормах приведены указания по расчетам и рассматриваются воздействия, применяемые при проектировании зданий и сооружений, с учетом некоторых геотехнических аспектов. Требования настоящих строительных норм распространяются на:

- объемный вес строительных материалов и складываемых материалов;
- собственный вес конструкций;
- функциональные нагрузки для зданий.

(2) В разделе 4 и приложении А приведены номинальные значения объемного веса основных строительных материалов, строительных материалов для мостов и складываемых материалов. Также для некоторых сыпучих материалов приведены значения углов естественного откоса.

(3) Раздел 5 содержит указания по определению характеристических значений собственного веса конструкций.

(4) В разделе 6 приведены характеристические значения функциональных нагрузок на перекрытия и покрытия в соответствии с категориями использования площадей:

- жилых, общественных, коммерческих (торговых) и административных помещений;
- гаражей, стоянок, паркингов;
- складских и производственных помещений;
- крыш;
- посадочных площадок для вертолетов.

(5) Нагрузки на зоны движения транспортных средств, представленные в разделе 6, относятся транспортным средствам общим весом до 160 кН. Дополнительные данные приведены в EN 1991-2.

(6) Для ограждений и стен, выполняющих функции ограждения, в разделе 6 представлены значения горизонтальных нагрузок. В приложении В приведены дополнительные указания для ограждений на паркингах.

Примечание – Нагрузки от ударов транспортных средств в элементы зданий представлены в EN 1991-1-7 и EN 1991-2.

(7) Расчетные ситуации и эффекты воздействий, вызванные водой и другими материалами в конструкциях силосов и резервуаров, – см. EN 1991-3.

1.2 Нормативные ссылки

Настоящие строительные нормы содержат датированные и недатированные ссылки. Нормативные ссылки, перечисленные ниже, приведены в соответствующих местах в тексте. Для датированных ссылок последующие изменения или пересмотр ссылочных документов применяют в настоящих строительных нормах только после внесения изменений в региональный стандарт. Для недатированных ссылок применяют последнее издание (включая изменения).

Примечание 1 – Ссылки на следующие региональные стандарты приведены в тексте в нормативных положениях.

EN 1990 Еврокод. Основные положения по проектированию строительных конструкций

EN 1991-1-7 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия

EN 1991-2 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты

EN 1991-3 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 3. Воздействия, вызванные кранами и механизмами

EN 1991-4 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 4. Воздействия на силосные сооружения и резервуары с водой

Примечание 2 – Ссылки на следующие региональные стандарты приведены в тексте в примечаниях.

EN 1991-1-3 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

EN 1991-1-4 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые нагрузки

EN 1991-1-6 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Нагрузки, действующие в процессе строительства.

1.3 Различия между принципами и правилами применения

(1) В зависимости от характера отдельных положений, в настоящих строительных нормах существуют различия между принципами и правилами применения.

(2) Принципы включают в себя:

– безальтернативные общие положения и определения;
– требования и аналитические модели, для которых не допускается альтернатива, если это предварительно не оговорено.

(3) Принципы обозначают буквой Р после номера параграфа.

(4) Правилами применения являются такие правила, выполнение которых не противоречит принципам и выполнению их требований.

(5) Допускается применять альтернативные правила проектирования взамен правил проектирования, установленных настоящими строительными нормами, если они согласуются с соответствующими принципами или, по крайней мере, эквивалентны по отношению к конструкционной безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности в соответствии с Еврокодом.

Примечание – Если взамен правила применения используется альтернативное правило проектирования, итоговый результат расчета может не в полной мере соответствовать настоящим строительным нормам, несмотря на то, что проектирование выполнялось в соответствии с принципами настоящих строительных норм. Если настоящие строительные нормы применяют в отношении объекта из перечня приложения «Национальные требования и национально установленные параметры» или изделия по стандартам ЕТАГ, использование альтернативных правил проектирования делает неприемлемым применение маркировки СЕ.

(6) В настоящих строительных нормах правила применения обозначают номером в скобках так, как это представлено в настоящем параграфе.

1.4 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930, а также следующие термины с соответствующими определениями. Кроме того, в настоящих строительных нормах применяют общие термины с соответствующими определениями, установленные в EN 1990 (1.5).

1.4.1 объемный вес (bulk weight density): Отношение веса материала к занимаемому им объему, с учетом микро-, макропустот и пор.

Примечание – Применяется также термин «плотность», определяемый как масса на единицу объема.

1.4.2 угол естественного откоса (angle of repose): Угол, образованный свободной поверхностью сыпучего материала относительно горизонтальной плоскости.

1.4.3 общий вес транспортного средства (gross weight of vehicle): Собственный вес транспортного средства, включая максимально допустимый для перевозки вес груза.

1.4.4 конструктивные элементы (structural elements): Основные элементы несущего каркаса и их опорные части. Для мостов конструктивными элементами являются фермы, плиты дорожного покрытия и поддерживающие элементы, такие как ванты и подвески.

1.4.5 неконструктивные элементы (non structural elements): Отделочные элементы, связанные с конструкциями, включая дорожное покрытие и ограждения. К неконструктивным элементам также относятся оборудование и механические устройства, закрепленные постоянно или встроенные в конструкцию.

1.4.6 перегородки (partitions): Ненесущие стены.

1.4.7 передвижные перегородки (movable partitions): Перегородки, которые могут быть перемещены, добавлены или демонтированы с перекрытия или возведены в другом месте.

1.5 Обозначения

(1) В настоящих строительных нормах установлены обозначения, представленные ниже.

Примечание – Используемые обозначения установлены в соответствии с ISO 3898:1997.

(2) Перечень основных обозначений приведен в EN 1990 (1.6); перечень дополнительных условных обозначений, применяемых в настоящих строительных нормах, представлен ниже.

Прописные буквы латинского алфавита

A – площадь нагружения;

A_0 – базовая площадь;

Q_k – характеристическое значение переменной сосредоточенной нагрузки.

Строчные буквы латинского алфавита

g_k – вес на единицу площади или вес на единицу длины;

n – количество этажей;

q_k – характеристическое значение равномерно распределенной нагрузки по площади или по длине.

Строчные буквы греческого алфавита

α_A – понижающий коэффициент;

α_n – понижающий коэффициент;

γ – объемный вес;

φ – повышающий динамический коэффициент;

ψ_0 – коэффициент сочетания для переменного воздействия, EN 1990 (таблица A.1.1);

ϕ – угол естественного откоса (в градусах).

2 Классификация воздействий

2.1 Собственный вес

(1) Собственный вес конструкции следует классифицировать как постоянное фиксированное (стационарное) воздействие (см. EN 1990 (1.5.3 и 4.1.1)).

(2) В случаях, когда собственный вес может изменяться во времени, это должно учитываться верхним и нижним характеристическими значениями (см. EN 1990, 4.1.2). В некоторых случаях, когда это воздействие не является стационарным, например вес передвижных перегородок (см. 6.3.1.2 (8)), собственный вес должен рассматриваться как дополнительная функциональная нагрузка.

Примечание – Это применимо, в частности, когда постоянное воздействие оказывает благоприятный эффект.

(3)Р Нагрузки от балласта должны рассматриваться как постоянные воздействия, и в расчете следует учитывать возможное перераспределение (перемещение) балласта (см. 5.2.2 (1) и (2)).

(4)Р Нагрузка от грунта на крышах и террасах должна рассматриваться как постоянное воздействие.

(5) С учетом 2.1(3)Р и 2.1(4)Р при проектировании необходимо учитывать неконтролируемые изменения влагосодержания и толщины слоев, которые могут появиться в течение расчетного срока эксплуатации конструкции.

Примечание – Для получения более детальной информации о давлении грунта см. EN 1997.

2.2 Функциональные нагрузки

(1) Р Функциональные нагрузки следует классифицировать как переменные свободные (нестационарные) воздействия, если другое не установлено в настоящих строительных нормах (см. EN 1990 (1.5.3 и 4.1.1)).

Примечание – Функциональные нагрузки на мосты – см. EN 1991-2.

(2) При рассмотрении особых расчетных ситуаций, когда могут иметь место удары от транспортных средств или особые воздействия от оборудования и машин, эти нагрузки должны приниматься в соответствии с EN 1991-1-7.

(3) Функциональные нагрузки должны вводиться в расчет как квазистатические воздействия (см. EN 1990, 1.5.3.13). В модели нагрузок могут быть включены динамические эффекты, если отсутствует риск резонанса или другой значительной динамической реакции конструкции (см. EN 1992–EN 1999). В случае, когда можно ожидать появления резонансных эффектов от синхронных ритмичных движений людей, таких как танцы и прыжки, рекомендуется, чтобы модель нагрузок была определена на основе специального динамического анализа.

Примечание – Используемая процедура принята в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(4) При рассмотрении воздействий от погрузчиков и вертолетов следует учитывать дополнительные нагружения от масс и инерционных сил, вызванных колебательными эффектами. Эти эффекты учитываются с помощью повышающего динамического коэффициента ϕ , который применяется к значениям статической нагрузки, как это приведено в формуле (6.3).

(5)Р Воздействия, вызывающие значительные ускорения конструкции или конструктивных элементов, должны быть классифицированы как динамические и должны рассматриваться с использованием динамического анализа.

3 Расчетные ситуации

3.1 Общие положения

(1)Р Для каждой расчетной ситуации, установленной согласно EN 1990 (3.2), должны быть определены значения собственного веса и функциональных нагрузок.

3.2 Собственный вес

(1) Полный собственный вес конструктивных и неконструктивных элементов должен учитываться в сочетании воздействий как одно воздействие.

Примечание – См. EN 1990, таблицу A.1.2 (B), примечание (3).

(2) Для площадей, на которых производится установка или удаление конструктивных или неконструктивных элементов, в расчете следует учитывать критические случаи нагружения.

(3) В расчетных ситуациях следует учитывать собственный вес новых слоев покрытий и/или каналов для оборудования и проводки распределительных трубопроводов, монтаж которых осуществляется после работ по возведению (см. 5.2).

(4)Р Для соответствующей расчетной ситуации следует учитывать уровень грунтовых вод.

Примечание – См. EN 1997.

(5) При расчете зданий, используемых для складирования сыпучих материалов, в расчетных ситуациях следует учитывать их происхождение и влагосодержание.

Примечание – Значения объемного веса, приведенные в приложении А, относятся к материалам в сухом состоянии.

3.3 Функциональные нагрузки

3.3.1 Общие положения

(1)Р При расчетах конструкций с площадями, которые могут быть отнесены к различным категориям нагружения, следует учитывать наиболее неблагоприятный случай нагружения.

(2)Р Если в расчетной ситуации наряду с функциональными нагрузками действуют другие переменные воздействия (например, воздействия, вызванные ветром, снегом, работой кранов), тогда для данного случая нагружения учитывается совокупность всех функциональных нагрузок, рассматриваемых как единое воздействие.

(3) Когда количество циклов изменения нагрузки или эффекты от вибрации могут вызывать усталость материала, следует устанавливать модель усталостной нагрузки.

(4) При расчете конструкций, подвергаемых вибрации, следует применять, при необходимости, динамические модели функциональных нагрузок. Методика расчета приведена в EN 1990 (5.1.3).

3.3.2 Дополнительные указания для зданий

(1) Для покрытий (в частности, кровли категории Н) функциональные нагрузки не рекомендуется включать в сочетания со снеговыми нагрузками и/или ветровыми воздействиями.

(2) Если функциональная нагрузка рассматривается как сопутствующее воздействие в соответствии с EN 1990, следует учитывать только один из двух коэффициентов, или ψ (EN 1990, таблица A.1.1), или α_n (6.3.1.2(11) настоящих строительных норм).

(3) Динамические нагрузки от работы машин и механизмов представлены в EN 1991-3.

(4) Функциональные нагрузки, применяемые для проверок предельных состояний эксплуатационной пригодности, должны быть определены в зависимости от условий эксплуатации и требованиями, относящимися к применению конструкции.

4 Объемный вес строительных и складированных материалов

4.1 Общие положения

(1) Должны быть установлены характеристические значения объемного веса строительных и складированных материалов. В качестве характеристических значений должны быть использованы средние значения, но с учетом 4.1(2) и 4.1(3).

Примечание – В приложении А приведены средние значения объемного веса и углов откоса для складированных материалов. Если приводятся диапазоны значений, предполагается, что среднее значение будет существенно зависеть от происхождения материала и может быть выбрано для каждого отдельного проекта.

(2) Для материалов (например, новых или инновационных), на которые не распространяются таблицы приложения А, характеристические значения объемного веса должны быть определены в соответствии с EN 1990 (4.1.2) и согласованы для каждого отдельного проекта.

(3) Если применяются материалы, имеющие значительный разброс значений объемного веса, например из-за их происхождения, влагосодержания и т. д., для них характеристические значения объемного веса следует оценивать в соответствии с EN 1990 (4.1.2).

(4) Допускается применение значений объемного веса, установленных достоверным методом непосредственной оценки по результатам испытаний.

Примечание – Допускается использовать EN 1990 (приложение D).

5 Собственный вес конструкций

5.1 Представление воздействий

(1) Собственный вес конструкций в большинстве случаев следует представлять одним характеристическим значением, рассчитанным на основании номинальных размеров и характеристических значений объемного веса.

(2) Собственный вес конструкций включает вес конструктивных и неконструктивных элементов, в том числе стационарного оборудования, а также вес грунта и балласта.

- (3) Неконструктивные элементы включают:
- кровельный ковер;
 - облицовки и покрытия пола, элементы устройства полов;
 - перегородки, отделочные слои;
 - поручни перил, парапеты, ограждения, в том числе барьеры безопасности, и бордюры;
 - стеновое заполнение;
 - подвесные потолки;
 - теплоизоляцию;
 - оснастку моста;
 - стационарное оборудование (см. 5.1(4)).

Примечание – Информация о стационарно установленных механизмах представлена в EN 1991-3. Для другого производственного оборудования (например, холодильников) следует применять данные, полученные от изготовителя.

- (4) Стационарное оборудование включает:
- оборудование для лифтов или эскалаторов;
 - оборудование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
 - электрооборудование;
 - трубы без содержимого;
 - каналы и короба для прокладки кабелей.
- (5)Р Нагрузки от передвижных перегородок следует рассматривать как функциональные нагрузки (см. 5.2.2(2)Р и 6.3.1.2(8)).

5.2 Характеристические значения собственного веса

5.2.1 Общие положения

- (1)Р Характеристические значения собственного веса, размеров и объемного веса материалов следует определять в соответствии с EN 1990 (4.1.2).
- (2) Номинальные размеры следует определять по рабочим чертежам.

5.2.2 Дополнительные требования для зданий

- (1) Для элементов заводского изготовления, таких как напольные покрытия, навесные фасады и потолки, лифты или оборудование для зданий, допускается принимать значения собственного веса по данным, представленным изготовителем.
- (2)Р При определении эффектов воздействия собственного веса передвижных перегородок следует использовать эквивалентную равномерно распределенную нагрузку, добавляемую к функциональным нагрузкам (см. 6.3.1.2(8)).

5.2.3 Дополнительные требования для мостов

- (1) Следует принимать в расчет нижнее и верхнее характеристические значения объемного веса неконструктивных частей, таких как балласт железнодорожных мостов, или заполнение над подземными сооружениями, такими как коллекторы, если предполагается, что материал может подвергаться консолидации при увлажнении или других изменениях свойств в течение эксплуатации.

Примечание – Соответствующие значения установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

- (2) Следует устанавливать номинальную толщину слоя балласта на железнодорожных мостах. При определении верхнего и нижнего характеристических

значений толщины слоя балласта на железнодорожных мостах в расчете следует учитывать отклонение от номинальной толщины в пределах $\pm 30\%$.

Примечание – Соответствующие значения установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3) Для определения верхних и нижних характеристических значений собственного веса гидроизоляции, дорожных и других покрытий мостов, когда изменчивость их толщин может быть значительна, в расчете следует учитывать отклонение общей толщины от номинальных или других установленных значений. Если не установлено другое, отклонение следует принимать в пределах $\pm 20\%$, если предусмотрено последующее устройство дополнительного покрытия, и от плюс 40 % до минус 20 %, если такая мера предварительно не предусмотрена.

Примечание – Соответствующие значения установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(4) Для собственного веса кабелей, труб и каналов для прокладки в расчете следует учитывать верхние и нижние характеристические значения. Если не установлено другое, отклонение от среднего значения собственного веса следует принимать равным $\pm 20\%$.

Примечание – Соответствующие значения установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». См. также EN 1990 (4.1.2(4)).

(5) Для собственного веса других неконструктивных элементов, таких как:

- перила, парапеты, ограждения, ограждающие бордюры и другое оборудование мостов;
- узлы/крепления;
- пустотообразователи,

в качестве характеристических значений следует применять номинальные значения, если не установлено другое.

Примечание – Соответствующие требования установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». В зависимости от проектных решений допускается учитывать образование водяных мешков и заполнение пустот водой.

6 Функциональные нагрузки на здания

6.1 Представление воздействий

(1) Функциональные нагрузки на здания являются нагрузками, которые определяются использованием здания по назначению. Значения, представленные в настоящем разделе, учитывают:

- нормальную эксплуатацию людьми;
- мебель и перемещаемые предметы (например, перемещаемые перегородки, складированные предметы, содержимое емкостей);
- транспортные средства;
- прогнозируемые редкие события, такие как концентрация (скопление) людей или мебели, перемещение или скопление предметов, которые могут появляться в процессе реконструкции или ремонта.

(2) Функциональные нагрузки, указанные в данной части, моделируются равномерно распределенными нагрузками по площади, по длине или сосредоточенными нагрузками или сочетаниями этих нагрузок.

(3) Для определения функциональных нагрузок площади покрытий и перекрытий в зданиях должны быть разделены на категории согласно их использованию.

(4) Нагрузки от тяжелого оборудования (например, в коммунальных кухнях, кабинетах радиологии, бойлерных и т. д.) в настоящем разделе не рассматриваются.

6.2 Схемы нагружения

6.2.1 Перекрытия, балки и покрытия

(1)Р При расчетах конструкций перекрытий или покрытий функциональную нагрузку в пределах одного этажа следует учитывать как свободное воздействие, приложенное в наиболее неблагоприятной части поверхности влияния для рассматриваемого эффекта воздействия.

(2) Если нагрузки действуют на других этажах, они могут быть приняты как равномерно распределенные (фиксированные воздействия).

(3)Р Для обеспечения минимального локального сопротивления конструкции перекрытия следует выполнять отдельную проверку при действии сосредоточенных сил и, если не установлено другое, сосредоточенные силы не должны объединяться в одном сочетании с равномерно распределенными нагрузками или другими переменными воздействиями.

(4) Функциональные нагрузки одной категории могут быть снижены с учетом площади, поддерживаемой соответствующим конструктивным элементом, с помощью понижающего коэффициента α_A согласно 6.3.1.2(10).

6.2.2 Колонны и стены

(1) При расчетах колонн и стен функциональную нагрузку следует учитывать для всех неблагоприятных схем приложения.

Примечание – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может вводить дополнительные упрощающие правила. Рекомендуется производить расчет максимальной осевой силы из условия, что полная функциональная нагрузка на перекрытие каждого этажа является равномерно распределенной по площади.

(2) В случаях, когда на колонну или стену действуют функциональные нагрузки от нескольких этажей, к функциональным нагрузкам может быть применен понижающий коэффициент α_n согласно 6.3.1.2(11) и 3.3.1(2)Р.

6.3 Характеристические значения функциональных нагрузок

6.3.1 Площади жилых, общественных, коммерческих и административных помещений

6.3.1.1 Категории использования

(1)Р Площади жилых, общественных, коммерческих и административных помещений должны быть разделены на категории в соответствии со спецификой их использования, как это представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Категории использования

Категория	Функциональное использование	Пример
А	Площади жилых помещений	Комнаты в жилых зданиях и домах, палаты и приемные покои в больницах, спальные комнаты в гостиницах, кухни и туалеты в отелях
В	Площади офисных помещений	—

С	Площади с возможным скоплением людей (за исключением площадей, определенных категориями А, В и D) ¹⁾	С1: Площади со столами и т. д., например площади в школах, кафе, ресторанах, столовых (обеденных залах), читальных залов библиотек, приемных, регистратурах С2: Площади со стационарно закрепленными сидениями, например площади в церквях, кинотеатрах, конференц-залах, аудиториях, залах для собраний, залах ожидания на станциях С3: Площади без преград, препятствующих перемещению людей, например площади в музеях, выставочных залах, площади общего доступа в административных зданиях, гостиницах, больницах, перроны железнодорожных станций С4: Площади с возможностью использования их для физической активности, например танцевальные залы, спортивные (гимнастические) залы, сцены С5: Площади, на которых допускается большое скопление людей, например в зданиях для общественных мероприятий, таких как концертные залы, спортивные залы с трибунами, террасы, зоны доступа и железнодорожные платформы
D	Торговые площади	D1: Площади в магазинах розничной торговли D2: Площади в торговых домах-маркетах
¹⁾ Следует учитывать 6.3.1.1(2), в частности, в отношении С4 и С5. Если требуется учет динамических эффектов – см. EN 1990. В случае категории Е – см. таблицу 6.3 настоящих строительных норм.		
Примечания 1 В зависимости от предполагаемого использования площади категорий С2, С3, С4 могут быть отнесены к категории С5 на основании решения заказчика и/или на основании раздела «Национальные требования и национально установленные параметры». 2 В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» для категорий А, В, С1–С5, D1–D2 установлены подкатегории. 3 См. 6.3.2 для площадей, предназначенных для складирования и площадей производственного назначения.		

(2)Р Независимо от классификации площадей следует учитывать динамические эффекты в случаях, в которых предполагается, что появление значительных динамических эффектов вызвано способом эксплуатации здания (см. 2.2(3) и (5)Р).

6.3.1.2 Значения воздействий

(1)Р При проектировании следует применять характеристические значения q_k (равномерно распределенная нагрузка) и Q_k (сосредоточенная нагрузка) для категорий использования площади, указанных в таблице 6.2.

Примечание – Значения q_k и Q_k представлены в таблице 6.2. Для приведенных в таблице интервалов значений нагрузок конкретное значение нагрузки может быть назначено в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Подчеркнутое значение в таблице является рекомендуемым. Значение q_k предназначено для определения общих эффектов, а значение Q_k – для локальных. Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может определять различные условия применения этой таблицы.

(2) В случае необходимости при выполнении расчетов значения q_k и Q_k должны быть увеличены (например, для лестниц и балконов, в зависимости от способа эксплуатации и размеров).

(3) При локальных проверках в расчете учитывается только сосредоточенная нагрузка Q_k .

(4) Сосредоточенные нагрузки от стеллажей или от подъемного оборудования Q_k необходимо определять для каждого отдельного случая (см. 6.3.2).

Таблица 6.2 – Функциональные нагрузки на перекрытия, балконы и лестницы в зданиях

Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
Категория А: перекрытия лестничные марши балконы	От 1,5 до 2,0 » 2,0 » 4,0 » 2,5 » 4,0	От 2,0 до 3,0 » 2,0 » 4,0 » 2,0 » 3,0
Категория В	От 2,0 до 3,0	От 1,5 до 4,5
Категория С		
С1	От 2,0 до 3,0	От 3,0 до 4,0
С2	» 3,0 » 4,0	» 2,5 » 7,0 (4,0)
С3	» 3,0 » 5,0	» 4,0 » 7,0
С4	» 4,5 » 5,0	» 3,5 » 7,0
С5	» 5,0 » 7,5	» 3,5 » 4,5
Категория D		
D1	От 4,0 до 5,0	От 3,5 до 7,0 (4,0)
D2	» 4,0 » 5,0	» 3,5 » 7,0

(5)Р Сосредоточенные нагрузки следует рассматривать как действующие в произвольной точке перекрытия, балкона или лестницы. Участок нагружения при этом должен иметь форму, соответствующую назначению и виду перекрытия.

Примечание – Участок нагружения, как правило, принимают в форме квадрата со стороной 50 мм. См. также 6.3.4.2(4).

(6)Р Вертикальные нагрузки на перекрытие, вызванные движением вилочных погрузчиков, должны учитываться в соответствии с 6.3.2.3.

(7)Р Если перекрытие предназначено для многофункционального использования, расчет следует производить для наиболее неблагоприятной категории нагружения, которая вызывает наибольший эффект воздействия (например, усилие или перемещение) в рассматриваемом элементе.

(8) При условии, что перекрытие допускает поперечное распределение нагрузок, собственный вес передвижных перегородок может быть принят в виде равномерно распределенной нагрузки q_k , которую добавляют к функциональным нагрузкам на перекрытие, принимаемым по таблице 6.2. Определенное таким образом значение равномерно распределенной нагрузки зависит от собственного веса перегородок и составляет:

– для передвижных перегородок с собственным весом – до 1,0 кН/м длины стены: $q_k = 0,5$ кН/м²;

– для передвижных перегородок с собственным весом – св. 1 до 2,0 кН/м длины стены: $q_k = 0,8$ кН/м²;

– для передвижных перегородок с собственным весом – св. 2 до 3,0 кН/м длины стены: $q_k = 1,2$ кН/м².

(9) Более тяжелые перегородки следует рассматривать с учетом:

– направления и расположения перегородок;

– вида перекрытия.

(10) В соответствии с 6.2.1(4), понижающий коэффициент α_d может быть применен к значению функциональной нагрузки на перекрытие q_k (см. таблицу 6.2 и параграфы (8) и (9)) и для эксплуатируемой кровли (категория I, см. таблицу 6.9).

Примечание 1 – Рекомендуемое значение понижающего коэффициента α_A для категорий А–D определяют следующим образом:

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0, \quad (6.1)$$

для категорий С и D вводится ограничение: $\alpha_A \geq 0,6$,

где ψ_0 – коэффициент согласно EN 1990 (таблица А.1.1, приложение А.1);

$A_0 = 10,0 \text{ м}^2$;

A – площадь нагружения.

Примечание 2 – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит альтернативный метод.

(11) В соответствии с 6.2.2(2) и при условии, что площадь классифицируется в соответствии с таблицей 6.1 по категориям использования от А до D, для колонн и стен общее значение функциональной нагрузки от нескольких этажей может быть умножено на понижающий коэффициент α_n .

Примечание 1 – Рекомендуемое значение понижающего коэффициента α_n :

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2) \cdot \psi_0}{n}, \quad (6.2)$$

где n – количество этажей ($n > 2$), расположенных выше несущего конструктивного элемента с площадью той же категории использования;

ψ_0 – коэффициент согласно EN 1990 (таблица А.1.1, приложение А.1).

Примечание 2 – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит альтернативный метод.

6.3.2 Площади складских помещений и помещений производственного назначения

6.3.2.1 Категории использования

(1) Площади складских помещений и помещений производственного назначения подразделяют на две категории согласно таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Категории использования площадей складских помещений и помещений производственного назначения

Категория использования	Назначение площади	Пример
E1	Площади, на которых могут накапливаться товары, включая подъездные площади	Площади складских помещений, включая книгохранилища и архивы
E2	Площади помещений производственного назначения	–

6.3.2.2 Значения воздействий

(1)Р При проектировании следует применять характеристические значения q_k (равномерно распределенная нагрузка) и Q_k (сосредоточенная нагрузка) для категорий использования площади, указанных в таблице 6.3.

Примечание – Рекомендуемые значения q_k и Q_k приведены в таблице 6.4. Значения могут быть изменены по необходимости в соответствии с применением (см. таблицу 6.3 и приложение А) в отдельных проектах или в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Значение q_k предназначено для определения общих эффектов, Q_k – для локальных эффектов. Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» определяет другие условия применения таблицы 6.4.

Таблица 6.4 – Функциональные нагрузки на перекрытия от складирования

Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
E1	7,5	7,0

(2)Р Характеристическим значением функциональной нагрузки является максимальное значение, в соответствующих случаях с учетом динамических эффектов.

Примечание – Для переходных расчетных ситуаций при монтаже или демонтаже машин, производственных узлов и т. д. указания приведены в EN 1991-1-6.

(3) Характеристические значения вертикальных нагрузок на площади складских помещений определяются с учетом объемного веса и верхних расчетных значений высоты складирования. Если складированный материал может создавать горизонтальные нагрузки на стены и т. д., их следует определять в соответствии с EN 1991-4.

Примечание – См. приложение А для объемного веса.

(4) Необходимо учитывать в расчете эффекты, возникающие в процессе загрузки и разгрузки складываемых материалов.

(5) Нагрузки в книгохранилищах и архивах определяют в зависимости от нагружаемой площади и высоты книжных стеллажей с использованием соответствующих значений объемного веса.

(6) Нагрузки на площади помещений производственного назначения должны быть приняты в соответствии с предполагаемым использованием и в зависимости от устанавливаемого оборудования. Если предполагается установка оборудования, такого как краны, подвижные механизмы и т. д., эффекты на конструкцию должны определяться в соответствии с EN 1991-3.

(7) Воздействия от вилочных погрузчиков и транспорта должны рассматриваться как сосредоточенные нагрузки, действующие совместно с соответствующими равномерно распределенными функциональными нагрузками, приведенными в таблицах 6.2, 6.4 и 6.8.

6.3.2.3 Воздействия, вызванные вилочными погрузчиками

(1) Вилочные погрузчики классифицируются по шести классам FL1–FL6, в зависимости от собственного веса, размеров и грузоподъемности (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Размеры вилочных погрузчиков для класса FL

Класс вилочного погрузчика	Собственный вес, кН	Грузоподъемность, кН	Расстояние между осями колес a , м	Общая ширина b , м	Общая длина l , м
FL1	21	10	0,85	1,00	2,60
FL2	31	15	0,95	1,10	3,00
FL3	44	25	1,00	1,20	3,30
FL4	60	40	1,20	1,40	4,00
FL5	90	60	1,50	1,90	4,60
FL6	110	80	1,80	2,30	5,10

(2) Статическая вертикальная нагрузка на ось Q_k от вилочного погрузчика классов FL1–FL6 принимается по таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Нагрузки на ось от вилочных погрузчиков

Класс вилочного погрузчика	Нагрузка на ось Q_k , кН
FL1	26
FL2	40
FL3	63
FL4	90
FL5	140
FL6	170

(3) Статическая вертикальная нагрузка на ось Q_k должна быть увеличена при помощи динамического коэффициента φ в соответствии с формулой

$$Q_{k,dyn} = \varphi Q_k, \quad (6.3)$$

где $Q_{k,dyn}$ – характеристическое значение динамического воздействия;

φ – повышающий динамический коэффициент;

Q_k – характеристическое значение статического воздействия.

(4) Повышающий динамический коэффициент φ для вилочных погрузчиков учитывает инерционные эффекты от разгона и торможения погрузчика и принимается:

$\varphi = 1,40$ – для погрузчиков с пневматическими шинами;

$\varphi = 2,00$ – для погрузчиков с твердыми (обрезиненными) колесами.

(5) Для погрузчиков с собственным весом более 110 кН нагрузки должны быть приняты на основании более точного анализа.

(6) Вертикальные нагрузки на ось от вилочного погрузчика Q_k и $Q_{k,dyn}$ должны быть расположены в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6.1.

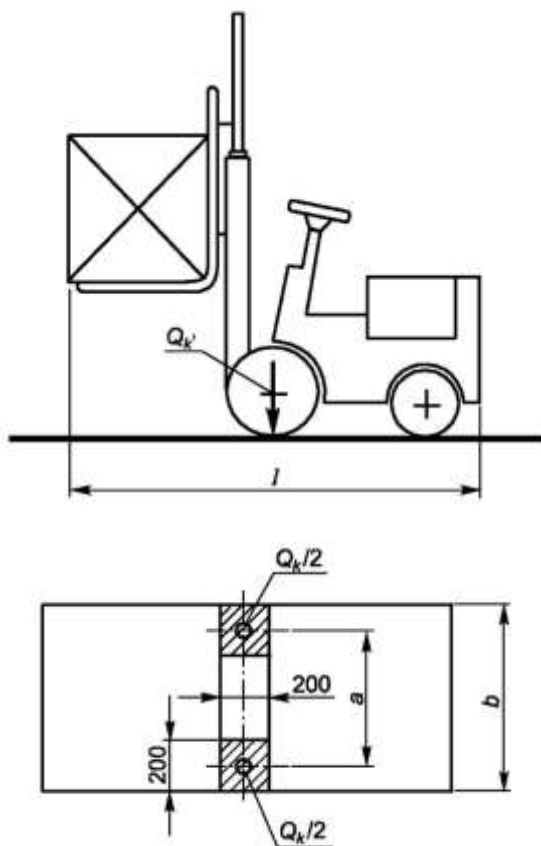


Рисунок 6.1 – Размеры вилочных погрузчиков

(7) Горизонтальные нагрузки от разгона и торможения вилочных погрузчиков могут быть приняты равными 30 % от вертикальных нагрузок на ось Q_k .

Примечание – Динамические коэффициенты не учитываются.

6.3.2.4 Воздействия от транспортных средств

(1) Воздействия от транспортных средств, свободно перемещающихся по перекрытию или по рельсам, следует определять по шаблону колесных нагрузок.

(2) Значения статических вертикальных нагрузок должны быть заданы с помощью постоянного веса и грузоподъемности. Спектр этих нагрузок может быть применен для определения коэффициентов сочетаний и значений усталостных нагрузок.

(3) Вертикальные и горизонтальные колесные нагрузки должны быть определены для каждого отдельного случая.

(4) Для каждого отдельного случая должны быть определены схемы нагружения, включая необходимые для расчета размеры.

Примечание – Допустимо использовать модели нагрузок согласно EN 1991-2.

6.3.2.5 Воздействия, вызванные специальным оборудованием для обслуживания зданий

(1) Нагрузки от специального оборудования для обслуживания зданий должны моделироваться как нагрузки от транспортных средств (см. 6.3.2.4).

(2) Схемы нагружения, включая размеры, принимаемые для расчетов, следует определять для каждого отдельного случая.

6.3.3 Гаражи и зоны движения транспортных средств (за исключением мостов)

6.3.3.1 Категории использования

(1)Р Парковочные зоны и зоны проезда в зданиях делятся на две категории в зависимости от их доступности для транспортных средств (таблица 6.7).

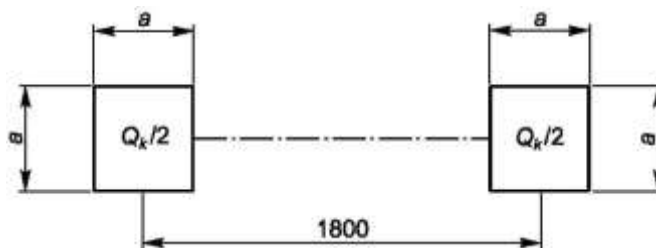
Таблица 6.7 – Парковочные зоны и зоны проезда в зданиях

Категории зон проезда	Особенность использования	Пример
F	Парковочные зоны и зоны проезда легких транспортных средств (общим весом до 30 кН и до 8 посадочных мест, без учета водителя)	Гаражи, паркинги
G	Парковочные зоны и зоны проезда транспортных средств среднего веса (общим весом более 30 кН и до 160 кН, двухосные)	Подъездные зоны, зоны доставки, зоны подъезда пожарных машин (общим весом до 160 кН)
<i>Примечания</i> 1 Доступ к зонам категории F должен быть ограничен с помощью специальных ограничителей, встроенных в конструкцию здания. 2 Зоны категорий F и G должны быть обозначены специальными предупредительными знаками.		

6.3.3.2 Значения воздействий

(1) Модель нагрузки должна приниматься в виде нагрузки на одну ось Q_k , приложенной к площади в форме квадрата, имеющего размеры согласно рисунку 6.2, и равномерно распределенной нагрузки q_k . Характеристические значения q_k и Q_k представлены в таблице 6.8.

Примечание – Значение q_k предназначено для определения общих эффектов и Q_k – для локальных эффектов. Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может определять другие правила применения этой таблицы.



Примечание – Для категории использования F сторона квадрата составляет 100 мм, для категории использования G – 200 мм (см. таблицу 6.8).

Рисунок 6.2 – Размеры и схема приложения осевой нагрузки

Таблица 6.8 – Функциональные нагрузки в гаражах и зонах проезда

Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
Категория F: общий вес транспортного средства до 30 кН	q_k	Q_k
Категория G: общий вес транспортного средства св. 30 до 160 кН	5,0	Q_k
Примечания 1 Для категории F значение q_k принимается в пределах от 1,5 до 2,5 кН/м ² , значение Q_k – от 10 до 20 кН. 2 В категории G значение Q_k принимается в пределах от 40 до 90 кН. 3 Значения нагрузок в соответствии с граничными условиями примечаний 1 и 2 приняты в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Подчеркнутые значения являются рекомендуемыми.		

(2) Нагрузка на ось должна быть приложена на две площади в форме квадрата со стороной 100 мм для категории F и 200 мм – для категории G для положения нагрузок, вызывающего наиболее неблагоприятный эффект воздействия.

6.3.4 Покрытия

6.3.4.1 Категории использования

(1) Р Покрытия классифицируют по трем категориям в зависимости от доступа к ним (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Категории использования покрытий

Категория использования	Особенность использования
Н	Неэксплуатируемые кровли, за исключением случаев проведения технического обслуживания и ремонтных работ
І	Эксплуатируемые покрытия (кровли) категорий А–Г
К	Эксплуатируемые покрытия специального назначения, например оборудованные площадками для посадки вертолетов

(2) Функциональные нагрузки на покрытия категории Н следует принимать по таблице 6.10, функциональные нагрузки на покрытия категории І принимаются по таблицам 6.2, 6.4 и 6.8 в соответствии со спецификой их использования.

(3) Нагрузки на покрытия категории К, оснащенные площадками для посадки вертолетов классов НС, представлены в таблице 6.11.

6.3.4.2 Значения воздействий

(1) Минимальные характеристические значения нагрузок q_k и Q_k на покрытия категории Н представлены в таблице 6.10. Они относятся к площади проекции покрытия.

Примечание – Значения q_k в таблице 6.12 могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Таблица 6.10 – Функциональные нагрузки на покрытия категории Н

Категория использования	q_k	Q_k
Н	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
Примечания 1 Для категории использования Н значение q_k принимается в пределах от 0,00 до 1,00 кН/м ² . Значение Q_k принимается в пределах от 0,9 до 1,5 кН. В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» установлены значения нагрузок в соответствии с установленными интервалами. Рекомендуемые значения функциональных нагрузок: $q_k = 0,4$ кН/м ² , $Q_k = 1,0$ кН. 2 В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» значения q_k могут изменяться в зависимости от уклона кровли. 3 Значение q_k может быть принято как действующее на площади А, значение которой приведено в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение для А составляет 10 м ² , в пределах от 0 до всей площади крыши. 4 См. также 3.3.2(1).		

(2) В минимальных характеристических значениях функциональных нагрузок, представленных в таблице 6.10, не учтено неконтролируемое скопление строительных материалов, которое может появиться в процессе обслуживания здания.

Примечание – См. также EN 1991-1-6.

(3)Р Следует производить отдельные проверки конструкций покрытия от независимо действующих сосредоточенной нагрузки Q_k и равномерно распределенной нагрузки q_k .

(4) Конструкции покрытий, за исключением крыш с легкими покрытиями, следует рассчитывать на нагрузку 1,5 кН, приложенную к площади в форме квадрата со стороной 50 мм. Элементы покрытия с профилированной поверхностью или с элементами, уложенными с разрывами, следует рассчитывать на приложение нагрузки Q_k к соответствующей эффективной площади, определяемой из условия распределения нагрузки.

(5) Для покрытий категории К значения воздействий от вертолетов на посадочные площадки необходимо определять в соответствии с таблицей 6.11 с использованием динамических коэффициентов, приведенных в 6.3.4.2(6) и формуле (6.3).

Таблица 6.11 – Функциональные нагрузки на покрытия категории К с возможностью посадки вертолета

Класс вертолета	Нагрузка от вертолета во время взлета Q , кН	Характеристическое значение нагрузки от вертолета во время взлета Q_k , кН	Размеры нагружаемой поверхности, м x м
НС1	≤ 20	20	0,2x0,2
НС2	$20 < Q \leq 60$	60	0,3x0,3

(6) Динамический коэффициент φ , применяемый к характеристическому значению нагрузки от вертолета во время взлета Q_k и учитывающий эффект динамического удара, принимается равным 1,40.

(7) Нагрузки на лестницы и проходы следует принимать по таблице 6.10 при уклоне крыши менее 20°. Для проходов, которые являются частью путей эвакуации, значение q_k

принимается по таблице 6.2. Минимальное характеристическое значение нагрузки на дорожки (проходы) для обслуживания Q_k следует принимать равным 1,5 кН.

(8) При проектировании рам и покрытий люков (кроме остекленных), опор подвесных потолков и других подобных конструкций необходимо использовать следующие нагрузки:

- а) без доступа людей – функциональные нагрузки не учитываются;
- б) с доступом людей – равномерно распределенную по всей площади или поддерживаемой площади, равную $0,25 \text{ кН/м}^2$, и сосредоточенную нагрузку, равную 0,9 кН, приложенную таким образом чтобы создавать максимальные напряжения в нагружаемом элементе.

6.4 Горизонтальные нагрузки на парапеты и перегородки, выполняющие функции ограждений

(1) Характеристическое значение линейной нагрузки q_k , приложенной на высоте перегородки или парапета, но не более 1,2 м следует принимать по таблице 6.12.

Примечание – Значения q_k , приведенные в таблице 6.12, могут быть указаны в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Таблица 6.12 – Горизонтальные нагрузки на перегородки и парапеты

Категория использования	q_k , кН/м ²
A	q_k
B и C1	q_k
C2–C4 и D	q_k
C5	q_k
E	q_k
F	См. приложение В
G	То же

Примечания

- 1 Для категорий A, B и C1 значение q_k допускается принимать в пределах от 0,2 до 1,0 кН/м (0,5 кН/м).
- 2 Для категорий C2–C4 и D значение q_k допускается принимать в пределах от 0,8 до 1,0 кН/м.
- 3 Для категории C5 значение q_k допускается принимать в пределах от 3,0 до 5,0 кН/м.
- 4 Для категории E значение q_k допускается принимать в пределах от 0,8 до 2,0 кН/м. Для площадей категории E горизонтальные нагрузки зависят от способа эксплуатации. Поэтому значение q_k определяется как минимальное значение и должно быть проверено для установленного способа эксплуатации.
- 5 Для указанных в примечаниях 1–4 интервалов значения могут быть приведены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Подчеркнутые значения являются рекомендуемыми.
- 6 В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть указаны дополнительные сосредоточенные нагрузки Q_k и/или приведены указания для аналитической или опытной проверки эффекта удара твердым или мягким телом.

(2) Для площадей со значительным скоплением людей, связанным с проведением общественных мероприятий, например для стадионов, трибун, сцен, конференц-залов, концертных залов, линейная нагрузка должна приниматься как для категории C5.

Приложение А

Номинальные значения объемного веса строительных материалов и номинальные значения объемного веса и углов естественного откоса складываемых материалов

Таблица А.1 – Строительные материалы: бетон и раствор

Строительный материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Бетон (см. EN 206)	
Легкий, класс по плотности:	
LC 1,0	От 9,0 до 10,0 ^{a),b)}
LC 1,2	» 10,0 » 12,0 ^{a),b)}
LC 1,4	» 12,0 » 14,0 ^{a),b)}
LC 1,6	» 14,0 » 16,0 ^{a),b)}
LC 1,8	» 16,0 » 18,0 ^{a),b)}
LC 2,0	» 18,0 » 20,0 ^{a),b)}
Нормальный (нормальной плотности)	24,0 ^{a),b)}
Тяжелый	>24,0 ^{a),b)}
Раствор	
Цементный	От 19,0 до 23,0
Гипсовый	От 12,0 до 18,0
Известково-цементный	От 18,0 до 20,0
Известковый	От 12,0 до 18,0
^{a)} Увеличить на 1 кН/м ³ при нормальном проценте армирования в железобетонных и предварительно напряженных конструкциях. ^{b)} Увеличить на 1 кН/м ³ для свежесушеного бетона.	
Примечание – См. раздел 4.	

Таблица А.2 – Строительные материалы: кладка

Строительный материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Изделия для кладки	
Керамические изделия	См. EN 771-1
Силикатные изделия	См. EN 771-2
Изделия из бетонов на плотных и пористых заполнителях	См. EN 771-3
Изделия из ячеистого бетона автоклавного твердения	См. EN 771-4
Изделия из плотного бетона	См. EN 771-5
Стеклоблоки	См. EN 1051
Терракота	21,0
Изделия из природного камня (см. EN 771-6)	
Гранит, сиенит, порфир	От 27,0 до 30,0
Базальт, диорит, габбро	От 27,0 до 31,0
Трахит	26,0
Базальтовая лава	24,0
Серая вакка, песчаник	От 21,0 до 27,0
Плотный известняк	От 20,0 до 29,0
Известняк	20,0
Вулканический туф	20,0
Гнейс	30,0
Сланец	28,0
Примечание – См. раздел 4.	

Таблица А.3 – Строительные материалы: древесина

Строительный материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Древесина конструкционная (см. EN 338 для классов прочности древесины):	
C14	3,5
C16	3,7
C18	3,8
C22	4,1
C24	4,2
C27	4,5
C30	4,6
C35	4,8
C40	5,0
D30	6,4
D35	6,7
D40	7,0
D50	7,8
D60	8,4
D70	10,8
Древесина слоистая (см. EN 1194 для классов прочности):	
однородная клееная:	
GL24h	3,7
GL28h	4,0
GL32h	4,2
GL36h	4,4
комбинированная клееная:	
GL24c	3,5
GL28c	3,7
GL32c	4,0
GL36c	4,2
Фанера:	
из древесины мягкой породы	5,0
из березы	7,0
ламинат и столярные плиты	4,5
Древесно-стружечные плиты:	
древесно-стружечные плиты плоские	От 7,0 до 8,0
цементно-стружечные плиты	12,0
с ориентированными волокнами OSB, слоистые	7,0
Древесноволокнистые плиты:	
стандартные и упрочненные	10,0
полутвердые (средней плотности)	8,0
мягкие	4,0

Примечание – См. раздел 4.

Таблица А.4 – Строительные материалы: металлы

Строительный материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Металлы	
Алюминий	27,0
Латунь	От 83,0 до 85,0
Бронза	От 83,0 до 85,0
Медь	От 87,0 до 89,0
Сталь литая	От 71,0 до 72,5
Сталь ковкая	76,0
Свинец	От 112,0 до 114,0
Сталь	От 77,0 до 78,5
Цинк	От 71,0 до 72,0

Таблица А.5 – Строительные материалы: другие материалы

Строительный материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Другой материал	
Стекло гранулированное	22,0
Стекло листовое	25,0
Пластмасса	
Акриловый лист	12,0
Полистирол вспененный и гранулированный	0,3
Пеностекло	1,4

Таблица А.6 – Строительные материалы для мостов

Строительный материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Настилы дорожных мостов	
Асфальт литой и асфальтобетон	От 24,0 до 25,0
Мастика	От 18,0 до 22,0
Асфальт горячекатаный	23,0
Заполнение для мостов	
Песок сухой	От 15,0 до 16,0 ^{а)}
Балласт, гравий (насыпной)	От 15,0 до 16,0 ^{а)}
Балластная подушка	От 18,5 до 19,5
Дробленый галечник	От 13,5 до 14,5
Уплотненный дробленый камень	От 20,5 до 21,5
Уплотненная глина	От 18,5 до 19,5
Настилы железнодорожных мостов	
Бетонный защитный слой	25,0
Нормальный балласт (например, гранит, гнейс и т. д.)	20,0
Базальтовый балласт	26,0
Строительный материал	Вес на единицу длины ^{б),с)} g_k , кН/м
Конструкции с балластом	
Два рельса UIC60	1,2
Шпалы из предварительно напряженного бетона с рельсовым креплением	4,8
Шпалы с соединением стальными уголками	–
Деревянные шпалы с рельсовым креплением	1,9
Конструкции без балласта	
Два рельса UIC60 с рельсовым креплением	1,7
Два рельса UIC60 с рельсовым креплением, мостовыми балками и защитным ограждением	4,9
^{а)} В других таблицах приводятся как для складированных материалов. ^{б)} Без щебеночного основания. ^{с)} Принимаемое расстояние 600 мм.	
Примечания 1 Значения объемного веса рельсов применимы также в других областях, кроме мостостроения. 2 См. раздел 4.	

Таблица А.7 – Складированные материалы: строительные и конструкционные

Материал	Объемный вес γ , кН/м ³	Угол естественного откоса ϕ , ...°
Заполнители (см. EN 206):		
легкие	От 9,0 до 20,0 ^{а)}	30
нормальные	» 20,0 » 30,0	30
тяжелые	Св. 30,0	30
Гравий и песок сыпучие	От 15,0 до 20,0	35
Песок	От 14,0 до 19,0	30

Доменный шлак:		
в кусках	17,0	40
гранулированный	12,0	30
вспененный дробленый	9,0	35
Кирпичный песок, молотый или дробленый кирпич	15,0	35
Вермикулит:		
расслоенный заполнитель для бетона	1,0	–
необработанный	От 6,0 до 9,0	–
Бентонит:		
в насыпном состоянии	8,0	40
в уплотненном состоянии	11,0	–
Цемент:		
в насыпном состоянии	16,0	28
в мешках	15,0	–
Зола-унос	От 10,0 до 14,0	25
Стекло листовое	25,0	–
Гипс молотый	15,0	25
Буроугольная отфильтрованная зола	15,0	20
Известь	13,0	25
Известняк порошкообразный	13,0	От 25 до 27
Магнезит молотый	12,0	–
Пластмассы:		
полиэтилен, полистирол гранулированный	6,4	30
поливинилхлорид порошкообразный	5,9	40
полиэфирные смолы	11,8	–
клеевые смолы	13,0	–
Пресная вода	10,0	–
а) Классы плотности легкого бетона – см. таблицу А.1.		
Примечание – См. раздел 4.		

Таблица А.8 – Складируемые материалы: сельскохозяйственные

Материал	Объемный вес γ , кН/м ³	Угол естественного откоса ϕ , ...°
Органические удобрения:		
навоз (не менее 60 % твердого вещества)	7,8	–
навоз (с сухой соломой)	9,3	45
сухой птичий помет	6,9	45
навозная жижа (не менее 20 % твердого вещества)	10,8	–
Минеральные удобрения:		
азотно-фосфорно-калийное удобрение гранулированное	От 8,0 до 12,0	25
основной фосфатшлак дробленый	13,7	35
фосфаты гранулированные	От 10,0 до 16,0	30
сернокислый калий	» 12,0 » 16,0	28
мочевина	» 7,0 » 8,0	24
Фураж зеленый неуплотненный	От 3,5 до 4,5	–
Зерно:		
цельное (влагосодержание не более 14 %, если не установлено другое), независимо от вида	7,8	30
ячмень	7,0	30
ячмень пивоваренный (влажный)	8,8	–
семена трав	3,4	30
кукуруза навалом	7,4	30
кукуруза в мешках	5,0	–
овес	5,0	30
сурепка масличная	6,4	25
рожь	7,0	30
пшеница навалом	7,8	30
пшеница в мешках	7,5	–
Травяные кубы	7,8	40

Сено:		
в тюках	От 1,0 до 3,0	—
в прессованных тюках	» 6,0 » 7,0	—
Кожа, меха	От 8,0 до 9,0	—
Хмель	От 1,0 до 2,0	25
Солод	От 4,0 до 6,0	20
Мука:		
крупного помола	7,0	45
гранулированная	7,0	40
Торф:		
сухой, навалом, с утрусой	1,0	35
сухой, спрессованный в тюках	5,0	—
влажный	9,5	—
Силос	От 5,0 до 10,0	—
Солома:		
сухая (навалом)	0,7	—
в тюках	1,5	—
Табак в тюках	От 3,5 до 5,0	—
Шерсть:		
навалом	3,0	—
в тюках	От 7,0 до 13,0	—
Примечание – См. раздел 4.		

Таблица А.9 – Складируемые материалы: продовольственные

Материал	Объемный вес γ , кН/м ³	Угол естественного откоса ϕ , ...°
Яйца в контейнерах	4,0–5,0	—
Мука:		
насыпью	6,0	25
в мешках	5,0	—
Фрукты:		
яблоки:		
бестарные	8,3	30
в ящиках	6,5	—
груша	5,9	—
Вишня	7,8	—
Малина на поддонах	2,0	—
Земляника на поддонах	1,2	—
Помидоры	6,8	—
Сахар:		
без упаковки, насыпью	От 7,8 до 10	35
упакованный, кусковой	16,0	—
Овощи зеленые:		
капуста	4,0	—
салат	5,0	—
Овощи стручковые:		
фасоль:	8,1	35
в целом	7,4	30
соя	7,8	—
Корнеплоды:		
в целом	8,8	—
красная свекла	7,4	40
морковь	7,8	35
лук	7,0	35
репа	7,0	35
Картофель:		
бестарный	7,6	35
в ящиках	4,4	—

Сахарная свекла:		
свекловичная стружка, сухая и резаная	2,9	—
необработанная	7,6	—
мокрая резаная	10,0	—
Примечание – См. раздел 4.		

Таблица А.10 – Складируемые продукты: жидкости

Материал	Объемный вес γ , кН/м ³
Напитки	
Пиво	10,0
Молоко	10,0
Питьевая вода	10,0
Вино	10,0
Растительное масло	
Касторовое масло	9,3
Глицерин	12,3
Льняное масло	9,2
Оливковое масло	8,8
Органические жидкости и кислоты	
Спирт	7,8
Эфир	7,4
Соляная кислота 40 %-ная (% по массе)	11,8
Денатурат	7,8
Азотная кислота 91 %-ная (% по массе)	14,7
Серная кислота 30 %-ная (% по массе)	13,7
Серная кислота 87 %-ная (% по массе)	17,7
Терпентин, white spirit	8,3
Углеводороды	
Анилин	9,8
Бензол	8,8
Каменноугольный деготь	От 10,8 до 12,8
Креозот	10,8
Лигроин, нефть	7,8
Парафин	8,3
Легкий бензин	6,9
Нефть	От 9,8 до 12,8
Дизельное топливо	8,3
Мазут	От 7,8 до 9,8
Тяжелое моторное топливо	12,3
Смазочное масло	8,8
Бензин как топливо	7,4
Сжиженные газы:	
бутан	5,7
пропан	5,0
Другие жидкости	
Ртуть	133,0
Свинцовый сурик	59,0
Белила масляные свинцовые	38,0
Шлам (более 50 % воды в объеме по массе)	10,8
Примечание – См. раздел 4.	

Таблица А.11 – Складируемые материалы: твердое топливо

Материал	Объемный вес γ , кН/м ³	Угол естественного откоса ϕ , ...°
Древесный уголь: с воздухом	4	—

без воздуха	15	–
Каменный уголь:		
прессованный брикет навалом	8	35
прессованный брикет в штабеле	13	–
брикет яйцевидной формы	8,3	30
каменный уголь необогащенный	10	35
уголь промытый	12	–
каменноугольная пыль	7	25
кокс	От 4,0 до 6,5	От 35 до 45
промежуточный продукт в каменном карьере	12,3	35
хвосты мокрого обогащения в руднике	13,7	35
другие сорта угля	8,3	От 30 до 35
Дрова	5,4	45
Бурый уголь:		
брикет навалом	7,8	30
брикет в штабеле:	12,8	–
грунтовой влажности	9,8	От 30 до 40
сухой	7,8	35
пыль	4,9	От 25 до 40
низкотемпературный кокс	9,8	40
Торф:		
черный, сухой, плотно упакованный	От 6 до 9	–
черный, сухой, разгруженный в отвал	От 3 до 6	45
Примечание – См. раздел 4.		

Таблица А.12 – Складируемые материалы: промышленные товары и товары общего потребления

Материал	Объемный вес γ , кН/м ³	Угол естественного откоса ϕ , ...°
Книги и архивные документы:		
книги и архивные документы	6,0	–
книги и архивные документы, компактно складированные	8,5	–
Стеллажи и шкафы	6,0	–
Одежда и ткани в рулонах	11,0	–
Лед кусковой	8,5	–
Кожа в кипах	10,0	–
Бумага:		
в рулонах	15,0	–
в пачках	11,0	–
Резина	От 10,0 до 17,0	–
Каменная соль	22,0	45
Соль	12,0	40
Опилки:		
сухие, в мешках	3,0	–
сухие, навалом	2,5	45
влажные, навалом	5,0	45
Смола, битум	14,0	–
Примечание – См. раздел 4.		

Приложение В

Ограждения и стены, выполняющие функции ограждений на автомобильных паркингах

В(1) Ограждения и парапеты на автомобильных паркингах следует проектировать на восприятие горизонтальных нагрузок в соответствии с В(2).

В(2) Характеристическое значение горизонтальной силы F , кН, приложенной перпендикулярно и распределенной равномерно вдоль длины 1,5 м в любом месте ограждения или парапета на автомобильном паркинге, определяемое из условия восприятия удара транспортного средства, вычисляется по формуле

$$F = 0,5mv^2 / \delta_c + \delta_b, \quad (B.1)$$

где m – полная масса транспортного средства, кг;

v – скорость столкновения транспортного средства перпендикулярно ограждению, м/с;

δ_c – деформация транспортного средства, мм;

δ_b – деформация ограждения, мм.

В(3) Если паркинг проектируется из условия, что максимальная масса транспортного средства не превышает 2500 кг, следующие значения могут быть использованы для определения силы F :

$m = 1500$ кг;

$v = 4,5$ м/с;

$\delta_c = 100$ мм (при отсутствии лучших показателей).

Для жестких барьеров, для которых δ_b может быть принята равной нулю, характеристическое значение силы F , соответствующее транспортным средствам с полной массой более 2500 кг, может быть принято равным 150 кН.

В(4) Если паркинг проектируется для транспортных средств, полная масса которых превышает 2500 кг, для определения характеристического значения силы F используются следующие значения:

m – фактическая масса транспортного средства, на которую рассчитан паркинг, кг;

$v = 4,5$ м/с;

$\delta_c = 100$ мм (при отсутствии лучших показателей).

В(5) Усилие, определенное в соответствии с В(3) или В(4), следует рассматривать как действующее на высоте бампера. В случае автомобильных паркингов для транспортных средств с полной массой, не превышающей 2500 кг, эта высота может быть принята равной 375 мм относительно уровня пола.

В(6) Ограждения подъездных рамп и пандусов автомобильных паркингов должны воспринимать половину усилия, определенного в соответствии с В(3) или В(4), действующего на высоте 610 мм от уровня рампы.

В(7) Барьеры, расположенные у противоположных концов прямых рамп, предназначенных для спуска, длина которых превышает 20 м, должны воспринимать двукратное значение усилий, определенных по пункту В(3), действующих на высоте 610 мм от уровня рампы.

Библиография

[1] ISO 2394 General principles on reliability for structures

(Надежность строительных конструкций. Общие принципы)

[2] ISO 3898 Basis of design of structures – Notations – General symbols

(Основы расчета строительных конструкций. Обозначения. Общие условные обозначения)

[3] ISO 8930 General principles on reliability for structures – List of equivalent terms

(Общие принципы надежности строительных конструкций. Перечень эквивалентных терминов)

Приложение ДА

Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов
ссылочным региональным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование ссылочного регионального стандарта	Обозначение и наименование технического нормативного правового акта
EN 1990	СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций (EN 1990:2002)
EN 1991-1-3	СН 2.01.04-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки (EN 1991-1-3:2006+AC:2009)
EN 1991-1-4	СН 2.01.05-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия (EN 1991-1-4:2005+A1:2010+AC:2010)
EN 1991-1-6	ТКП EN 1991-1-6-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ (EN 1991-1-6:2005)
EN 1991-1-7	ТКП EN 1991-1-7-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия (EN 1991-1-7:2006)
EN 1991-2	ТКП EN 1991-2-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты (EN 1991-2:2003)
EN 1991-3	ТКП EN 1991-3-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 3. Воздействия, вызванные кранами и механическим оборудованием (EN 1991-3:2006)
EN 1991-4	ТКП EN 1991-4-2009 (02250) Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 4. Бункеры и резервуары (EN 1991-4:2006)

Национальные требования и национально установленные параметры

Таблица НП.1 – Национальные требования и национально установленные параметры, которыми следует пользоваться при проектировании зданий и сооружений на территории Республики Беларусь

Элемент настоящих строительных норм	Параметры, установленные на национальном уровне
2.2(3)	Функциональные нагрузки должны вводиться в расчет как квазистатические воздействия (см. EN 1990, 1.5.3.13). В модели нагрузок могут быть включены динамические эффекты, если отсутствует риск резонанса или другой значительной динамической реакции конструкции, см. EN 1992–EN 1999. В случае, когда можно ожидать появление резонансных эффектов от синхронных ритмических движений людей, таких как танцы или прыжки, рекомендуется чтобы модель нагрузок была определена на основе специального динамического анализа. При использовании характеристических значений функциональных нагрузок по таблице НП 6.2, появление резонанса следует исключать путем ограничения собственной частоты колебаний конструкций таким образом, чтобы собственная частота вертикальных колебаний составляла более 8 Гц, собственная частота горизонтальных колебаний – более 4 Гц. Значения частот собственных колебаний следует определять для конструкции, на которую не действует функциональная нагрузка. При проектировании конструктивных элементов, подверженных динамическим нагрузкам от ритмичного движения людей (прыжки, танцы и т. д.), следует ограничивать их деформации предельными значениями для соответствующего типа конструкции. Детальный расчет следует выполнять, определяя динамическую реакцию конструкции с учетом диапазонов частот и типов нагрузки с использованием соответствующих методических указаний

5.2.3(1)	Следует принимать в расчет нижнее и верхнее характеристические значения объемного веса неконструктивных частей, таких как балласт железнодорожных мостов или заполнение над подземными сооружениями, такими как коллекторы, если предполагается, что материал может подвергаться консолидации при увлажнении или других изменениях свойств в течение эксплуатации. Для балласта железнодорожных мостов, если не установлено иное, верхнее характеристическое значение объемного веса балласта следует принимать равным 21 кН/м³, нижнее характеристическое значение – 17 кН/м³																		
5.2.3(2)	Следует устанавливать номинальную толщину слоя балласта железнодорожных мостов. При определении верхнего и нижнего характеристических значений толщины слоя балласта железнодорожных мостов в расчете следует учитывать отклонение от номинальной толщины в пределах ±30 %. При определении верхнего и нижнего характеристических значений толщины слоя балласта отклонение ±30 % следует применять только для верхнего слоя балласта толщиной 300 мм, измеренной от нижней поверхности шкалы																		
5.2.3(3)–(5)	Применяются без изменений																		
6.3.1.1(1)Р, таблица 6.1	См. таблицу НП 6.1 «Категории использования»																		
6.3.1.2(1)Р, таблица 6.2 6.3.1.2(1)Р, table 6.2	См. таблицу НП 6.2 «Функциональные нагрузки на перекрытия, балконы и лестницы в зданиях»																		
6.3.1.2(10), (11)	Применяются без изменений																		
6.3.2.2(1), таблица 6.4	См. таблицу НП 6.4 «Функциональные нагрузки на перекрытия от складирования»																		
6.3.2.2(1), таблица 6.8	<table><tr><th colspan="3">Таблица НП 6.8 – Функциональные нагрузки в гаражах и зонах проезда</th></tr><tr><th>Категория использования</th><th>q_k, кН/м²</th><th>Q_k, кН</th></tr><tr><td>Категория F</td><td>3,5</td><td>20</td></tr><tr><td>Общий вес транспортного средства до 30 кН</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Категория G</td><td>5,0</td><td>90</td></tr><tr><td>Общий вес транспортного средства св. 30 до 160 кН</td><td></td><td></td></tr></table>	Таблица НП 6.8 – Функциональные нагрузки в гаражах и зонах проезда			Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН	Категория F	3,5	20	Общий вес транспортного средства до 30 кН			Категория G	5,0	90	Общий вес транспортного средства св. 30 до 160 кН		
Таблица НП 6.8 – Функциональные нагрузки в гаражах и зонах проезда																			
Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН																	
Категория F	3,5	20																	
Общий вес транспортного средства до 30 кН																			
Категория G	5,0	90																	
Общий вес транспортного средства св. 30 до 160 кН																			
6.3.4.2(1), таблица 6.10	<table><tr><th colspan="3">Таблица НП 6.10 – Функциональные нагрузки на покрытия категории H</th></tr><tr><th>Категория использования</th><th>q_k, кН/м²</th><th>Q_k, кН</th></tr><tr><td>H</td><td>0,5</td><td>1,0</td></tr><tr><td colspan="3">Примечание 1 – См. также 3.3.2(1).</td></tr></table>	Таблица НП 6.10 – Функциональные нагрузки на покрытия категории H			Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН	H	0,5	1,0	Примечание 1 – См. также 3.3.2(1).								
Таблица НП 6.10 – Функциональные нагрузки на покрытия категории H																			
Категория использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН																	
H	0,5	1,0																	
Примечание 1 – См. также 3.3.2(1).																			
6.4(1), таблица 6.12	<table><tr><th colspan="2">Таблица НП 6.12 – Горизонтальные нагрузки на перегородки и парапеты</th></tr><tr><th>Категория использования</th><th>q_k, кН/м</th></tr><tr><td>Категория А</td><td>0,5</td></tr><tr><td>Категории В и С1</td><td>0,5</td></tr><tr><td>Категории С2–С4 и D</td><td>1,0</td></tr><tr><td>Категория С5</td><td>3,0</td></tr><tr><td>Категория Е</td><td>Не менее 1,0</td></tr><tr><td>Категория F</td><td>См. приложение В</td></tr><tr><td>Категория G</td><td>См. приложение В</td></tr></table>	Таблица НП 6.12 – Горизонтальные нагрузки на перегородки и парапеты		Категория использования	q_k , кН/м	Категория А	0,5	Категории В и С1	0,5	Категории С2–С4 и D	1,0	Категория С5	3,0	Категория Е	Не менее 1,0	Категория F	См. приложение В	Категория G	См. приложение В
Таблица НП 6.12 – Горизонтальные нагрузки на перегородки и парапеты																			
Категория использования	q_k , кН/м																		
Категория А	0,5																		
Категории В и С1	0,5																		
Категории С2–С4 и D	1,0																		
Категория С5	3,0																		
Категория Е	Не менее 1,0																		
Категория F	См. приложение В																		
Категория G	См. приложение В																		

Таблица НП 6.1 – Категории использования

Категория	Функциональное использование	Пример
A	Площади жилых помещений	A1: Квартиры жилых зданий; спальные помещения дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; спальни, палаты и приемные покои больниц и санаториев, кухни и туалеты A2: Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позиции A1

В	Площади офисных помещений, площади бытовых и технических помещений	В1: Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала, организаций и учреждений; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, туалеты) промышленных предприятий и общественных зданий В2: Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории образовательных учреждений, научные лаборатории; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т. п.) В3: Технические помещения жилых и общественных зданий высотой менее 75 м, подвальные помещения В4: Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях В1, В2, В3
С	Площади с возможным скоплением людей (за исключением площадей, определенных категориями А, В и D) ¹⁾	С1: Площади со столами и т. д. С1.1 Классные помещения учреждений образования, приемные, регистратуры С1.2 Читальные залы библиотек С1.3 Обеденные, например, в кафе, ресторанах, столовых (обеденных залах) С1.4 Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях С1.1–С1.3 С2: Площади со стационарно закрепленными сидениями С2.1 Помещения театров и кинотеатров, церквей, конференц-залы, лекционные залы, залы собраний, залы ожидания, залы ожидания вокзалов С2.2 Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях С2.1 С3: Площади без преград, препятствующих перемещению людей, например площади в музеях, выставочных залах, площади общего доступа в административных зданиях, гостиницах, больницах, перроны железнодорожных станций С4: Площади с возможностью использования их для физической активности, например танцевальные залы, спортивные (гимнастические) залы, фитнес-центры, бильярдные, сцены и примыкающие к ним вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами) С5: Площади, на которых допускается большое скопление людей, например в зданиях для общественных мероприятий, таких как, концертные залы, спортивные залы с трибунами, террасы, зоны доступа и железнодорожные платформы
Д	Торговые площади	Д1: Площади магазинов розничной торговли Д2: Площади торговых домов-маркетов
¹⁾ Следует учитывать 6.3.1.1(2), в частности, в отношении С4 и С5. Если требуется учет динамических эффектов – см. EN 1990. В случае категории Е см. таблицу НП 6.3. Примечания 1 В зависимости от предполагаемого применения площади категории С2, С3, С4 могут быть отнесены к категории С5 на основании решения заказчика. 2 См. 6.3.2 для площадей складских помещений и помещений производственного назначения.		

Таблица НП 6.2 – Функциональные нагрузки на перекрытия, балконы и лестницы в зданиях

Категория нагруженных площадей	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
Категория А		
А1:		
перекрытия	1,5	2,0
балконы, лоджии	3,0	3,0
А2	3,0	3,0

Категория В		
B1: перекрытия балконы, лоджии	2,0 2,5	2,0 2,5
B2: перекрытия балконы, лоджии	Не менее 2,0 2,5	Не менее 3,0 2,5
B3	Не менее 2,0	Не менее 2,0
B4	3,0	4,5
Категория С		
C1		
C1.1	2,0	3,0
C1.2	2,0	3,0
C1.3	3,0	4,0
C1.4	4,0	4,0
C2		
C2.1	4,0	4,0
C2.2	4,0	5,0
C3	Не менее 4,0	5,0
C4	4,0	7,0
C5	5,0	7,0
Категория D		
D1	4,0	4,0
D2	Не менее 4,0	7,0

Таблица НП 6.4 – Функциональные нагрузки на перекрытия от складирования

Категория нагружаемой площади	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
Категория E1		
E1.1: книгохранилища и архивы	7,5	7,0
E1.2: торговые склады	2,4 на каждый метр высоты складирования, но не менее 6,5	7,0
E1.3: производственные и промышленные складские помещения	Не менее 6,0	7,0
E1.4: другие хранилища (без указания конкретного назначения)	По техническому заданию на проектирование, но не менее 7,5	7,0
E1.5: архивы, помещения для хранения бумаг в офисных зданиях	5,0	4,5
E1.6: холодильники	5,0 на каждый метр высоты складирования, но не менее 15	9,0

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 2.01.03-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
Воздействия для определения огнестойкости

ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ
Ўздзеянні для вызначэння вогнеўстойлівасці

(на основе EN 1991-1-2:2002+AC:2013)

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.07.042:614.841.332(083.74)

Ключевые слова: конструкции, пожар, огнестойкость, предельные состояния по огнестойкости, воздействия, теплотехнический расчет, статический расчет, температурный режим, пожарная нагрузка, тепловой поток, моделирование пожаров

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм») на основе перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 3.

Автор – канд. техн. наук, доц. И. И. Полевода

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

3 Настоящие строительные нормы разработаны на основе EN 1991-1-2:2002+AC:2013 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости» (Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions. Actions on structures exposed to fire).

При применении настоящих строительных норм рекомендуется использовать вместо ссылочных региональных стандартов соответствующие им технические нормативные правовые акты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП EN 1991-1-2-2009 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

Введение

1 Общие положения

- 1.1 Область применения
- 1.2 Нормативные ссылки
- 1.3 Допущения
- 1.4 Различие между принципами и правилами применения
- 1.5 Термины и определения
- 1.6 Условные обозначения

2 Методы расчета огнестойкости

- 2.1 Общие положения
- 2.2 Расчетные сценарии пожара
- 2.3 Расчетный пожар
- 2.4 Теплотехнический расчет
- 2.5 Статический расчет

3 Тепловые воздействия для теплотехнического расчета

- 3.1 Общие правила
- 3.2 Номинальные температурные режимы
- 3.3 Моделирование пожаров

4 Механические воздействия для статического расчета

- 4.1 Общие положения
- 4.2 Одновременность воздействий
- 4.3 Правила сочетания воздействий

Приложение А Параметрические температурные режимы

Приложение В Тепловые воздействия на наружные конструкции – упрощенный метод расчета

Приложение С Локальные пожары

Приложение D Общие модели пожаров

Приложение E Удельная пожарная нагрузка

Приложение F Эквивалентная продолжительность пожара

Приложение G Угловой коэффициент облученности

Библиография

Приложение ДА Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Национальные требования и национально установленные параметры

Введение

Настоящие строительные нормы включают текст Еврокода, национальное предисловие, а также национальные требования и национально установленные параметры.

Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Национальные требования и национально установленные параметры включают:

- числовые значения и/или классы, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;

- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;

- специфические данные (географические, климатические и т. д.), которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;

- расчетные методики – в случаях, когда Еврокодами допускается применение альтернативных методик.

Национальные требования и национально установленные параметры

Настоящие строительные нормы, разработанные на основе EN 1991-1-2, содержат национальные требования и национально установленные параметры в следующих пунктах:

- 2.4(4);
- 3.1(10);
- 3.3.1.2(1);
- 3.3.1.3(1);
- 3.3.2(2);
- 4.2.2(2);
- 4.3.1(2).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Воздействия для определения огнестойкости

ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ

Ўздзеянні для вызначэння вогнеўстойлівасці

Actions on structures. General actions

Actions on structures exposed to fire

**Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования**

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) Приведенные методы применимы для зданий с соответствующими их назначению пожарными нагрузками.

(2) В настоящих строительных нормах рассмотрены тепловые и механические воздействия на строительные конструкции при пожаре. Настоящие строительные нормы необходимо использовать совместно с противопожарными частями EN 1992–EN 1996 и EN 1999, содержащими правила проектирования строительных конструкций с учетом обеспечения их огнестойкости.

(3) Настоящие строительные нормы содержат номинальные и параметрические (физически обоснованные) тепловые воздействия. Дополнительные данные и модели физически обоснованных тепловых воздействий приведены в приложениях.

(4) Настоящие строительные нормы устанавливают принципы и правила определения тепловых и механических воздействий, которые должны применяться совместно с EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 и EN 1991-1-4.

(5) Настоящие строительные нормы не рассматривают порядок определения повреждений строительных конструкций при пожаре.

1.2 Нормативные ссылки

(1)Р Для применения настоящих строительных норм необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяется последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 13501-2 Классификация строительных конструкций, материалов и изделий по пожарной опасности. Часть 2. Классификация по огнестойкости строительных конструкций и изделий, за исключением применяемых в вентиляционных системах

EN 1990 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций

EN 1991-1-1 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-1. Общие воздействия. Удельный вес, собственный вес и полезные нагрузки для зданий

EN 1991-1-3 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

EN 1991-1-4 Еврокод 1. Воздействия на строительные конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия

EN 1992 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций

EN 1993 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций

EN 1994 Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций

EN 1995 Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций

EN 1996 Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций

EN 1999 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций.

Примечание – Приведены ссылки на опубликованные или находящиеся на стадии подготовки региональные стандарты.

1.3 Допущения

- (1)Р Действуют основные допущения, приведенные в EN 1990, а также следующие:
- учитываемые при проектировании системы активной и пассивной противопожарной защиты должны быть обоснованы;
 - выбор расчетного сценария пожара в случаях, дополнительно не оговоренных национальными правилами, производится опытным и квалифицированным персоналом.

1.4 Различие между принципами и правилами применения

- (1) Действуют правила EN 1990 (1.4).

1.5 Термины и определения

- (1)Р В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в EN 1990 (1.5), а также следующие термины с соответствующими определениями.

1.5.1 Общие противопожарные термины

1.5.1.1 эквивалентная продолжительность пожара (equivalent time of fire exposure): Продолжительность пожара, характеризуемого стандартным температурным режимом, в течение которого предполагается такое же тепловое воздействие в помещении, как при реальном пожаре.

1.5.1.2 наружная конструкция (external member): Конструкция, расположенная вне здания, которая может быть подвержена воздействию пожара через проемы в его ограждающих конструкциях.

1.5.1.3 пожарная секция (отсек) (fire compartment): Замкнутое пространство в здании, в пределах одного или нескольких этажей, выделенное ограждающими конструкциями, предупреждающими распространение регламентируемого пожара за его пределы.

1.5.1.4 огнестойкость (fire resistance): Способность конструктивной системы, ее части или отдельной конструкции выполнять требуемые функции (несущую и/или ограждающую) в течение установленной продолжительности регламентируемого пожара при заданном уровне нагрузки.

1.5.1.5 развившийся пожар (fully developed fire): Стадия полного участия всех горючих поверхностей в пожаре в пределах установленного пространства.

1.5.1.6 общий анализ конструктивной системы при пожаре (global structural analysis (for fire)): Анализ конструктивной системы в целом, полностью или частично подвергнутой воздействию пожара. Непрямые воздействия пожара учитываются для всей конструктивной системы.

1.5.1.7 непрямые воздействия пожара (indirect fire actions): Силы и моменты, вызванные температурным расширением.

1.5.1.8 целостность (integrity (E)): Способность ограждающей конструкции при одностороннем огневом воздействии предотвращать проникновение на необогреваемую поверхность пламени и продуктов горения.

1.5.1.9 теплоизолирующая способность (insulation (I)): Способность ограждающей конструкции при одностороннем огневом воздействии ограничивать рост температуры необогреваемой поверхности ниже установленных уровней.

1.5.1.10 несущая способность (функция) (load bearing function (R)): Способность конструктивной системы или отдельной конструкции выдерживать при пожаре установленные воздействия в соответствии с заданными критериями.

1.5.1.11 отдельная конструкция (элемент) (member): Исходная часть конструктивной системы, которую можно рассматривать отдельно с учетом граничных условий и схемы опирания (например, балка, колонна, а также сборные конструкции, такие как фермы и т. д.).

1.5.1.12 анализ отдельной конструкции при пожаре (member analysis (for fire)): Теплотехнический и статический расчеты рассматриваемой отдельно с соответствующими граничными условиями и схемой опирания конструкции в условиях воздействия пожара. Непрямые воздействия пожара не рассматриваются за исключением обусловленных температурными градиентами.

1.5.1.13 расчет при нормальной температуре (normal temperature design): Расчет конструкции при температуре окружающей среды согласно EN 1992–EN 1996 или EN 1999.

1.5.1.14 ограждающая способность (функция) (separating function): Способность ограждающей конструкции предотвращать распространение регламентируемого пожара или воспламенение от необогреваемой поверхности (включает целостность (E) и теплоизолирующую способность (I)).

1.5.1.15 ограждающая конструкция (separating element): Несущая или ненесущая конструкция, образующая часть ограждения пожарной секции (отсека).

1.5.1.16 стандартная огнестойкость (standard fire resistance): Способность конструктивной системы, ее части или обычно только отдельной конструкции в течение установленного времени в условиях теплового воздействия, определяемого стандартным температурным режимом, выполнять требуемые функции (несущую и/или ограждающую) при регламентированном сочетании нагрузок.

1.5.1.17 конструкции (structural members): Несущие элементы конструктивной системы, включая связи.

1.5.1.18 теплотехнический расчет (temperature analysis): Методы определения роста температуры в конструкциях с учетом тепловых воздействий (тепловой поток), теплотехнических свойств материалов конструкции и, в случае необходимости, защитных поверхностей.

1.5.1.19 тепловые воздействия (thermal actions): Воздействия на конструктивную систему, описываемые с помощью теплового потока к конструкциям.

1.5.2 Специальные термины, относящиеся к общим положениям проектирования

1.5.2.1 общая модель пожара (advanced fire model): Расчетная модель пожара, основанная на уравнениях баланса массы и энергии.

1.5.2.2 вычислительная газодинамическая модель (computational fluid dynamic model): Модель пожара, основанная на численном решении дифференциальных уравнений в частных производных, позволяющая определить изменения термодинамических и аэродинамических параметров во всех точках пожарной секции (отсека).

1.5.2.3 противопожарная стена (fire wall): Стена между двумя частями здания (двумя зданиями), обладающая необходимой огнестойкостью и конструктивной устойчивостью, с учетом действия возможных горизонтальных нагрузок, в том числе при одностороннем обрушении примыкающих строительных конструкций.

1.5.2.4 однозонная модель (one-zone model): Модель пожара, основанная на использовании усредненной температуры в помещении.

1.5.2.5 простая модель пожара (simple fire model): Расчетный пожар, основанный на ограниченной области применения специальных физических параметров.

1.5.2.6 двухзонная модель (two-zone model): Модель пожара, основанная на определении различных зон в помещении: верхний уровень, нижний уровень, пламя и его выброс, окружающая среда и стены. Для верхнего уровня принимается равномерное распределение температуры.

1.5.3 Термины, относящиеся к тепловым воздействиям

1.5.3.1 коэффициент полноты сгорания (combustion factor): Коэффициент, показывающий полноту сгорания и находящийся в пределах от 1 (полное сгорание) до 0 (отсутствие горения).

1.5.3.2 расчетный пожар (design fire): Установленное при проектировании развитие пожара.

1.5.3.3 расчетная удельная пожарная нагрузка (design fire load density): Удельная пожарная нагрузка, принимаемая для определения теплового воздействия расчетного пожара с учетом возможных неопределенностей.

1.5.3.4 расчетный сценарий пожара (design fire scenario): Определенный сценарий пожара, для которого производится расчет.

1.5.3.5 температурный режим наружного пожара (external fire curve): Номинальная температурно-временная зависимость, применяемая для внешних поверхностей наружных стен, которые могут подвергаться воздействию пожара с различных частей фасада, непосредственно из помещения с ожидаемым пожаром или помещения, расположенного ниже или смежно с рассматриваемой наружной стеной.

1.5.3.6 риск возникновения пожара (fire activation risk): Параметр, учитывающий вероятность возникновения пожара и являющийся функцией площади пожарной секции (отсека) и ее назначения.

1.5.3.7 удельная пожарная нагрузка (fire load density): Пожарная нагрузка, отнесенная к единице площади пола q_f или к единице площади поверхности всех ограждений q_f , включая проемы.

1.5.3.8 пожарная нагрузка (fire load): Сумма тепловых энергий, выделяемых при сгорании всех горючих веществ в определенном пространстве (конструктивные элементы и внутреннее оснащение зданий).

1.5.3.9 сценарий пожара (fire scenario): Качественное описание протекания пожара с указанием времени для ключевых событий, которые характеризуют данный пожар и отличают его от других возможных. Сценарий обычно описывается процессами возгорания и развития пожара, стадиями его полного развития и затухания во взаимосвязи с оснащением здания и системами, которые влияют на протекание пожара.

1.5.3.10 объемное воспламенение (flash-over): Одновременное воспламенение всей пожарной нагрузки в помещении.

1.5.3.11 температурный режим пожара углеводородов (hydrocarbon fire curve): Номинальная температурно-временная зависимость для представления воздействий пожаров углеводородных пожарных нагрузок.

1.5.3.12 локальный пожар (localised fire): Пожар, охвативший только ограниченную площадь пожарной нагрузки в помещении.

1.5.3.13 коэффициент проемности (opening factor): Коэффициент, отражающий условия вентилирования помещения в зависимости от площади проемов в его стенах, высоты этих проемов и общей площади ограждающих поверхностей.

1.5.3.14 мощность теплового потока (rate of heat release): Теплота (энергия), высвобождаемая при сгорании веществ и материалов, приведенная ко времени.

1.5.3.15 стандартный температурный режим (standard temperature-time curves): Номинальная температурно-временная зависимость, определенная в EN 13501-2, для представления модели развившегося пожара в помещении.

1.5.3.16 температурные режимы (temperature-time curves): Зависимость температуры среды, окружающей поверхности конструкции, от времени. Различают:

– номинальные: общепринятые зависимости, адаптированные для классификации и подтверждения огнестойкости (установлены: стандартный температурный режим, температурный режим наружного пожара и температурный режим пожара углеводородов);

– параметрические: зависимости, определенные на базе моделей пожара и специальных физических параметров, определяющих состояние среды в помещении при пожаре.

1.5.4 Термины, относящиеся к расчету теплопередачи

1.5.4.1 угловой коэффициент облученности (configuration factor): Коэффициент облученности для передачи тепла излучением от поверхности А к поверхности В, определяемый отношением энергии, полученной поверхностью В, к энергии, диффузно излученной поверхностью А.

1.5.4.2 коэффициент теплоотдачи конвекцией (convective heat transfer coefficient): Конвективный поток тепла к конструкции, отнесенный к разнице температур окружающей поверхность конструкции среды и данной поверхности.

1.5.4.3 степень черноты (emissivity): Характеристика поглощающей способности поверхности, равная отношению между теплотой, поглощенной приведенной поверхностью и поверхностью абсолютно черного тела.

1.5.4.4 результирующий тепловой поток (net heat flux): Энергия, поглощенная конструкцией, отнесенная к единице площади и единице времени.

1.6 Условные обозначения

(1)Р В настоящих строительных нормах применяют следующие условные обозначения.

Прописные буквы латинского алфавита

A – площадь пожарной секции (отсека);

$A_{ind,d}$ – расчетное значение непрямого воздействия пожара;

A_f – площадь пола пожарной секции;

A_{fi} – площадь пожара;

A_h – площадь горизонтальных проемов в покрытии пожарной секции (отсека);

$A_{h,v}$ – суммарная площадь проемов в ограждении, $A_{h,v} = A_h + A_v$;

A_j – площадь выделенной поверхности j , без учета проемов;

A_t – суммарная площадь ограждений (стены, покрытия и полы, включая проемы);

A_v – суммарная площадь вертикальных проемов во всех стенах, $A_v = \sum A_{v,i}$;

$A_{v,i}$ – площадь окна i ;

C_i – коэффициент защиты поверхности конструкции i ;

D – глубина пожарной секции (отсека), диаметр пожара;

E_d – расчетное значение результата воздействия из основного сочетания согласно EN 1990;

$E_{d,fi}$ – постоянное расчетное значение результата воздействия при пожаре;

$E_{d,fi,t}$ – расчетное значение результата воздействия при пожаре в момент времени t ;

E_g – внутренняя энергия газов;

H – расстояние между очагом пожара и потолком;

H_u – низшая теплота сгорания, определенная с учетом влажности;

H_{u0} – низшая теплота сгорания сухого материала;

H_{ui} – низшая теплота сгорания материала i ;

L_c – длина зоны горения;

L_f – длина пламени вдоль оси;

L_H – горизонтальная проекция пламени (относительно фасада);

L_h – горизонтальная длина пламени;

L_L – высота пламени (от верхней части окна);

L_x – осевое расстояние от окна до точки, для которой производится расчет;

$M_{k,i}$ – количество горючего материала i ;

O – коэффициент проемности пожарной секции; $O = A \sqrt{h_{eq}} / A_i$;

O_{lim} – приведенный коэффициент проемности для пожара, регулируемого пожарной нагрузкой;

P_{int} – внутреннее давление;

Q – мощность теплового потока пожара;

Q_c – конвективная доля мощности теплового потока Q ;

$Q_{fi,k}$ – нормативная пожарная нагрузка;

$Q_{fi,k,i}$ – нормативная пожарная нагрузка материала i ;

Q_D^* – безразмерная мощность теплового потока, зависящая от диаметра D локального пожара;

Q_H^* – безразмерная мощность теплового потока, зависящая от высоты H помещения;

$Q_{k,1}$ – нормативное значение доминирующего переменного воздействия;

Q_{max} – максимальная мощность теплового потока;

Q_{in} – мощность теплового потока, входящего через проемы с потоком газов;

Q_{out} – мощность теплового потока, исходящего через проемы с потоком газов;

Q_{rad} – мощность теплового потока, исходящего через проемы излучением;

Q_{wall} – мощность теплового потока, передаваемого посредством излучения и конвекции на поверхности помещения;

R – универсальная газовая постоянная, $R = 287 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \text{К}^{-1}$;

R_d – расчетное сопротивление конструкции при нормальной температуре;

$R_{d,fi,t}$ – расчетное сопротивление конструкции при пожаре в момент времени t ;

RHR_f – максимальная удельная мощность теплового потока;

T – температура, К;

T_{amb} – температура окружающей среды, К;

T_0 – начальная температура, $T_0 = 293 \text{ К}$;

T_f – температура в пожарной секции (отсеке), К;

T_g – температура газов, К;

T_w – температура пламени в окне, К;

T_z – температура пламени вдоль его оси, К;

W – ширина стены с одним или несколькими окнами (W_1);

W_1 – ширина стены 1, для которой полагается наибольшая площадь окон;

W_2 – ширина стены пожарной секции (отсека), перпендикулярной к стене W_1 ;

W_a – горизонтальная проекция навесов и балконов;

W_C – ширина зоны горения.

Строчные буквы латинского алфавита

- b – теплопоглощающая способность ограждения; $b = \sqrt{\rho c \lambda}$;
- b_i – теплопоглощающая способность слоя i ограждающей поверхности;
- b_j – теплопоглощающая способность ограждающей поверхности j ;
- c – удельная теплоемкость;
- d_{eq} – геометрический параметр наружной конструкции (диаметр или длина стороны);
- d_f – толщина пламени;
- d_i – размер поперечного сечения поверхности конструкции i ;
- g – ускорение свободного падения;
- h_{eq} – приведенная по площади высота окон на всех стенах; $h_{eq} = \Sigma(A_{v,i}h_i)/A_v$;
- h_i – высота окна i ;
- $\dot{h}$ – удельный тепловой поток;
- $\dot{h}_{net}$ – результирующий удельный тепловой поток;
- $\dot{h}_{net,c}$ – результирующий удельный тепловой поток конвекцией;
- $\dot{h}_{net,r}$ – результирующий удельный тепловой поток излучением;
- $\dot{h}_{tot}$ – общий удельный тепловой поток;
- $\dot{h}_i$ – удельный тепловой поток вследствие пожара i ;
- k – корректировочный коэффициент;
- k_b – коэффициент пересчета;
- k_c – корректировочный коэффициент;
- m – масса, коэффициент полноты сгорания;
- $\dot{m}$ – расход потока;
- $\dot{m}_{in}$ – расход потоков, входящих через проемы;
- $\dot{m}_{out}$ – расход потоков, выходящих через проемы;
- $\dot{m}_{fi}$ – массовая скорость выгорания пожарной нагрузки;
- q_f – удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола A_f ;
- $q_{f,d}$ – расчетная удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола A_f ;
- $q_{f,k}$ – нормативная удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола A_f ;
- q_t – удельная пожарная нагрузка, отнесенная к площади поверхности A_t ;
- $q_{t,d}$ – расчетная пожарная нагрузка, отнесенная к площади поверхности A_t ;
- $q_{t,k}$ – нормативная пожарная нагрузка, отнесенная к площади поверхности A_t ;
- r – горизонтальное расстояние между вертикальной осью пламени и точкой под потолком, для которой рассчитывается тепловой поток;
- s_i – толщина слоя i ;
- s_{lim} – предельная толщина;
- t – время;
- $t_{e,d}$ – эквивалентная продолжительность пожара;
- $t_{fi,d}$ – время, соответствующее расчетной огнестойкости;
- $t_{fi,requ}$ – время, соответствующее требуемой огнестойкости;
- t_{lim} – время достижения максимальной температуры для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой;
- t_{max} – время достижения максимальной температуры;
- $t\alpha$ – время, необходимое для достижения мощности теплового потока, 1 МВт;
- u – скорость ветра, влажность;
- w_i – ширина окна i ;
- w_t – суммарная ширина окон на всех стенах ($w_t = \Sigma w_i$), коэффициент вентилирования относительно A_t ;
- w_f – ширина пламени, коэффициент вентилирования;
- y – коэффициент;
- z – высота;

z_0 – виртуальная начальная координата z ;
 z' – вертикальная позиция виртуального очага пожара.

Прописные буквы греческого алфавита

Φ – угловой коэффициент облученности;
 Φ_f – общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от проемов;
 $\Phi_{f,i}$ – угловой коэффициент облученности поверхности элемента i для заданного проема;
 Φ_z – общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от пламени;
 $\Phi_{z,i}$ – угловой коэффициент облученности поверхности элемента i для заданного пламени;
 Γ – временной коэффициент, зависящий от коэффициента проемности O и теплопоглощающей способности b ;
 Γ_{lim} – временной коэффициент, зависящий от коэффициента проемности O_{lim} и теплопоглощающей способности b ;
 Θ – температура, °C; $\Theta = T - 273$;
 $\Theta_{cr,d}$ – расчетная критическая температура материала, °C;
 Θ_d – расчетная температура материала, °C;
 Θ_g – температура среды вблизи конструкции, °C;
 Θ_m – температура поверхности элемента, °C;
 Θ_{max} – максимальная температура, °C;
 Θ_r – эффективная температура излучения пожара, °C;
 Ω – расчетный параметр, $\Omega = (A_f \cdot q_{f,d}) / (A_v \cdot A_t)^{1/2}$;
 ψ_i – коэффициент защищенности пожарной нагрузки.

Строчные буквы греческого алфавита

α_c – коэффициент теплоотдачи конвекцией;
 α_h – отношение площади горизонтальных проемов к площади пола;
 α_v – отношение площади вертикальных проемов к площади пола;
 δ_{ni} – коэффициент, учитывающий наличие специальных решений (мер) для тушения пожара i ;
 δ_{q1} – коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от размеров помещения (пожарной секции);
 δ_{q2} – коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от назначения здания;
 ε_m – степень черноты поверхности элемента;
 ε_f – степень черноты пламени (пожара);
 η_{fi} – приведенный коэффициент;
 $\eta_{f,t}$ – коэффициент расчетного уровня нагрузки при пожаре;
 λ – коэффициент теплопроводности;
 ρ – плотность;
 ρ_g – внутренняя плотность газа;
 σ – постоянная Стефана – Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}^4$;
 τ_F – продолжительность свободного развития пожара (принимается от 1200 с);
 ψ_0 – общее значение переменного воздействия;
 ψ_1 – коэффициент для частых значений переменных воздействий;
 ψ_2 – коэффициент для почти постоянных значений переменных воздействий.

2 Методы расчета огнестойкости

2.1 Общие положения

(1) Расчет огнестойкости включает следующие этапы:

- выбор возможных расчетных сценариев пожара;
- определение соответствующих расчетных пожаров;
- расчет повышения температуры в конструкциях (теплотехнический расчет);
- расчет механических характеристик конструкций при пожаре (статический расчет).

Примечание – При определении механических характеристик конструкции следует учитывать прямые результаты механических воздействий, тепловые воздействия и связанные с ними изменения характеристик материалов, а также не прямые механические воздействия.

(2) Расчет огнестойкости включает использование воздействий для теплотехнического и статического расчета согласно EN 1991.

(3) Воздействия на конструкции при пожаре классифицируются как чрезвычайные согласно EN 1990 (6.4.3.3(4)).

2.2 Расчетные сценарии пожара

(1) Установление чрезвычайной расчетной ситуации, возможных сценариев пожара и связанных с ними расчетных пожаров производят на основе анализа пожарных рисков.

(2) Если для конструкции возникают особые пожарные риски вследствие других чрезвычайных воздействий, то эти риски учитывают при создании общей концепции безопасности.

(3) Зависящие от времени и нагрузки характеристики конструкции не должны учитываться в момент, предшествующий чрезвычайной ситуации, за исключением указанных в 2.2(2).

2.3 Расчетный пожар

(1) Расчетный пожар для каждого сценария расчетного пожара в пожарной секции (отсеке) должен быть оценен согласно разделу 3 настоящих строительных норм.

(2) Расчетный пожар одновременно должен охватывать только одну пожарную секцию (отсек), если сценарием расчетного пожара не установлено иное.

(3) Если для конструкций национальные нормы устанавливают требования по огнестойкости, в качестве расчетного принимается стандартный пожар, если не установлено иное.

2.4 Теплотехнический расчет

(1) При выполнении теплотехнического расчета отдельной конструкции должно быть указано положение расчетного пожара по отношению к ней.

(2) Для наружных конструкций необходимо учитывать воздействие пожара через проемы в фасадах и покрытиях (крышах).

(3) Для наружных ограждающих стен воздействие пожара изнутри (для соответствующей пожарной секции) и, в качестве альтернативы, снаружи (от другой пожарной секции) учитывают только в установленных случаях.

(4) В зависимости от выбранного в разделе 3 расчетного пожара используют следующие методы:

- при использовании номинального температурного режима теплотехнический расчет отдельной конструкции производят для установленного периода времени без учета фазы охлаждения;

– при моделировании пожара теплотехнический расчет отдельной конструкции производят для полной продолжительности пожара, включая фазу охлаждения.

Примечание 1 – Установленный промежуток времени устанавливается национальными ТНПА или обосновывается правилами приложения F с учетом раздела «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – Предельные периоды огнестойкости устанавливаются в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

2.5 Статический расчет

(1)Р Теплотехнический и статический расчеты следует производить для одинаковых промежутков времени.

(2) Огнестойкость подтверждается выполнением следующих условий:

– во временных параметрах

$$t_{fi,d} \geq t_{fi,requ}; \quad (2.1)$$

– в прочностных параметрах

$$R_{fi,d,t} \geq E_{fi,d,t}; \quad (2.2)$$

– в температурных параметрах

$$\Theta_d < \Theta_{cr,d}, \quad (2.3)$$

где $t_{fi,d}$ – расчетный предел огнестойкости;
 $t_{fi,requ}$ – требуемый предел огнестойкости;
 $R_{fi,d,t}$ – расчетное сопротивление элемента при пожаре в момент времени t ;
 $E_{fi,d,t}$ – расчетный результат воздействия при пожаре в момент времени t ;
 Θ_d – расчетная температура материала;
 $\Theta_{cr,d}$ – расчетная критическая температура материала.

3 Тепловые воздействия для теплотехнического расчета

3.1 Общие правила

(1)Р Тепловые воздействия задаются результирующим тепловым потоком на поверхность конструкции $\dot{h}_{net}$, Вт·м⁻².

(2) Результирующий тепловой поток на обогреваемую при пожаре конструкцию $\dot{h}_{net}$, Вт·м⁻², определяют с учетом теплопередачи конвекцией и излучением по формуле

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}, \quad (3.1)$$

где $\dot{h}_{net,c}$ – результирующий удельный тепловой поток конвекцией; определяют по формуле (3.2);

$\dot{h}_{net,r}$ – результирующий удельный тепловой поток излучением; определяют по формуле (3.3).

(3) Результирующий удельный тепловой поток конвекцией, $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, определяют по формуле

$$\dot{h}_{\text{net},c} = \alpha_c \cdot (\Theta_g - \Theta_m), \quad (3.2)$$

где α_c – коэффициент теплоотдачи конвекцией, $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$;

Θ_g – температура вблизи конструкции, $^{\circ}\text{C}$;

Θ_m – температура поверхности конструкции, $^{\circ}\text{C}$.

(4) Значения коэффициента теплоотдачи конвекцией, соответствующие номинальным температурным режимам, приведены в 3.2.

(5) На необогреваемой стороне ограждающей конструкции суммарный тепловой поток определяют по формуле (3.1), принимая $\alpha_c = 4 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$. Если принимается, что коэффициент теплоотдачи конвекцией включает теплоотдачу излучением, то $\alpha_c = 9 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

(6) Результирующий удельный тепловой поток излучением, $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, определяют по формуле

$$\dot{h}_{\text{net},r} = \Phi \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_f \cdot \sigma \cdot ((\Theta_r + 273)^4 - (\Theta_m + 273)^4), \quad (3.3)$$

где Φ – угловой коэффициент облученности;

ε_m – степень черноты поверхности конструкции;

ε_f – степень черноты пламени (пожара);

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$ – постоянная Стефана – Больцмана;

Θ_r – эффективная температура излучения пожара, $^{\circ}\text{C}$;

Θ_m – температура поверхности конструкции, $^{\circ}\text{C}$.

Примечание 1 – Степень черноты поверхности конструкции принимается $\varepsilon_m = 0,8$, если другое не указано в противопожарных частях EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

Примечание 2 – Как правило, степень черноты пламени (пожара) принимается $\varepsilon_f = 1$.

(7) Угловой коэффициент облученности принимается $\Phi = 1$, если иные значения не указаны в настоящих строительных нормах или противопожарных частях EN 1992–EN 1996 и EN 1999. Меньшее значение коэффициента облученности Φ может устанавливаться для учета эффектов положения и затенения.

Примечание – Для расчета углового коэффициента облученности Φ используется метод, приведенный в приложении G.

(8) Для полностью охваченной пламенем конструкции эффективная температура излучения пожара Θ_r может быть принята равной температуре среды вблизи нее Θ_g .

(9) Температура поверхности Θ_m является результатом теплотехнического расчета конструкции согласно положениям противопожарных частей EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

(10) Температуру среды вблизи конструкции Θ_g определяют с использованием номинальных температурных режимов согласно 3.2 или с помощью моделей пожара согласно 3.3.

Примечание – Использование номинальных температурных режимов согласно 3.2 или альтернативное использование моделей реальных пожаров согласно 3.3 регулируется в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

3.2 Номинальные температурные режимы

3.2.1 Стандартный температурный режим

(1) Стандартный температурный режим определяют по формуле

$$\Theta_g = 20 + 345 \lg(8t + 1), \quad (3.4)$$

где Θ_g – температура среды вблизи конструкций, °С;
 t – время, мин.

(2) Коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 25 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.2.2 Температурный режим наружного пожара

(1) Температурный режим наружного пожара определяют по формуле

$$\Theta_g = 660 \cdot (1 - 0,687 e^{-0,32t} - 0,313 e^{-3,8t}) + 20, \quad (3.5)$$

где Θ_g – температура среды вблизи конструкции, °С;
 t – время, мин.

(2) Коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 25 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.2.3 Температурный режим пожара углеводородов

(1) Температурный режим пожара углеводородов определяют по формуле

$$\Theta_g = 1080 (1 - 0,325 e^{-0,167t} - 0,675 e^{-2,5t}) + 20, \quad (3.6)$$

где Θ_g – температура среды вблизи конструкции, °С;
 t – время, мин.

(2) Коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 50 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.3 Моделирование пожаров

3.3.1 Упрощенные модели пожаров

3.3.1.1 Общие положения

(1) Упрощенные модели пожаров базируются на установленных физических параметрах с ограниченной областью применения.

Примечание – Методика определения расчетной удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведена в приложении Е.

(2) Распределение температуры в зависимости от времени для объемных пожаров принимается равномерным (среднеобъемным), для локальных пожаров – неравномерным.

(3) Для упрощенных моделей пожаров коэффициент теплоотдачи конвекцией принимается $\alpha_c = 35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

3.3.1.2 Объемные пожары

(1) Температуру среды (газов) следует рассчитывать на основании физических параметров, которые как минимум учитывают удельную пожарную нагрузку и условия вентиляции.

Примечание 1 – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может устанавливать метод расчета условий нагрева.

Примечание 2 – Для находящихся внутри здания конструкций метод расчета температуры среды (газа) приведен в приложении А.

(2) Для наружных конструкций результирующий удельный тепловой поток излучением определяют суммированием составляющих от пожарной секции и от пламени, выходящего из проемов.

Примечание – Для наружных конструкций, подверженных воздействию пожара через проемы, метод расчета условий нагрева приведен в приложении В.

3.3.1.3 Локальные пожары

(1) При невозможности объемного воспламенения в расчете должны быть приведены тепловые воздействия локального пожара.

Примечание – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может устанавливать метод расчета условий нагрева. Метод расчета теплового воздействия локального пожара приведен в приложении С.

3.3.2 Общие модели пожаров

(1) Общие модели пожаров должны учитывать:

- свойства среды (газов);
- массообмен;
- теплообмен (энергетический обмен).

Примечание 1 – Существующие модели, как правило, содержат методы итераций.

Примечание 2 – Метод расчета удельной пожарной нагрузки $q_{f,d}$ приведен в приложении Е.

Примечание 3 – Метод расчета мощности теплового потока Q приведен в приложении Е.

(2) Необходимо использовать одну из следующих моделей:

- однозонные модели, основанные на равномерном распределении температуры в помещении в зависимости от времени;
- двухзонные модели, основанные на использовании двух слоев: верхнего с равномерным распределением температуры и толщиной, зависящими от времени, а также нижнего с равномерной, зависящей от времени более низкой температурой;
- вычислительные газодинамические (полевые) модели, определяющие рост температуры в помещении в зависимости от продолжительности пожара и пространственного расположения.

Примечание – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может устанавливать метод расчета условий нагрева. Методы расчета тепловых воздействий при использовании однозонной, двухзонной или полевой модели приведены в приложении D.

(3) Допускается коэффициент теплоотдачи конвекцией принимать $\alpha_c = 35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$.

(4) Для точного расчета распределения температуры по длине конструкции при локальном пожаре может быть рассмотрено сочетание результатов, полученных с использованием двухзонной модели и подходов к оценке локального пожара.

Примечание – Температурное поле в конструкции может быть определено путем выбора для каждой точки наибольшего результата расчетов по двум альтернативным моделям пожара.

4 Механические воздействия для статического расчета

4.1 Общие положения

(1)Р Приложенные и ограничивающие расширения и деформации, обусловленные изменением температуры при пожаре, выраженные результатами воздействий (например, силами и моментами), должны учитываться, за исключением следующих случаев:

- воздействиями можно пренебречь, либо их эффект является благоприятным;
- воздействия учтены посредством выбора консервативных схемы опирания и граничных условий и/или полностью учитываются установленными противопожарными требованиями.

(2) Оценка не прямых воздействий должна учитывать:

- ограниченное температурное расширение самой конструкции (например, колонн многоэтажных каркасных конструктивных систем с жесткими стенами);
- отличающееся температурное расширение в статически неопределенных конструкциях (например, неразрезных плитах перекрытия);
- температурные градиенты в поперечных сечениях, вызывающие внутренние напряжения;
- температурное расширение примыкающих конструкций (например, смещение верхней части колонны вследствие расширения перекрытия или расширение присоединенных тросов);
- температурное расширение конструкции, воздействующее на другие конструкции за пределами пожарной секции (отсека).

(3) Расчетные значения не прямых воздействий пожара $A_{ind,d}$ определяются на основании соответствующего воздействия пожара и расчетных значений теплотехнических и механических характеристик материалов, приведенных в противопожарных частях EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

(4) Непрямые воздействия от примыкающих конструкций не учитывают, если противопожарные требования к конструкции установлены для стандартного температурного режима пожара.

4.2 Одновременность воздействий

4.2.1 Воздействия при нормальной температуре

(1)Р Воздействия учитывают как при нормальной температуре, если они действуют при пожаре.

(2) Расчетные значения вероятных воздействий, рассчитываемые для чрезвычайной расчетной ситуации пожара, должны вводиться согласно EN 1990.

(3) Уменьшение воздействующей нагрузки вследствие ее сгорания в расчете не учитывают.

(4) Необходимость учета таяния снега при оценке снеговой нагрузки необходимо устанавливать для каждого случая индивидуально.

(5) Воздействия от промышленных операций не учитывают.

4.2.2 Дополнительные воздействия

(1) Одновременность возникновения других независимых чрезвычайных воздействий не учитывают.

(2) В зависимости от чрезвычайной расчетной ситуации учитывают дополнительные воздействия, включая те, что могут возникнуть на протяжении пожара, например динамические воздействия вследствие разрушения конструктивных элементов или тяжелых механизмов.

Примечание – Выбор дополнительных воздействий может быть установлен в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3) Для пожарных стен устанавливают требования к устойчивости от действия горизонтальной ударной нагрузки согласно EN 1363-2.

4.3 Правила сочетания воздействий

4.3.1 Общее правило

(1) Р Сочетание механических воздействий для получения расчетного значения результата воздействия при пожаре $E_{fi,d,t}$ производят согласно EN 1990 для чрезвычайной расчетной ситуации.

(2) Расчетное значение доминирующего переменного воздействия Q_1 учитывают как частое $\psi_{2,1}Q_1$ или, в качестве альтернативы, как почти постоянное $\psi_{1,1}Q_1$.

Примечание – Использование $\psi_{2,1}Q_1$ или $\psi_{1,1}Q_1$ устанавливается в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуется использовать $\psi_{2,1}Q_1$.

4.3.2 Упрощенные правила

(1) Если не прямые воздействия пожара не учитывают, то результат воздействий определяют путем анализа конструкций для сочетания воздействий согласно 4.3.1 для времени $t = 0$. Данный результат воздействия $E_{fi,d}$ допускается принимать постоянным в течение всей продолжительности пожара.

Примечание – Данный пункт применяется, например, для результатов воздействий ограждений и опор при проведении расчета частей конструктивной системы в соответствии с противопожарными частями EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

(2) Результаты воздействий при пожаре допускается определять с использованием результатов, полученных при нормальных температурах:

$$E_{fi,d} = E_{fi,d} = \eta_{fi} \cdot E_d, \quad (4.1)$$

где E_d – соответствующий расчетный результат воздействия из основного сочетания согласно EN 1990;

$E_{fi,d}$ – соответствующее постоянное расчетное значение результата воздействия при пожаре;

η_{fi} – приведенный коэффициент, определяемый в противопожарных частях EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

4.3.3 Уровень нагрузки

(1) Для табличных данных уровень нагрузки определяют по формуле

$$E_{fi,d,t} = \eta_{fi,t} \cdot R_d, \quad (4.2)$$

где R_d – расчетное сопротивление элемента при нормальной температуре; определяют согласно EN 1992–EN 1996 и EN 1999;

$\eta_{fi,t}$ – коэффициент расчетного уровня нагрузки при пожаре.

Приложение А

Параметрические температурные режимы

(1) Следующие температурные режимы применимы для пожарных секций (отсеков) без проемов в покрытии с площадью пола до 500 м² и максимальной высотой до 4 м. Принимается полное выгорание пожарной нагрузки в рассматриваемом пространстве.

(2) Если удельная пожарная нагрузка установлена без учета характеристик выгорания (см. приложение Е), то метод должен быть ограничен пожарными секциями с преобладающей целлюлозной пожарной нагрузкой.

(3) Температурный режим на стадии нагрева определяют по формуле

$$\Theta_g = 20 + 1325 \cdot (1 - 0,324e^{-0,2t^*} - 0,204e^{-1,7t^*} - 0,472e^{-19t^*}), \quad (A.1)$$

где Θ_g – температура в пожарной секции, °С.

$$t^* = t \cdot \Gamma, \text{ ч}, \quad (A.2a)$$

здесь t – время, ч;

$$\Gamma = \frac{(O / b)^2}{(0,04 / 1160)^2},$$

где $b = \sqrt{\rho c \lambda}$ – теплопоглощающая способность всего ограждения ($100 < b < 2200$), Дж·м⁻²·с^{-1/2}·К⁻¹;

здесь ρ – плотность ограждения, кг·м⁻³;

c – удельная теплоемкость ограждения, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

λ – коэффициент теплопроводности ограждения, Вт·м⁻¹·К⁻¹;

O – коэффициент проемности $0,02 < O < 0,2$, м^{1/2},

$$O = \frac{A_v \sqrt{h_{eq}}}{A_t},$$

здесь A_v – суммарная площадь вертикальных проемов во всех стенах, м²;

h_{eq} – приведенная по площади высота окон на всех стенах, м;

A_t – суммарная площадь ограждений (стены, покрытия и полы, включая проемы), м².

Примечание – При $\Gamma = 1$ формула (А.1) преобразуется в стандартный температурный режим пожара.

(4) Для расчета коэффициента b плотность ρ , удельная теплоемкость c и коэффициент теплопроводности λ ограждения допускается принимать при начальной температуре.

(5) Учет многослойной структуры материала поверхности ограждения $b = \sqrt{\rho c \lambda}$ производят следующим образом:

– если $b_1 < b_2$, то $b = b_1$; (A.3)

– если $b_1 > b_2$, то предельную толщину s_{lim} , м, для обогреваемого материала рассчитывают по формуле

$$s_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{3600 t_{\text{max}} \lambda_1}{c_1 \rho_1}}, \quad (\text{A.4})$$

где t_{max} – определяют по формуле (A.7);

– если $s_1 > s_{\text{lim}}$, то $b = b_1$; (A.4a)

– если $s_1 < s_{\text{lim}}$, то $b = \frac{s_1}{s_{\text{lim}}} b_1 + \left(1 - \frac{s_1}{s_{\text{lim}}}\right) b_2$, (A.4b)

здесь s_i – толщина слоя i ;

$$b_i = \sqrt{\rho_i c_i \lambda_i},$$

ρ_i – плотность материала слоя i ;

c_i – удельная теплоемкость материала слоя i ;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала слоя i ;

индекс 1 – слой, непосредственно подверженный воздействию пожара; индекс 2 – следующий слой и т. д.

(6) Для учета различия коэффициентов $b = \sqrt{\rho c \lambda}$ для стен, потолков и полов применяют формулу

$$b = \frac{\sum (b_j \cdot A_j)}{A_t \cdot A_v}, \quad (\text{A.5})$$

где A_j – площадь поверхности ограждения j без учета проемов;

b_j – теплопоглощающая способность поверхности покрова j согласно формулам (A.3) и (A.4).

(7) Максимальная температура Θ_{max} на стадии нагрева достигается при $t^* = t^*_{\text{max}}$:

$$t^*_{\text{max}} = t_{\text{max}} \cdot \Gamma; \quad (\text{A.6})$$

$$t_{\text{max}} = \max \{(0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d}/O); t_{\text{lim}}\}, \quad (\text{A.7})$$

где $q_{t,d}$ – расчетная удельная пожарная нагрузка, приведенная к суммарной площади A_t поверхности ограждений, МДж·м⁻²; определяют по формуле

$$q_{t,d} = q_{f,d} \cdot A_f / A_t.$$

Должны соблюдаться следующие пределы: $50 < q_{t,d} < 1000$, МДж·м⁻²,
где $q_{t,d}$ – расчетная удельная пожарная нагрузка, приведенная к суммарной площади пола A_f , МДж·м⁻² (приложение Е);

t_{lim} – время достижения максимальной температуры для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой, ч, принимается по (10).

Примечание – Время t_{max} , соответствующее максимальной температуре пожара в помещении, принимается для пожаров, регулируемых пожарной нагрузкой, равным t_{lim} . Пожар регулируется вентиляцией, если $t_{max} = 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d} / O$.

(8) Если $t_{max} = t_{lim}$, то t^* , ч, в формуле (А.1) заменяется на:

$$t^* = t \cdot \Gamma_{lim}; \quad (A.2b)$$

$$\Gamma_{lim} = \frac{(O_{lim} / b)^2}{(0,04 / 1160)^2}, \quad (A.8)$$

$$\text{где } O_{lim} = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d} / t_{lim}. \quad (A.9)$$

(9) Если $O > 0,04$, $q_{t,d} < 75$ и $b < 1160$, то Γ_{lim} в формуле (А.8) необходимо умножать на k :

$$k = 1 + \left(\frac{O - 0,04}{0,04} \right) \cdot \left(\frac{q_{t,d} - 75}{75} \right) \cdot \left(\frac{1160 - b}{1160} \right). \quad (A.10)$$

(10) Время достижения максимальной температуры пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, принимается:

- $t_{lim} = 25$ мин – для медленного развития пожара;
- $t_{lim} = 20$ мин – для среднего развития пожара;
- $t_{lim} = 15$ мин – для быстрого развития пожара.

Примечание – Рекомендации по выбору скорости развития пожара приведены в таблице Е.5 (приложение Е).

(11) Температурный режим на стадии охлаждения определяют по формулам:

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 625 \cdot (t^* - t^*_{max}x), \quad \text{если } t^*_{max} < 0,5; \quad (A.11a)$$

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 250 \cdot (3 - t^*_{max}) \cdot (t^* - t^*_{max}x), \quad \text{если } 0,5 < t^*_{max} < 2; \quad (A.11b)$$

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 250 \cdot (t^* - t^*_{max}x), \quad \text{если } t^*_{max} > 2, \quad (A.11c)$$

где t^* – определяют по формуле (А.2а);

$$t^*_{max} = (0,2 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d} / O) \cdot \Gamma; \quad (A.12)$$

$x = 1$, если $t_{max} > t_{lim}$, или

$x = t_{lim} \cdot \Gamma / t^*_{max}$, если $t_{max} = t_{lim}$.

Приложение В

Тепловые воздействия на наружные конструкции – упрощенный метод расчета

В.1 Область применения

- (1) Данный метод позволяет определить:
- максимальную температуру в пожарной секции (отсеке);
 - размеры и температуру пламени из проемов;
 - параметры излучения и конвекции.
- (2) Метод рассматривает установившиеся условия для различных параметров и применим только для пожарной нагрузки $q_{f,d} > 200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$.

В.2 Условия применения

(1) Если в рассматриваемой пожарной секции более одного окна, то используются приведенная по площади высота окон h_{eq} , суммарная площадь вертикальных проемов A_v и суммарная ширина окон на всех стенах ($w_t = \sum w_i$).

(2) Если только одна стена имеет окна, то отношение D/W определяют по формуле

$$D/W = \frac{W_2}{W_1}. \quad (\text{B.1})$$

(3) Если несколько стен имеют окна, то отношение D/W определяют по формуле

$$D/W = \frac{W_2}{W_1} \cdot \frac{A_{v1}}{A_v}, \quad (\text{B.2})$$

где W_1 – ширина стены 1 с максимальной площадью окон;

A_{v1} – сумма площадей окон стены 1;

W_2 – ширина стены, перпендикулярной стене 1, в пожарной секции.

(4) Если зона горения расположена непосредственно в пожарной секции, то отношение D/W при соблюдении пределов, указанных в (7), определяют по формуле

$$D/W = \frac{(W_2 \cdot L_c)}{(W_1 \cdot W_c)} \cdot \frac{A_{v1}}{A_v}, \quad (\text{B.3})$$

где L_c , W_c – длина и ширина очага соответственно;

W_1 , W_2 – длина и ширина пожарной секции соответственно.

(5) Все части наружной стены, не соответствующие требуемой огнестойкости (REI), рассматриваются как окна.

(6) Суммарную площадь окон в наружной стене принимают равной:

– общей площади согласно (5), если она менее 50 % площади соответствующей наружной стены помещения;

– сначала общей площади окон, затем 50 % площади соответствующей наружной стены, если площадь окон согласно (5) превышает 50 % площади соответствующей наружной стены. Обе указанные ситуации учитывают в расчете. Если расчет производят для 50 % площади наружной стены, то положение и геометрию проемов выбирают для наиболее неблагоприятного случая.

(7) Размеры пожарной секции (отсека) не должны превышать 70 м по длине, 18 м – по ширине и 5 м – по высоте.

(8) Температуру пламени принимают усредненной по его ширине и толщине.

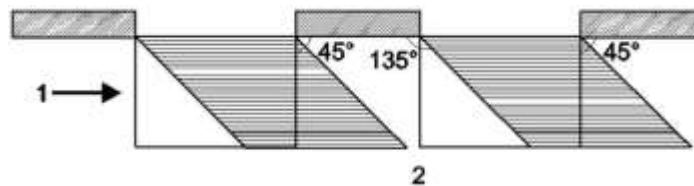
В.3 Воздействия ветра

В.3.1 Режим вентиляции

1(Р) Если на противоположных сторонах пожарной секции (отсека) имеются окна или воздух дополнительно поступает к пожару от других источников (иных, чем окна), то расчет выполняют с учетом принудительной вентиляции.

В.3.2 Отклонение пламени ветром

- (1) Расчет производят для двух случаев выхода пламени из проемов (рисунок В.1):
- перпендикулярно к фасаду;
 - с отклонением 45° к фасаду вследствие воздействия ветра.



1 – ветер; 2 – горизонтальная проекция

Рисунок В.1 – Отклонение пламени ветром

В.4 Характеристики пожара и пламени

В.4.1 Естественная вентиляция

- (1) Мощность теплового потока пожара определяют по формуле

$$Q = \min \left\{ \frac{A_f \cdot q_{f,d}}{\tau_F}; 3,15 \cdot \left(1 - e^{\frac{-0,036}{O}} \right) \cdot A_v \cdot \left(\frac{h_{eq}}{D / W} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}, \text{ МВт.} \quad (\text{В.4})$$

- (2) Температуру в пожарной секции определяют по формуле

$$T_f = 6000 \sqrt{O} \cdot \left(1 e^{\frac{0,1}{O}} \right) \cdot \left(1 e^{0,00286 \Omega} \right) + T_0. \quad (\text{В.5})$$

- (3) Высоту пламени (рисунок В.2) определяют по формуле

$$L_L = \max \left\{ 0; h_{eq} \cdot \left(2,37 \cdot \left(\frac{Q}{A_v \rho_g \sqrt{h_{eq} g}} \right)^{\frac{2}{3}} \right) - 1 \right\}. \quad (\text{В.6})$$

Примечание – Принимая $\rho_g = 0,45 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ и $g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$, формула (В.6) может быть упрощена:

$$L_L = 1,9 \cdot \left(\frac{Q}{w_t} \right)^{\frac{2}{3}} - h_{eq}. \quad (\text{В.7})$$

- (4) Ширину пламени принимают равной ширине окна (см. рисунок В.2).
 (5) Глубину пламени принимают равной $2/3$ высоты окна: $2/3 h_{eq}$ (см. рисунок В.2).
 (6) Горизонтальную проекцию пламени принимают:
 – если есть стена над окном:

$$L_H = \frac{h_{eq}}{3}, \text{ если } h_{eq} \leq 1,25 w_t; \quad (\text{В.8})$$

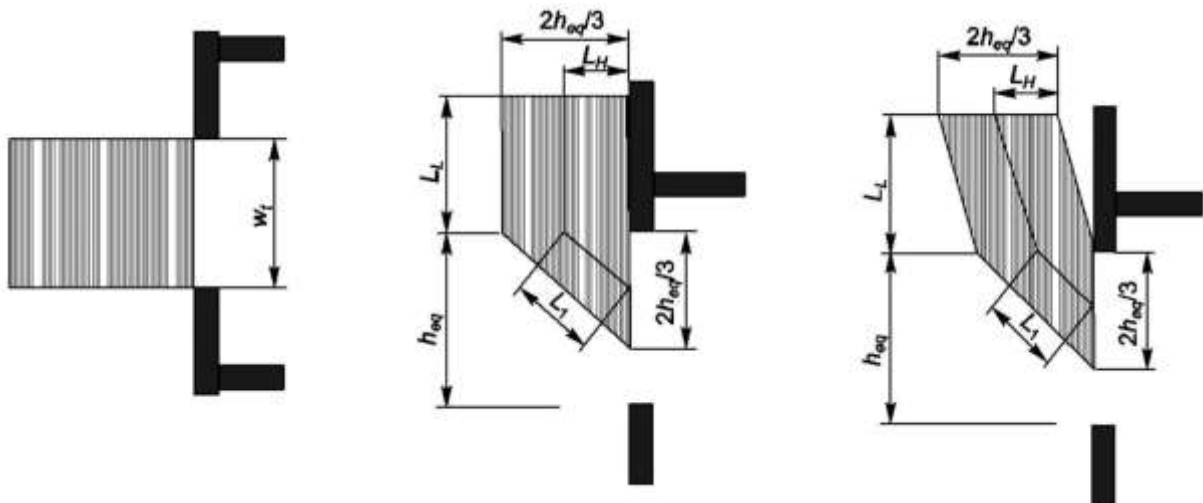
$$L_H = 0,3 h_{eq} \cdot \left(\frac{h_{eq}}{w_t} \right)^{0,54}, \text{ если } h_{eq} > 1,25 w_t \text{ и расстояние} \quad (\text{В.9})$$

до других окон $> 4 w_t$;

$$L_H = 0,454 h_{eq} \cdot \left(\frac{h_{eq}}{2 w_t} \right)^{0,54} \text{ – в других случаях;} \quad (\text{В.10})$$

– если нет стены над окном:

$$L_H = 0,6 h_{eq} \cdot (L_L / h_{eq})^{1/3}. \quad (\text{В.11})$$



Горизонтальное поперечное сечение	Вертикальное поперечное сечение	Вертикальное поперечное сечение
$L_H = \frac{h_{eq}}{3} \Rightarrow$	$L_1 = \sqrt{L_H^2 + \frac{h_{eq}^2}{9}} \cong \frac{h_{eq}}{2}$	$L_1 \cong \frac{h_{eq}}{2}$
	$L_f = L_L + L_1$	$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3} \right)^2} + L_1$
$h_{eq} \leq 1,25 w_t$ и стена выше		Нет стены выше или $h_{eq} > 1,25 w_t$
*Исправлена ошибка.		

Рисунок В.2 – Размеры пламени (естественная вентиляция)

(7) Длину пламени вдоль оси определяют по формулам:

– если $L_L > 0$:

$$L_f = L_L + \frac{h_{eq}}{2}, \quad \text{если есть стена над окном} \\ \text{и } h_{eq} \leq 1,25w_t; \quad (B.12)$$

$$L_f = \sqrt{L_L^2 + \left(L_H - \frac{h_{eq}}{3}\right)^2} + \frac{h_{eq}}{2}, \quad \text{если нет стены над окном} \\ \text{или } h_{eq} > 1,25w_t; \quad (B.13)$$

– если $L_L = 0$, то $L_1 = 0$.

(8) Температуру пламени в окне, определяют по формуле

$$T_w = 520 / (1 - 0,4725 \cdot (L_f w_t / Q)) + T_0, K. \quad (B.14)$$

Формула (B.14) справедлива при выполнении условия $L_f w_t / Q < 1$.

(9) Степень черноты пламени в окне допускается принимать $\varepsilon_f = 1$.

(10) Температуру пламени вдоль оси определяют по формуле

$$T_z = (T_w - T_0) (1 - 0,4725 \cdot (L_x w_t / Q)) + T_0, K, \quad (B.15)$$

где L_x – осевое расстояние от окна до точки, для которой производится расчет.

Формула (B.15) справедлива при выполнении условия $L_x w_t / Q < 1$.

(11) Степень черноты пламени (пожара) допускается определять по формуле

$$\varepsilon_f = 1 - e^{-0,3d_f}, \quad (B.16)$$

где d_f – толщина пламени, м.

(12) Коэффициент теплоотдачи конвекцией определяют по формуле

$$\alpha_c = 4,67 \cdot (1 / d_{eq})^{0,4} \cdot (Q / A_v)^{0,6}. \quad (B.17)$$

(13) Если на верхнем краю окна по всей его ширине (рисунок В.3) расположен выступ (балкон, козырек и т. д.) с горизонтальной проекцией W_a , а также, если над окном есть стена и $h_{eq} \leq 1,25$, высота и горизонтальная проекция пламени должны пересчитываться следующим образом:

– высота пламени L_L , определенная в соответствии с (3), уменьшается на $W_a \cdot (1 + \sqrt{2})$;

– горизонтальная проекция пламени L_H , определенная в соответствии с (6), увеличивается на W_a .

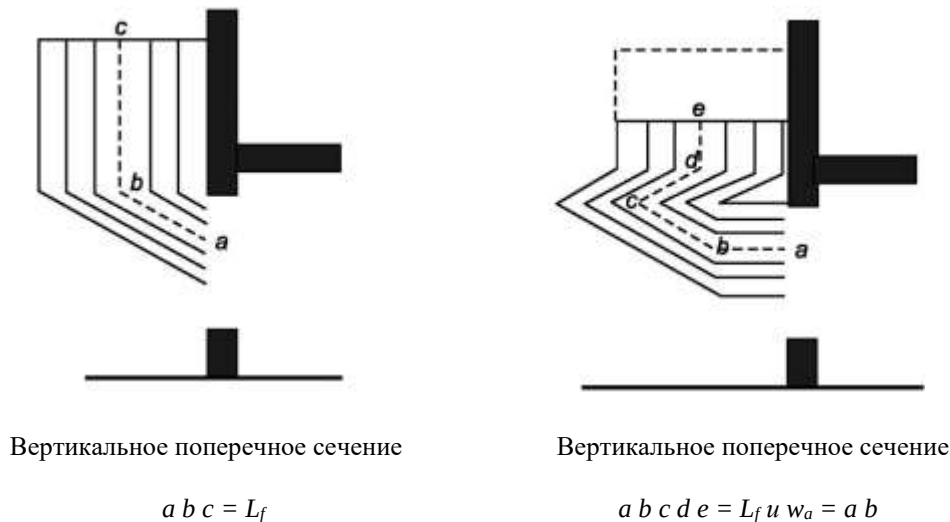


Рисунок В.3 – Отклонение пламени

(14) Если на верхнем краю окна по всей его ширине (см. рисунок В.3) расположен выступ (балкон, козырек и т. д.) с горизонтальной проекцией W_a , а также если над окном нет стены или $h_{eq} > 1,25w_t$, высота и горизонтальная проекция пламени должны пересчитываться следующим образом:

- высота пламени L_L , определенная в соответствии с (3), уменьшается на W_a ;
- горизонтальная проекция пламени L_H , определенная в соответствии с (6), увеличивается на W_a .

В.4.2 Принудительная вентиляция

(1) Мощность теплового потока пожара, МВт, определяют по формуле

$$Q = \frac{A_f \cdot q_{f,d}}{\tau_F}. \quad (\text{В.18})$$

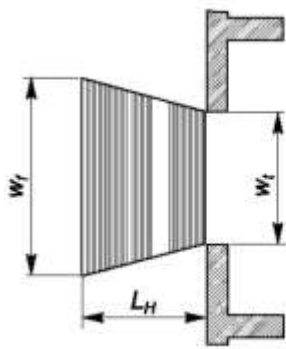
(2) Температуру в пожарной секции (отсеке) определяют по формуле

$$T_f = 1200 \cdot (1 - e^{-0,00228\Omega}) + T_0. \quad (\text{В.19})$$

(3) Высоту пламени (рисунок В.4) определяют по формуле

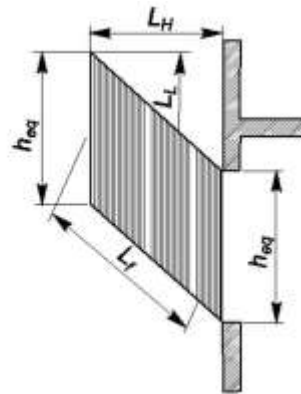
$$L_L = \left(1,366 \cdot \left(\frac{1}{u} \right)^{0,43} \cdot \frac{Q}{\sqrt{A_v}} \right) - h_{eq}. \quad (\text{В.20})$$

Примечание – Принимая $u = 6$ м/с, формула (В.20) может быть упрощена: $L_L \approx 0,628Q / A_v^{1/2} - h_{eq}$.



Горизонтальное поперечное сечение

$$w_f = w_t + 0,4L_H$$



Вертикальное поперечное сечение

$$L_f = \sqrt{L_L^2 + L_H^2}$$

Рисунок В.4 – Размеры пламени (сквозная или принудительная вентиляция)

(4) Горизонтальную проекцию пламени определяют по формуле

$$L_H = 0,605 \cdot (u^2 / h_{eq})^{0,22} \cdot (L_L + h_{eq}). \quad (B.21)$$

Примечание – Принимая $u = 6$ м/с, формула (B.21) может быть упрощена: $L_H = 1,33 \cdot (L_L + h_{eq}) / h_{eq}^{0,22}$.

(5) Ширину пламени определяют по формуле

$$w_f = w_t + 0,4L_H. \quad (B.22)$$

11 – выступ (балкон, козырек и т. д.)

Рисунок В.5 – Отклонение пламени

В.5 Угловой коэффициент облученности

(1) Общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от проемов определяют по формуле

$$\Phi_f = \frac{(C_1 \Phi_{f,1} + C_2 \Phi_{f,2}) \cdot d_1 + (C_3 \Phi_{f,3} + C_4 \Phi_{f,4}) \cdot d_2}{(C_1 + C_2) \cdot d_1 + (C_3 + C_4) \cdot d_2}, \quad (B.28)$$

где Φ_f – угловой коэффициент облученности поверхности конструкции i к проему (см. приложение Г);

d_i – размер поперечного сечения поверхности конструкции i ;

C_i – коэффициент защиты (экранирования) поверхности конструкции i ; $C_i = 0$ – для защищенной поверхности элемента; $C_i = 1$ – для незащищенной поверхности элемента.

(2) Угловой коэффициент облученности $\Phi_{f,i}$ невидимой из проема поверхности конструкции принимается равным нулю.

(3) Общий угловой коэффициент облученности конструкции для теплопередачи излучением от пламени Φ_z определяют по формуле

$$\Phi_z = \frac{(C_1\Phi_{z,1} + C_2\Phi_{z,2}) \cdot d_1 + (C_3\Phi_{z,3} + C_4\Phi_{z,4}) \cdot d_2}{(C_1 + C_2) \cdot d_1 + (C_3 + C_4) \cdot d_2}, \quad (\text{В.29})$$

где $\Phi_{z,i}$ – угловой коэффициент облученности конструкции i для теплопередачи излучением от пламени (см. приложение Г).

(4) Угловой коэффициент облученности $\Phi_{z,i}$ отдельных сторон конструкции для теплопередачи излучением от пламени может основываться на эквивалентных прямоугольных размерах пламени. Размеры и положение эквивалентных прямоугольников, отображающих фронтальный и боковые виды пламени, определяют по приложению Г. Для других целей размеры пламени определяют по В.4.

Приложение С

Локальные пожары

(1) Тепловые воздействия локальных пожаров допускается оценивать с использованием данного приложения. При этом следует учитывать отношение высоты пламени к высоте помещения.

(2) Тепловой поток от локального пожара к конструкциям определяют по формуле (3.1), угловой коэффициент облученности – по приложению Г.

(3) Длину пламени L_f , м, локального пожара (рисунок С.1) определяют по формуле

$$L_f = -1,02D + 0,0148Q^{2/5}. \quad (\text{С.1})$$

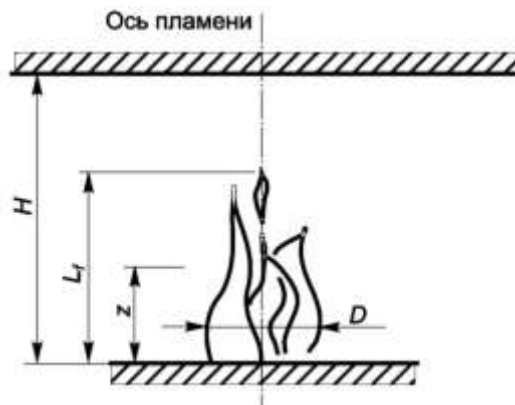


Рисунок С.1 – Локальный пожар ($L_f < H$)

(4) Если пламя не достигает потолка ($L_f < H$; см. рисунок С.1) или пожар происходит на открытом пространстве, температуру $\Theta_{(z)}$, °С, вдоль вертикальной оси пламени определяют по формуле

$$\Theta_{(z)} = 20 + 0,25Q_c^{2/3} \cdot (z - z_0)^{-5/3} \leq 900, \quad (\text{С.2})$$

где D – диаметр пламени, м (см. рисунок С.1);

Q – мощность теплового потока пожара, Вт, согласно Е.4;

Q_c – конвективная доля мощности теплового потока, Вт, по умолчанию $Q_c = 0,8Q$;

z – высота вдоль оси пламени, м (см. рисунок С.1);

H – расстояние между очагом пожара и потолком, м (см. рисунок С.1).

(5) Виртуальную начальную координату z_0 , м, определяют по формуле

$$z_0 = -1,02D + 0,00524Q^{2/5}. \quad (C.3)$$

(6) Если пламя достигает потолка ($L_f \geq H$; рисунок С.2), удельный тепловой поток $\dot{h}$, Вт·м⁻², на обогреваемую поверхность на уровне потолка составляет:

$$\begin{aligned} \dot{h} &= 100\,000, \quad \text{если } y \leq 0,3; \\ \dot{h} &= 136\,300 - 121\,000y, \quad \text{если } 0,3 < y < 1; \\ \dot{h} &= 15\,000y^{-3,7}, \quad \text{если } y \geq 1, \end{aligned} \quad (C.4)$$

где y – безразмерный коэффициент; определяют по формуле

$$y = \frac{r + H + z'}{L_h + H + z'},$$

здесь r – горизонтальное расстояние, между вертикальной осью пламени и местом на потолке, для которого рассчитывается тепловой поток, м (см. рисунок С.2);

H – высота помещения, м (см. рисунок С.2).

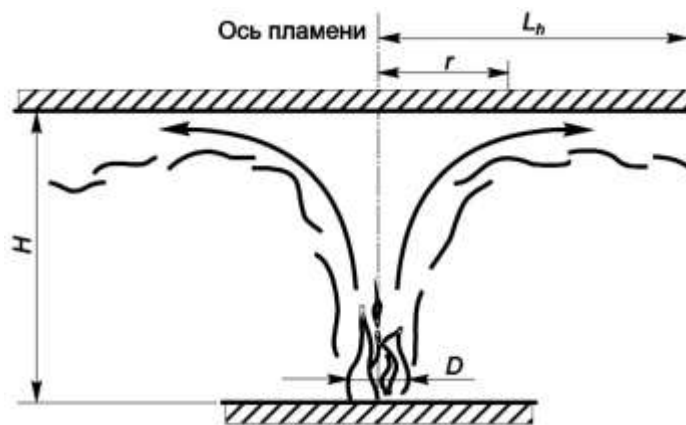


Рисунок С.2 – Локальный пожар

(7) Горизонтальную длину пламени L_h , м, (см. рисунок С.2) определяют по формуле

$$L_h = (2,9H \cdot (Q_H^*)^{0,33}) - H. \quad (C.5)$$

(8) Безразмерную мощность теплового потока Q_H^* определяют по формуле

$$Q_H^* = Q / (1,11 \cdot 10^6 \cdot H^{2,5}). \quad (C.6)$$

(9) Вертикальное положение виртуального очага пожара z' , м, определяют по формуле

$$z' = 2,4D \cdot (Q_D^{*2/5} - Q_D^{*2/3}), \quad \text{если } Q_D^* < 1; \quad (C.7)$$

$$z' = 2,4D \cdot (1 - Q_D^{*2/5}), \quad \text{если } Q_D^* \geq 1;$$

$$Q_D^* = Q / (1,11 \cdot 10^6 \cdot D^{2,5}). \quad (C.8)$$

(10) Результирующий тепловой поток $\dot{h}_{net}$ на обогреваемую поверхность на уровне потолка определяют по формуле

$$\dot{h}_{net} = \dot{h} - \alpha_c \cdot (\Theta_m - 20) - \Phi \varepsilon_m \varepsilon_f \sigma \cdot [(\Theta_m + 273)^4 - (293)^4], \quad (\text{C.9})$$

где используемые коэффициенты определяют по формулам (3.2), (3.3) и (C.4).

(11) Правила, указанные в (3)–(10), справедливы при выполнении следующих условий:

- диаметр пожара $D \leq 10$ м;
- мощность теплового потока пожара $Q \leq 50$ МВт.

(12) При наличии нескольких распределенных локальных пожаров формулу (C.4) допускается использовать для получения различных отдельных удельных тепловых потоков ($\dot{h}_1, \dot{h}_2 \dots$) на обогреваемую поверхность на уровне потолка. Общий удельный тепловой поток, Вт $\cdot$ м⁻², определяют по формуле

$$\dot{h}_{tot} = \dot{h}_1 + \dot{h}_2 \dots \leq 100\,000. \quad (\text{C.10})$$

Приложение D

Общие модели пожаров

D.1 Однозонные модели

(1) Однозонная модель используется для объемных пожаров. В помещении принимается равномерное распределение температуры, плотности, внутренней энергии и давления среды (газов).

(2) При расчете температуры учитывают:

- анализ уравнений баланса массы и энергии;
- массовый обмен через проемы и массовую скорость выгорания;
- энергетический обмен между пожаром, внутренней средой (газами), стенами и проемами.

(3) Закон идеального газа применяют в следующем виде:

$$P_{int} = \rho_g R T_g, \text{ Па.} \quad (\text{D.1})$$

(4) Уравнение баланса массы выражается зависимостью

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_{in} - \dot{m}_{out} + \dot{m}_{fi}, \quad (\text{D.2})$$

где dm/dt – изменение массы газов в помещении при пожаре, кг $\cdot$ с⁻¹;

$\dot{m}_{out}$ – расход потоков, выходящих через проемы;

$\dot{m}_{in}$ – расход потоков, входящих через проемы;

$\dot{m}_{fi}$ – массовая скорость выгорания пожарной нагрузки.

(5) Изменением массы газов и массовой скоростью выгорания пожарной нагрузки можно пренебречь. Тогда формула (D.2) примет вид:

$$\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out}. \quad (\text{D.3})$$

Данный массовый поток может быть рассчитан, основываясь на постоянном давлении вследствие разницы плотности, обусловленной разницей температур в помещении пожара и окружающей среды соответственно.

(6) Энергетический баланс при пожаре в помещении выражается зависимостью

$$\frac{dE_g}{dt} = Q - Q_{\text{out}} + Q_{\text{in}} - Q_{\text{wall}} - Q_{\text{rad}}, \text{ Вт}, \quad (\text{D.4})$$

где E_g – внутренняя энергия газов, Дж;

Q – мощность теплового потока пожара, Вт;

$$Q_{\text{out}} = \dot{m}_{\text{out}} c T_f;$$

$$Q_{\text{in}} = \dot{m}_{\text{in}} c T_f;$$

$Q_{\text{wall}} = (A_t - A_{h,v}) \cdot \dot{h}_{\text{net}}$ – мощность теплового потока, передаваемого посредством излучения и конвекции на поверхности помещения;

$$Q_{\text{rad}} = A_{h,v} \sigma T_f^4$$
 – мощность теплового потока, исходящего через проемы излучением;

c – удельная теплоемкость, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

$\dot{h}_{\text{net}}$ – результирующий удельный тепловой поток; определяют по формуле (3.1);

$\dot{m}$ – расход потока, кг · с⁻¹;

T – температура, К.

D.2 Двухзонные модели

(1) Основным предположением двухзонной модели является наличие под потолком слоя, который аккумулирует продукты сгорания и обладает горизонтальной граничной поверхностью. Определены следующие зоны: верхний слой, нижний слой, пожар и его пламя, окружающая среда и стены.

(2) Для верхнего слоя принимают усредненные характеристики среды (газов).

(3) Между указанными зонами рассчитывается обмен массы, энергии и химических веществ.

(4) Для пожарной секции (отсека) с равномерно распределенной пожарной нагрузкой двухзонная модель преобразуется в однозонную в одном из следующих случаев:

- температура газов в верхнем слое выше 500 °С;
- толщина верхнего слоя достигает 80 % высоты помещения.

D.3 Вычислительные газодинамические модели (полевые модели)

(1) Полевые модели используют для численного решения дифференциальных уравнений в частных производных, позволяющих определить изменение термодинамических и аэродинамических переменных во всех точках помещения.

Примечание – Полевые модели используются для расчета на основании фундаментальных уравнений газодинамики систем, включающих газодинамические потоки, теплообмен и связанные с этим явления. Эти уравнения являются математическим формулированием законов сохранения:

- сохранения массы;
- изменение импульса частицы жидкости (газа) равно сумме приложенных сил (второй закон Ньютона);
- изменение энергии частицы жидкости (газа) равно сумме изменения теплоты и выполненной работы (первый закон термодинамики).

Приложение Е

Удельная пожарная нагрузка

Е.1 Общие положения

(1) В расчетах следует использовать расчетную удельную пожарную нагрузку, определяемую путем измерений или в установленных случаях на основании национальных требований по огнестойкости.

(2) Расчетную удельную пожарную нагрузку определяют одним из следующих способов:

- по национальной классификации помещений по пожарной нагрузке;
- индивидуально для отдельного проекта путем проведения исследования пожарных нагрузок.

(3) Расчетную удельную пожарную нагрузку $q_{f,d}$, МДж · м⁻², определяется по формуле

$$q_{f,d} = q_{f,k} m \delta_{q1} \delta_{q2} \delta_n, \quad (\text{Е.1})$$

где m – коэффициент полноты сгорания (см. Е.3);

δ_{q1} – коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от размеров помещения (пожарной секции) (таблица Е.1);

δ_{q2} – коэффициент учета риска возникновения пожара в зависимости от назначения здания (таблица Е.1);

$\delta_n = \prod_{i=1}^{10} \delta_{ni}$ – коэффициент, учитывающий наличие специальных решений (мер)

для тушения пожара i . Эти решения, как правило, направлены на защиту жизни людей (таблица Е.2 и (4) и (5));

$q_{f,k}$ – нормативная удельная пожарная нагрузка, приведенная к площади пола, МДж·м⁻² (таблица Е.4).

Таблица Е.1 – Коэффициенты δ_{q1} , δ_{q2}

Площадь пола A_f , м ²	Опасность возникновения пожара δ_{q1}	Опасность возникновения пожара δ_{q2}	Примеры зданий (помещений)
25	1,1	0,78	Художественная галерея, музей, бассейн
250	1,5	1	Офис, жилое здание, гостиница, производство бумаги
2500	1,9	1,22	Машиностроительное производство
5000	2	1,44	Химическая лаборатория, художественные мастерские
10 000	2,13	1,66	Производство фейерверков или красок

Таблица Е.2 – Коэффициенты δ_{ni}

Решения (меры) активной противопожарной защиты											
Автоматические установки пожаротушения				Автоматическая пожарная сигнализация			Неавтоматическое тушение пожара				
Автоматическое водяное пожаротушение	Независимое противопожарное водоснабжение			Автоматическая индикация и сигнализация о пожаре		Автоматическая передача сообщения в пожарное подразделение	Объектовое пожарное подразделение	Необъектовое пожарное подразделение	Безопасные пути доступа	Устройства для тушения пожара	Системы дымоудаления
	0	1	2	Тепловые извещатели	Дымовые извещатели						
δ_{n1}	δ_{n2}			δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}	δ_{n10}
0,61	1,0	0,87 или 0,7		0,87	0,73	0,87	0,61 или 0,78		0,9 или 1 или 1,5	1 или 1,5	1 или 1,5

(4) Для обычных решений противопожарной защиты, которые почти всегда должны быть в наличии: пути доступа, устройства для тушения пожара и системы дымоудаления в лестничных клетках – значение δ_{ni} по таблице Е.2 принимают равным 1. При их отсутствии соответствующие значения δ_{ni} принимают равными 1,5.

(5) Если в лестничные клетки при пожаре предусмотрена подача наружного воздуха с созданием избыточного давления, то коэффициент δ_{n8} по таблице Е.2 принимают 0,9.

(6) Указанные положения основаны на предположении соответствия требованиям соответствующих региональных стандартов для систем автоматического пожаротушения, сигнализации, оповещения и дымоудаления (см. также 1.3). Однако локальные обстоятельства могут влиять на значения, приведенные в таблице Е.2. Ссылочный документ CEN/TC 250/SC 1 N 300A.

Е.2 Определение удельной пожарной нагрузки

Е.2.1 Общие положения

(1) Пожарная нагрузка должна включать все горючее содержимое здания и относительно горючие части конструкций, включая облицовку и отделку. Не учитывают горючие части конструкций, которые во время пожара остаются не обугленными.

(2) Удельную пожарную нагрузку определяют одним из следующих способов:

– согласно классификации помещений по пожарной нагрузке (см. Е.2.5);

– индивидуально для определенного проекта (см. Е.2.6).

(3) Пожарная нагрузка включает:

– технологическую пожарную нагрузку, определяемую по типу помещения (здания);

– конструктивную пожарную нагрузку, включающую горючие конструктивные элементы, облицовку и отделку.

В классификации, как правило, приводят технологическую пожарную нагрузку, при необходимости конструктивную пожарную нагрузку определяют согласно следующим пунктам.

Е.2.2 Порядок определения

(1) Нормативную пожарную нагрузку, МДж, определяют по формуле

$$Q_{fi,k} = \sum M_{ki} H_{ui} \psi_i = \sum Q_{fi,k,i}, \quad (\text{Е.2})$$

где M_{ki} – масса горючего материала, кг, согласно Е.2.2(3) и Е.2.2(4);

H_{ui} – низшая теплота сгорания материала, МДж·кг⁻¹ (см. Е.2.4);

ψ_i – коэффициент защищенности пожарной нагрузки (см. Е.2.3).

(2) Нормативную удельную пожарную нагрузку $q_{f,k}$, МДж · м⁻², определяют по формуле

$$q_{f,k} = Q_{fi,k} / A, \quad (\text{Е.3})$$

где A – площадь пола A_f или площадь внутренней поверхности A_t пожарной секции, соответственно различают $q_{f,k}$ и $q_{t,k}$.

(3) Постоянные пожарные нагрузки, для которых предполагается, что они не изменяются в течение срока службы строительной конструкции, определяют путем сбора экспертных данных.

(4) Изменяемые пожарные нагрузки, для которых предполагается, что они изменяются в течение срока службы строительной конструкции, должны учитываться посредством значений, которые не превышаются в течение 80 % рассматриваемого интервала времени.

Е.2.3 Защищенная пожарная нагрузка

(1) В частях здания, способных по проекту выдерживать воздействия пожара, пожарную нагрузку не учитывают.

(2) В негорючих частях здания, без особых требований по огнестойкости, которые остаются неповрежденными в течение всей продолжительности огневого воздействия, пожарную нагрузку учитывают следующим образом.

Наибольшую пожарную нагрузку, но не менее 10 % защищенной пожарной нагрузки, учитывают с $\psi_i = 1$.

Если указанной пожарной нагрузки, включая незащищенную, недостаточно для нагрева оставшейся нагрузки выше температуры воспламенения, то оставшуюся защищенную пожарную нагрузку учитывают с коэффициентом $\psi_i = 0$.

В остальных случаях значение ψ_i определяют индивидуально.

Е.2.4 Низшая теплота сгорания

(1) Низшую теплоту сгорания определяют согласно EN ISO 1716:2002.

(2) Влажность материалов, $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, определяют по формуле

$$H_u = H_{u0} \cdot (1 - 0,01u) - 0,025u, \quad (\text{Е.4})$$

где u – влажность, выраженная в процентах относительно сухого веса;

H_{u0} – низшая теплота сгорания сухого материала.

(3) Низшая теплота сгорания некоторых твердых материалов, жидкостей и газов приведена в таблице Е.3.

Таблица Е.3 – Низшая теплота сгорания горючих материалов H_u , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$, для расчета пожарной нагрузки

Наименование горючего материала	Низшая теплота сгорания H_u , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$
Твердые материалы	
Древесина	17,5
Другие целлюлозные материалы: одежда пробка хлопок бумага, картон шелк солома шерсть	20
Углероды: антрацит древесный уголь каменный уголь	30
Предельные углеводороды: метан этан пропан бутан	50
Олефины (непредельные углеводороды): этилен пропилен бутен	45
Ароматические вещества: бензол толуол	40

Спирты: метанол этанол	30
Топливо: бензин, керосин дизельное топливо	45
Чистые углеводородные пластмассы: полиэтилен полистирол полипропилен	40
Другие продукты	
ABS (пластик)	35
Полиэстер (пластик)	30
Полиизоцианат и полиуретан (пластик)	25
Поливинилхлорид, PVC (пластик)	20
Битум, асфальт	40
Кожа	20
Линолеум	20
Шинная резина	30
<i>Примечание</i> – Значения, приведенные в таблице, не применимы для определения энергетического содержания топлива.	

Е.2.5 Классификация помещений по пожарной нагрузке

(1) Нормативные значения удельной пожарной нагрузки в зависимости от назначения помещений (зданий) $q_{f,k}$, МДж · м⁻², приведены в таблице Е.4.

Таблица Е.4 – Удельная пожарная нагрузка $q_{f,k}$, МДж · м⁻², для помещений различного назначения

Назначение помещения (здания)	Среднее значение	80 % фракции
Жилые помещения	780	948
Больница (комнаты)	230	280
Гостиница (комнаты)	310	377
Библиотека	1500	1824
Офис	420	511
Школа (классные комнаты)	285	347
Торговый центр	600	730
Театр (кинотеатр)	300	365
Вокзал (пространство для пассажиров)	100	122
<i>Примечание</i> – Распределение Гумбеля предполагается для 80 % фракции.		

(2) Приведенные в таблице Е.4 значения удельной пожарной нагрузки $q_{f,k}$ действительны при $\delta_{q2} = 1$ (таблица Е.1).

(3) Приведенная в таблице Е.4 пожарная нагрузка действительна для зданий (помещений) в соответствии с их назначением. Особые помещения рассматривают согласно Е.2.2.

(4) Конструктивную пожарную нагрузку (конструкции, облицовки и отделка) определяют согласно Е.2.2 и, если требуется, суммируют к пожарным нагрузкам согласно Е.2.5(1).

Е.2.6 Индивидуальная оценка удельной пожарной нагрузки

(1) При отсутствии установленной классификации удельную пожарную нагрузку определяют индивидуально для отдельного проекта путем сбора экспертных данных.

(2) При определении пожарных нагрузок и их расположения необходимо учитывать назначение помещения, применяемые оборудование и мебель, их возможные изменения

в течение времени, неблагоприятные воздействия, а также возможное изменение назначения помещения.

(3) Сбор данных о пожарных нагрузках, по возможности, следует производить на существующем сопоставимом проекте, что позволяет обосновать различия с существующим проектом.

Е.3 Характеристики горения

(1) Характеристики горения следует учитывать в зависимости от назначения помещения и типа пожарной нагрузки.

(2) Для материалов, преимущественно содержащих целлюлозу, коэффициент полноты сгорания устанавливается $m = 0,8$.

Е.4 Мощность теплового потока

(1) Стадию развития пожара определяют по формуле

$$Q = 10^6 \cdot \left(\frac{t}{t_\alpha} \right)^2, \quad (\text{Е.5})$$

где Q – мощность теплового потока, Вт;

t – время, с;

t_α – время, необходимое для достижения мощности теплового потока 1 МВт.

(2) Параметр t_α и максимальная мощность теплового потока RHR_f для помещений различного назначения приведены в таблице Е.5.

(3) Значения скорости развития пожара и RHR_f , приведенные в таблице Е.5, действительны при $\delta_{q2} = 1$ (таблица Е.1).

(4) При экстремально быстром развитии пожара $t_\alpha = 75$ с.

(5) Стадия развития ограничивается горизонтальным участком на диаграмме, который соответствует установившемуся состоянию, определяемому по формуле

$$Q = RHR_f \cdot A_{fi},$$

где A_{fi} – максимальная площадь пожара, соответствующая площади пожарной секции (отсека) при равномерном распределении пожарной нагрузки, однако при локальном пожаре может быть меньше, м²;

RHR_f – максимальная мощность теплового потока пожара, приведенная к 1 м² площади, для пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, кВт · м² (см. таблицу Е.5).

Таблица Е.5 – Скорость развития пожара и RHR_f для помещений различного назначения

Максимальная мощность теплового потока RHR_f			
Назначение помещения	Скорость развития пожара	t_α , с	RHR_f , кВт · м ⁻²
Жилые помещения	Средняя	300	250
Больница (комнаты)	Средняя	300	250
Гостиница (комнаты)	Средняя	300	250
Библиотека	Быстрая	150	500
Офис	Средняя	300	250
Школа (классные комнаты)	Средняя	300	250
Торговый центр	Быстрая	150	250
Театр (кинотеатр)	Быстрая	150	500
Вокзал (пространство для пассажиров)	Медленная	600	250

(6) Горизонтальный участок на диаграмме ограничивается фазой затухания, которая начинается при выгорании 70 % всей пожарной нагрузки.

(7) Для стадии затухания принимают линейную зависимость, от момента выгорания 70 % пожарной нагрузки до ее полного выгорания.

(8) Для пожаров, регулируемых вентиляцией, уровень горизонтального участка может быть уменьшен, исходя из имеющегося содержания кислорода. Этот процесс производится автоматически с использованием компьютерной программы с однозонной моделью или определяется по формуле

$$Q_{\max} = 0,1m \cdot H_u \cdot A_v \cdot \sqrt{h_{eq}}, \text{ МВт}, \quad (\text{Е.2})$$

где A_v – площадь проема, м²;

h_{eq} – средняя высота проемов, м;

H_u – низшая теплота сгорания древесины; $H_u = 17,5 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$;

m – коэффициент полноты сгорания; $m = 0,8$.

(9) Если для пожаров, регулируемых вентиляцией, максимальная мощность теплового потока уменьшена, то график мощности теплового потока удлинится соответственно возможной энергии, выделяемой пожарной нагрузкой. Если график не удлинится, тогда принимают наличие пожара вне секции, который является причиной понижения температуры среды (газов) в помещении.

Приложение F

Эквивалентная продолжительность пожара

(1) Данный метод, используемый при проектировании конструкций, основан на табличной информации или упрощенных методах, применяющих стандартный температурный режим пожара.

Примечание – Данный метод зависит от применяемых материалов. Не допускается его применение для сталебетонных и деревянных конструкций.

(2) Если удельная пожарная нагрузка определена без учета специальных характеристик горения (см. приложение E), то использование данного метода ограничивается пожарными секциями (отсеками) с преимущественно целлюлозной пожарной нагрузкой.

(3) Эквивалентную продолжительность стандартного воздействия пожара определяют по формуле

$$t_{e,d} = (q_{f,d} k_b w_f) \cdot k_c \text{ или} \\ t_{e,d} = (q_{t,d} k_b w_t) \cdot k_c, \text{ мин}, \quad (\text{F.1})$$

где $q_{f,d}$ – расчетная удельная пожарная нагрузка (см. приложение E); $q_{t,d} = q_{f,d} \cdot A_f / A_i$;

k_b – коэффициент пересчета согласно (4);

w_t – коэффициент вентиляции согласно (5); $w_t = w_f \cdot A_i / A_f$;

k_c – корректировочный коэффициент; определяют по таблице F.1.

Таблица F.1 – Корректировочный коэффициент k_c

Строительный материал	Корректировочный коэффициент k_c
Железобетон	1
Защищенная сталь	1
Незащищенная сталь	13,70
<i>Примечание</i> – O – коэффициент проемности, определенный по приложению A.	

(4) Если не проводится детальная оценка теплотехнических характеристик материалов ограждения, коэффициент k_b допускается принимать:

$$k_b = 0,07 \text{ мин} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{МДж}^{-1}. \quad (\text{F.2})$$

В другом случае коэффициент k_b в зависимости от теплопоглощающей способности ограждения ($b = \sqrt{\rho c \lambda}$) определяют по таблице F.2. Для расчета теплопоглощающей способности b стен, полов и потолков, выполненных из многослойных материалов или комбинированных материалов – см. (5), (6) (приложение А).

Таблица F.2 – Коэффициент пересчета k_b в зависимости от теплопоглощающей способности ограждения

$b = \sqrt{\rho c \lambda}, \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1/2} \cdot \text{К}^{-1}$	$k_b, \text{ мин} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{МДж}^{-1}$
$b > 2500$	0,04
$720 \leq b \leq 2500$	0,055
$b < 720$	0,07

(5) Коэффициент вентиляции w_f допускается определять по формуле

$$w_t = \left(\frac{6}{H} \right)^{0,3} \cdot \frac{0,62 + 90 \cdot (0,4 - \alpha_v)^4}{1 + b_v \alpha_h} \geq 0,5, \quad (\text{F.3})$$

где $\alpha_v = A_v/A_f$ – отношение площади вертикальных проемов на фасаде A_v к площади пола A_f помещения; $0,025 \leq \alpha_v \leq 0,25$;

$\alpha_h = A_h / A_f$ – отношение площади горизонтальных проемов в покрытии A_h к площади пола A_f помещения;

$$b_v = 12,5 \cdot (1 + 10\alpha_v - \alpha_v^2) \geq 10;$$

H – высота пожарной секции, м.

Для небольших пожарных секций ($A_f < 100 \text{ м}^2$) без проемов в покрытии коэффициент w_f допускается определять по формуле

$$w_f = O^{-1/2} \cdot A_f/A_t, \quad (\text{F.4})$$

где O – коэффициент проемности по приложению А.

(6) Должно подтверждаться выполнение условия

$$t_{e,d} < t_{fi,d}, \quad (\text{F.5})$$

где $t_{fi,d}$ – время, соответствующее расчетной огнестойкости, определенное согласно противопожарных частей EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

Приложение G

Угловой коэффициент облученности

G.1 Общие сведения

(1) Угловой коэффициент облученности Φ определяют по формуле

$$dF_{d1-d2} = \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi S_{1-2}^2} \cdot dA_2. \quad (G.1)$$

Угловой коэффициент облученности указывает долю общего теплового потока от заданной излучающей поверхности, которая достигает заданной принимающей поверхности. Его значение зависит от размера излучающей поверхности, расстояния между излучающей и принимающей поверхностью и их ориентации по отношению друг к другу (рисунок G.1).

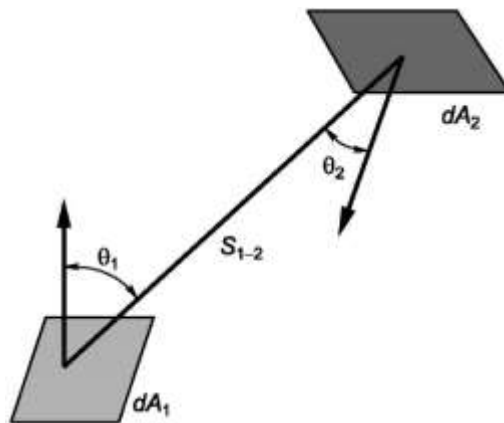


Рисунок G.1 – Лучистый теплообмен между двумя поверхностями

(2) Если излучающая поверхность обладает равномерными температурой и степенью черноты, то определение Φ упрощается: пространственный угол, внутри которого может быть видна излучающая поверхность с особой бесконечно малой поверхностью площадки, деленный на 2π .

(3) Тепловое излучение к бесконечно малой площадке выпуклой поверхности элемента определяется только положением и размерами пожара (влияние положения).

(4) Тепловое излучение к бесконечно малой площадке вогнутой поверхности элемента определяется положением и размерами пожара (влияние положения), а также излучением от других частей элемента (эффект затенения).

(5) Верхние пределы углового коэффициента облученности Φ приведены в таблице G.1.

Таблица G.1 – Пределы углового коэффициента облученности Φ

Ориентация		Локальный пожар	Полностью развившийся пожар
Влияние положения		$\Phi \leq 1$	$\Phi = 1$
Эффект затенения	Выпуклый	$\Phi = 1$	$\Phi = 1$
	Вогнутый	$\Phi \leq 1$	$\Phi \leq 1$

Г.2 Эффект затенения

(1) Особые правила для определения величины эффекта затенения указываются в частях настоящего стандарта, касающихся строительных материалов.

Г.3 Наружные конструкции

(1) При расчете температуры в наружных конструкциях предполагается, что все поверхности имеют прямоугольную форму. Это касается окон и других проемов в стенах пожарной секции, а также эквивалентных прямоугольников пламени по приложению В.

(2) В расчете углового коэффициента облученности для заданной ситуации, на поперечном сечении обогреваемой конструкции вначале вычерчивают проекции прямоугольников (рисунок Г.2). Это необходимо для учета эффекта затенения. Величину коэффициента Φ определяют для средней точки P каждой поверхности прямоугольников.

(3) Угловой коэффициент облученности каждой обогреваемой поверхности определяют как сумму долей от каждой из зон излучающей поверхности (обычно четырех), которые видимы из точки P на обогреваемой поверхности (рисунки Г.3 и Г.4). Эти зоны определяют относительно точки X , находящейся в месте пересечения горизонтальной линии, перпендикулярной к обогреваемой поверхности. Не учитывают доли от зон, которые не видимы из точки P (см. рисунок Г.4).

(4) Если точка X лежит вне излучающей поверхности, то эффективный угловой коэффициент облученности определяют суммированием долей двух прямоугольников, построенных от точки X до удаленного края излучающей поверхности, и вычитанием долей двух прямоугольников, построенных от X до близлежащего края излучающей поверхности.

(5) Долю каждой зоны определяют следующим образом:

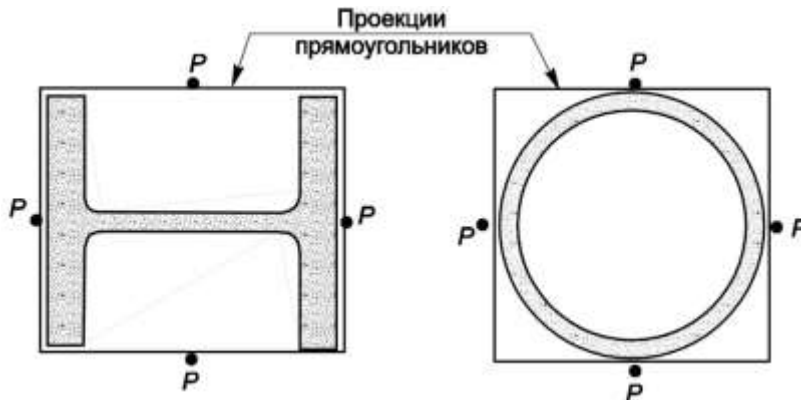


Рисунок Г.2 – Проекция принимающих поверхностей

а) принимающая и излучающая поверхности параллельны:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\frac{a}{\sqrt{1+a^2}} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{b}{\sqrt{1+a^2}} \right) + \frac{b}{\sqrt{1+b^2}} \cdot \tan^{-1} \left(\frac{a}{\sqrt{1+b^2}} \right) \right], \quad (\text{G.2})$$

где $a = h/s$;

$b = w/s$;

s – расстояние от точки P до точки X ;

h – высота зоны излучающей поверхности;

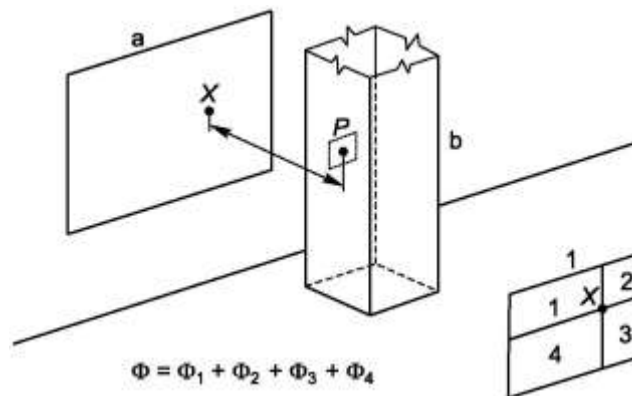
w – ширина зоны излучающей поверхности;

б) принимающая и излучающая поверхности перпендикулярны:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\tan^{-1}(a) - \frac{1}{\sqrt{1+b^2}} \cdot \tan^{-1}\left(\frac{a}{\sqrt{1+b^2}}\right) \right]; \quad (\text{G.3})$$

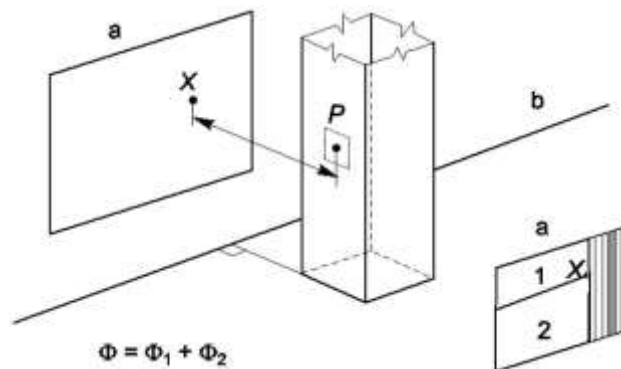
в) принимающая и излучающая поверхности расположены под углом Θ :

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\tan^{-1}(a) \cdot \frac{(1-b \cos \Theta)}{\sqrt{1+b^2-2b \cos \Theta}} \tan^{-1}\left(\frac{a}{\sqrt{1+b^2-2b \cos \Theta}}\right) + \right. \\ \left. + \frac{a \cos \Theta}{\sqrt{a^2 + \sin^2 \Theta}} \left[\tan^{-1}\left(\frac{(b - \cos \Theta)}{\sqrt{a^2 + \sin^2 \Theta}}\right) + \tan^{-1}\left(\frac{\cos \Theta}{\sqrt{a^2 + \sin^2 \Theta}}\right) \right] \right]. \quad (\text{G.4})$$



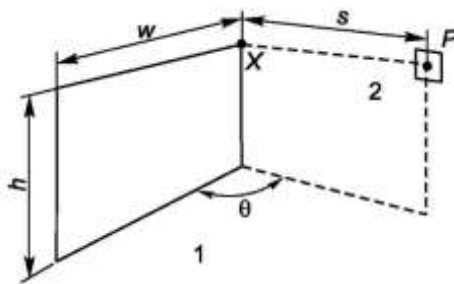
a – излучающая поверхность; b – принимающая поверхность

Рисунок G.3 – Принимающая и излучающая поверхности параллельны



a – излучающая поверхность; b – принимающая поверхность

Рисунок G.4 – Принимающая и излучающая поверхности перпендикулярны



1 – излучающая поверхность; 2 – принимающая поверхность

Рисунок G.5 – Принимающая и излучающая поверхности расположены под углом θ

Библиография

- [1] EN ISO 1716 Reaction to fire tests for building products – Determination of the heat of combustion (Испытания строительных материалов и изделий на пожарную опасность. Определение теплоты сгорания)
- [2] EN 1363-2 Fire resistance tests – Part 2: Alternative and additional procedures (Испытания на огнестойкость. Часть 2. Альтернативные и дополняющие методы)

Приложение ДА

Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование регионального стандарта	Обозначение и наименование технического нормативного правового акта
EN 13 501-2	СТБ EN 13501-2-2011 Классификация строительных изделий и материалов по пожарной опасности. Часть 2. Классификация по огнестойкости строительных конструкций и изделий, за исключением применяемых в системах вентиляции (EN 13501-2:2007+A1:2009)
EN 1990	СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций (EN 1990:2002)
EN 1991-1-1	СН 2.01.02-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий (EN 1991-1-1:2002+AC:2009)
EN 1991-1-3	СН 2.01.04-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки (EN 1991-1-3:2006+AC:2009)
EN 1991-1-4	СН 2.01.05-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия (EN 1991-1-4:2005+A1:2010+AC:2010)
EN 1992	*
EN 1993	*
EN 1994	*
EN 1995	*
EN 1996	*
EN 1999	*
* Соответствующий технический нормативный правовой акт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык регионального стандарта или его официальный экземпляр на английском языке. Официальный перевод данного регионального стандарта и/или его официальный экземпляр на английском языке имеются в Национальном фонде ТНПА.	

Национальные требования и национально установленные параметры

НП.1 – Национальные требования и национально установленные параметры, которыми следует пользоваться при строительстве зданий и сооружений на территории Республики Беларусь

Элемент настоящих строительных норм	Параметры, установленные на национальном уровне
2.4(4)	Требования данного пункта применяются без изменений. Установленный промежуток времени соответствует требуемому пределу огнестойкости и устанавливается национальными ТНПА. При разработке обоснованных отступлений от положений действующих национальных ТНПА, допускается установленный промежуток времени обосновывать требованиями приложения F
3.1(10)	Требования данного пункта применяются без изменений. Предел огнестойкости устанавливается для стандартного температурного режима пожара, если возможность применения альтернативных режимов не оговорена в национальных ТНПА при установлении требований по огнестойкости
3.3.1.2(1)	Положения данного пункта применяются без изменений
3.3.1.3(1)	Положения данного пункта применяются без изменений
3.3.2(2)	Положения данного пункта применяются без изменений
4.2.2(2)	Дополнительные воздействия не устанавливаются, за исключением особо оговоренных в национальных ТНПА случаев
4.3.1(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. Рекомендуется использовать $\psi_{2,1}Q_1$

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СН 2.01.04-2019

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ Снеговые нагрузки

УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ УЗДЗЕЯННІ Снегавыя нагрузкі

(на основе EN 1991-1-3:2003+AC:2009)

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.07.042.42(083.74)

Ключевые слова: несущие конструкции, снеговая нагрузка, характеристические значения, коэффициенты формы, схемы нагружения, карты снеговых районов

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм») на основе перевода на русский язык немецкоязычной версии стандарта, указанного в пункте 3.

Автор – д-р техн. наук, проф. В. В. Тур

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

3 Настоящие строительные нормы разработаны на основе EN 1991-1-3:2003+AC:2009 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки» («Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-3: General actions – Snow loads»)

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП EN 1991-1-3-2009 (02 250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

Введение

1 Общие положения

- 1.1 Область применения
- 1.2 Нормативные ссылки
- 1.3 Условия применения
- 1.4 Различие между принципами и правилами применения
- 1.5 Определение расчетных параметров посредством испытаний
- 1.6 Термины и определения
- 1.7 Условные и буквенные обозначения

2 Классификация воздействий

3 Расчетные ситуации

- 3.1 Общие положения
- 3.2 Нормальные условия
- 3.3 Чрезвычайные условия

4 Снеговые нагрузки на грунт

- 4.1 Характеристические значения
- 4.2 Репрезентативные значения снеговых нагрузок
- 4.3 Применение чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт

5 Снеговые нагрузки на покрытия

- 5.1 Вид нагрузки
- 5.2 Схемы приложения нагрузок
- 5.3 Коэффициенты формы покрытия
 - 5.3.1 Общие положения
 - 5.3.2 Односкатные покрытия
 - 5.3.3 Двускатные покрытия
 - 5.3.4 Многопролетные двускатные покрытия
 - 5.3.5 Цилиндрические покрытия
 - 5.3.6 Покрытия здания, примыкающего к более высокому сооружению (покрытия зданий с перепадами высот)

6 Локальные эффекты

- 6.1 Общие положения
- 6.2 Скопление снега у надстроек и заграждений

6.3 Нависание снега на краю ската покрытия

6.4 Снеговые нагрузки на снегоудерживающих решетках и других преградах

Приложение А Расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, используемые для различных местных условий

Приложение В Коэффициенты формы снеговых нагрузок при чрезвычайных снеговых заносах

Приложение С Европейские карты снеговых нагрузок на грунт

Приложение D Корректировка снеговых нагрузок на грунт в соответствии с периодом повторяемости

Приложение E Удельный вес снега

Библиография

Приложение ДА Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Национальные требования и национально установленные параметры

Введение

Настоящие строительные нормы включают текст Еврокода, национальное предисловие, а также национальные требования и национально установленные параметры.

Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Национальные требования и национально установленные параметры включают:

- числовые значения и/или классы, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;

- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;

- специфические данные (географические, климатические и т. д.), которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;

- расчетные методики – в случаях, когда Еврокодами допускается применение альтернативных методик.

Национальные требования и национально установленные параметры

Настоящие строительные нормы, разработанные на основе EN 1991-1-3, содержат национальные требования и национально установленные параметры в следующих пунктах:

- 1.1(2), 1.1(3), 1.1(4);
- 2(3), 2(4);
- 3.3(1), 3.3(3);
- 4.1(1), 4.1(2), 4.2(1), 4.3(1);
- 5.2(2), 5.2(5)P, 5.2(6), 5.2(7), 5.2(8), 5.3.3(4), 5.3.4(3), 5.3.4(4), 5.3.5(1), 5.3.5(3), 5.3.6(1), 5.3.6(3);
- 6.2(2), 6.3(1), 6.3(2);
- A(1) (таблица A.1).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ Снеговые нагрузки

УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ УЗДЗЕЯННІ Снегавыя нагрузкі

Actions on structures. General actions
Snow loads

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) В настоящих строительных нормах приведены правила определения значений снеговых нагрузок, используемых при проектировании конструкций зданий и инженерных сооружений.

(2) Настоящая часть не распространяется на проектирование зданий и сооружений на площадках, расположенных св. 1500 м над уровнем моря, если не установлено иное.

Примечание – Рекомендации по назначению снеговых нагрузок для площадок, расположенных на высотных отметках св. 1500 м, приведены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3) Приложение А содержит информацию о расчетных ситуациях и схемах приложения нагрузок применительно к различным местным условиям.

Примечание 2 – Эти различные местные условия определены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(4) Приложение В содержит значения коэффициентов формы снеговых нагрузок, используемых для чрезвычайных снеговых заносов.

Примечание 3 – Применение приложения В допускается регулировать разделом «Национальные требования и национально установленные параметры».

(5) Приложение С содержит характеристические (нормативные) значения снеговых нагрузок на грунт, базирующиеся на результатах работ, выполненных по заказу специально для настоящих строительных норм, рабочей группой DGIII/D3 Европейской комиссии.

Целью приложения С является:

– представить компетентным национальным государственным органам вспомогательную информацию, используемую при составлении и переработке (корректировке) национальных карт;

– помочь убедиться в том, что установленные гармонизированные процедуры, применяемые для составления карт, приведенных в приложении С, используются в странах – членах ЕС для обработки и внесения основных данных о снеговых нагрузках.

(6) Приложение D содержит указания по корректировке снеговых нагрузок на грунт в соответствии с периодом повторяемости.

(7) В приложении E содержится информация об объемной плотности снега.

(8) Настоящая часть не содержит правил определения снеговых нагрузок и других аспектов снеговых нагружений в специальных случаях, например:

- ударных воздействий от снеговых нагрузок в результате соскальзывания и падения снега с вышерасположенных (более высоких) покрытий;
- дополнительных ветровых нагрузок, которые могут появиться в результате изменений в форме и размерах сооружения, вызванных действием снега или наростами льда (обледенения);
- нагрузок в областях, в которых снег присутствует круглый год;
- ледовых нагрузок;
- поперечных (боковых) снеговых нагрузок (например, поперечных нагрузок в результате давления, вызываемого снежными заносами);
- снеговых нагрузок на мосты.

1.2 Нормативные ссылки

Для применения настоящих строительных норм необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 1990:2002 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций

EN 1991-1-1:2002 Еврокод 1. Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Удельный вес, постоянные и временные нагрузки на здания.

Примечание – В примечаниях к обязательным разделам приводятся региональные стандарты, которые являются как действующими, так и находящимися в разработке: EN 1991-2 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты.

1.3 Условия применения

Положения и условия применения, содержащиеся в EN 1990:2002 (1.3), распространяются на настоящие строительные нормы.

1.4 Различие между принципами и правилами применения

На настоящие строительные нормы распространяются принципы и правила применения, содержащиеся в EN 1990:2002 (1.4).

1.5 Определение расчетных параметров посредством испытаний

В некоторых случаях испытания и проверенные и/или должным образом подтвержденные численные методы могут быть использованы для получения снеговых нагрузок на сооружения.

1.6 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в EN 1990:2002 (1.5), а также следующие термины с соответствующими определениями:

1.6.1 характеристическое (нормативное) значение снеговой нагрузки на грунт (characteristic value of snow load on the ground): Снеговая нагрузка на грунт, определенная с годовой вероятностью превышения 0,02, за исключением чрезвычайных снеговых нагрузок.

1.6.2 высотное положение площадки (altitude of the site): Высота над средним уровнем моря площадки (местности), на которой будет размещаться проектируемая конструкция или уже размещается существующая конструкция.

1.6.3 чрезвычайная снеговая нагрузка на грунт (exceptional snow load on ground): Нагрузка от веса слоя снежного покрова земли, являющаяся результатом снегопада (выпадения снега), имеющего исключительно низкую вероятность (частоту) появления.

Примечание – См. примечания к 2(3) и 4.3(1).

1.6.4 характеристическое (нормативное) значение снеговой нагрузки на покрытие (кровлю) (characteristic value of snow load on the roof): Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, умноженное на соответствующие коэффициенты.

Примечание – Эти коэффициенты следует назначать таким образом, чтобы вероятность появления рассчитанной нагрузки от снега на покрытие (кровлю) не превышала вероятности появления характеристических значений снеговой нагрузки на грунт.

1.6.5 снеговая нагрузка на покрытие без учета заноса (undrafted snow load on roof): Схема приложения нагрузки, которая описывает равномерное распределение снеговой нагрузки на покрытие, определяемое только формой кровли, до любого перераспределения снега вследствие иных климатических воздействий.

1.6.6 снеговая нагрузка на покрытие с учетом заноса (drifted snow load on the roof): Схема приложения нагрузки, которая описывает распределение снеговой нагрузки на покрытие, являющееся результатом перемещения снега из одного положения в другое на покрытии, например при воздействии ветра.

1.6.7 коэффициент формы снеговой нагрузки на покрытие (roof snow load shape coefficient): Отношение снеговой нагрузки на покрытие к снеговой нагрузке без заносов на грунт, определенное без учета влияния окружающей среды и температуры.

1.6.8 температурный коэффициент (thermal coefficient): Коэффициент, определяющий уменьшение снеговой нагрузки на покрытие в зависимости от теплового потока через покрытие, вызывающего таяние снега.

1.6.9 коэффициент окружающей среды (exposure coefficient): Коэффициент, определяющий уменьшение или увеличение нагрузки на покрытие неотапливаемого здания как части характеристической снеговой нагрузки на грунт.

1.6.10 снеговая нагрузка, вызванная чрезвычайным заносом (load due to exceptional snow drift): Схема приложения нагрузки, которая описывает нагрузки от слоя снега на покрытие, являющегося результатом напластования снега вследствие снеговых заносов, имеющих исключительно низкую вероятность появления.

1.7 Условные и буквенные обозначения

(1) В настоящих строительных нормах применяют следующие обозначения.

Примечание – Применяемые условные и буквенные обозначения установлены в соответствии с ISO 3898.

(2) Базовый перечень условных и буквенных обозначений приведен в EN 1990:2002 (1.6). В настоящих строительных нормах применяют условные и буквенные обозначения, приведенные ниже.

Прописные буквы латинского алфавита

C_e – коэффициент окружающей среды;

C_t – температурный коэффициент;

C_{esl} – коэффициент перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам;

A – высотное положение строительной площадки над уровнем моря;

S_e – снеговые нагрузки на 1 м длины вследствие нависания снега, кН/м;

F_s – усилие на 1 м длины, возникающее при скольжении снеговой массы, кН/м.

Строчные буквы латинского алфавита

b – ширина сооружения, м;
 d – толщина слоя снега, м;
 h – высота сооружения, м;
 k – коэффициент, учитывающий неравномерность формы свеса снега (см. также 6.3);
 l_s – длина снегового заноса или площади, нагруженной снегом, м;
 s – снеговые нагрузки на покрытие (кровлю), кН/м²;
 s_k – характеристическое (нормативное) значение снеговых нагрузок на грунт соответствующей площадки (местности), кН/м²;
 s_{Ad} – расчетное значение для чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт, кН/м².

Строчные буквы греческого алфавита

α – угол наклона кровли, измеренный от горизонтали, град.;
 β – угол между горизонталью и касательной к контурной кривой для цилиндрического покрытия (кровли), град.;
 γ – удельный вес снега, кН/м³;
 ψ_0 – коэффициент сочетания для комбинационного значения переменного воздействия;
 ψ_1 – коэффициент сочетания для частого значения переменного воздействия;
 ψ_2 – коэффициент сочетания для квазипостоянного значения переменного воздействия.

Примечание – В настоящих строительных нормах применяют единицы измерения, указанные выше.

2 Классификация воздействий

(1)Р Снеговые нагрузки следует классифицировать как переменные, стационарные воздействия (см. также 5.2), если в настоящих строительных нормах не установлено иное, см. также EN 1990:2002 (4.1.1(1)) и (4.1.1(4)).

(2) Снеговые нагрузки, рассматриваемые в настоящих строительных нормах, следует классифицировать как статические воздействия, см. EN 1990:2002 (4.1.1(4)).

(3) В соответствии с EN 1990:2002 (4.1.1(2)), для специфических условий, определенных в 1.6.3, чрезвычайные снеговые нагрузки могут рассматриваться как особые воздействия в зависимости от географического положения местности.

Примечание – Условия применения чрезвычайных снеговых нагрузок (которые могут включать местные географические условия) установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(4) В соответствии с EN 1990:2002 (4.1.1(2)), для специфических условий, определенных в 1.6.10, нагрузки, вызванные чрезвычайными снеговыми заносами, могут рассматриваться как особые воздействия в зависимости от географического положения местности.

Примечание – Условия применения установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

3 Расчетные ситуации

3.1 Общие положения

(1)Р Соответствующие значения снеговых нагрузок следует определять для каждой расчетной ситуации, установленной в соответствии с EN 1990:2002 (3.5).

(2) Для локальных эффектов, описанных в разделе 6, как правило, применяют постоянную/переходную расчетную ситуацию.

3.2 Нормальные условия

(1) Для районов, где появление чрезвычайных снегопадов (см. 2(3)) и чрезвычайных снеговых заносов (см. 2(4)) является маловероятным, постоянная/переходная расчетная ситуация должна использоваться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом заносов в результате перемещения снега, например, ветром, согласно 5.2(3)Р и 5.3.

Примечание – См. приложение А, случай А.

3.3 Чрезвычайные условия

(1) Для районов, где могут появляться чрезвычайные снегопады (см. 2(3)), но не чрезвычайные снеговые заносы (см. 2(4)), применимо следующее:

а) постоянная/переходная расчетная ситуация должна использоваться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом заносов в результате перемещения снега, например, ветром, определенных согласно 5.2(3)Р и 5.3;

б) особая расчетная ситуация должна использоваться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом заносов в результате перемещения снега, например, ветром, определенных согласно 4.3, 5.2(3)Р(б) и 5.3.

Примечание 1 – См. приложение В, случай В.1.

Примечание 2 – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» определяет расчетную ситуацию, применимую для конкретных локальных эффектов, описанных в разделе 6.

(2) Для районов, где появление чрезвычайных снегопадов (см. 2(3)) маловероятно, но могут появляться чрезвычайные снеговые заносы (см. 2(4)), применимо следующее:

а) постоянная/переходная расчетная ситуация должна применяться для схем приложения (распределения) снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом заносов в результате перемещения снега, например, ветром, определяемых согласно 5.2(3)Р(а) и 5.3;

б) особая расчетная ситуация должна использоваться для случаев снеговой нагрузки, определенных согласно 5.2(3)Р(с) и приложения В.

Примечание – См. приложение А, случай В2.

(3) Для районов, где могут появляться как чрезвычайные снегопады (см. 2(3)), так и чрезвычайные снеговые заносы (см. 2(4)), применимо следующее:

а) постоянная/переходная расчетная ситуация должна применяться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом заносов в результате перемещения снега, например, ветром, определенных согласно 5.2(3)Р(а) и 5.3;

б) особая расчетная ситуация должна применяться для схем приложения снеговой нагрузки, определенных с использованием 4.3, 5.2(3)Р(б) и 5.3;

с) особая расчетная ситуация должна применяться для случаев снеговой нагрузки, определенных с использованием 5.2(3)Р(с) и приложения В.

Примечание 1 – См. приложение А, случай В.3.

Примечание 2 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» установлено, какие расчетные ситуации распространяются на особые местные условия согласно разделу 6.

4 Снеговые нагрузки на грунт

4.1 Характеристические значения

(1) Характеристическое значение снеговых нагрузок на грунт s_k должно быть установлено в соответствии с EN 1990:2002, 4.1.2.2(7)Р. Определение характеристического значения снеговых нагрузок на грунт приведено в 1.6.1.

Примечание 1 – Применяемые характеристические значения снеговых нагрузок устанавливаются в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – В приложении С содержится европейская карта снеговых нагрузок на грунт, составленная по результатам исследований, выполненных DG III/D-3. Для исключения или уменьшения несоответствий в величинах снеговых нагрузок на границах стран-членов ЕС в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается ссылка на эту карту.

(2) В специальных случаях, когда требуются более точные данные, характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт s_k допускается уточнять посредством соответствующей статистической обработки результатов записей наблюдений за продолжительный период времени, полученных на хорошо закрытой от ветра площадке, расположенной вблизи строительной площадки.

Примечание 1 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается приводить дополнительные указания.

Примечание 2 – Из-за существенных различий в количестве зарегистрированных зимних максимальных значений, записи результатов за период наблюдений менее 20 лет не приемлемы.

(3) Если в конкретных районах (участках местности) данные о снеговых нагрузках содержат индивидуальные чрезвычайные значения, не поддающиеся обработке обычными статистическими методами, то характеристические значения следует определять без учета этих чрезвычайных значений. Чрезвычайные значения допускается учитывать без применения обычных статистических методов в соответствии с 4.3.

4.2 Репрезентативные значения снеговых нагрузок

(1) В соответствии с EN 1990:2002 (4.1.3) установлены следующие репрезентативные значения снеговых нагрузок на покрытие:

- комбинационное значение – $\psi_0 s$;
- частое значение – $\psi_1 s$;
- практически постоянное значение – $\psi_2 s$.

Примечание – Значения коэффициентов ψ указаны в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые коэффициенты ψ_0 , ψ_1 и ψ_2 для сооружений зависят от положения сооружения и содержатся в EN 1990:2002 (таблица A.1.1) или в таблице 4.1, которые по снеговым нагрузкам соответствуют друг другу.

Таблица 4.1 – Коэффициенты ψ_0 , ψ_1 и ψ_2 для различных местоположений сооружения

Регионы	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Финляндия Исландия Норвегия Швеция	0,70	0,50	0,20
В других странах – членах CEN, для площадок, расположенных на высотных отметках $H > 1000$ м над уровнем моря	0,70	0,50	0,20
В других странах – членах CEN, для площадок, расположенных на высотных отметках $H \leq 1000$ м над уровнем моря	0,50	0,20	0,00

4.3 Применение чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт

(1) В местностях (регионах), где могут возникать чрезвычайные снеговые нагрузки на грунт, их расчетные значения допускается определять по формуле

$$S_{Ad} = C_{esl} S_k, \quad (4.1)$$

где S_{Ad} – расчетное значение для чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт в конкретной местности;

C_{esl} – коэффициент перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам;

S_k – нормативные значения снеговых нагрузок на грунт в конкретной местности.

Примечание – Коэффициент C_{esl} может устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение $C_{esl} = 2,0$ (см. также 2(3)).

5 Снеговые нагрузки на покрытия

5.1 Вид нагрузки

(1) В расчете следует учитывать различные распределения снега на покрытии.

(2) Причиной различных конфигураций снеговых нагрузок на покрытие могут являться следующие свойства покрытия и другие факторы, перечисленные ниже:

- а) форма покрытия;
- б) теплоизоляционные свойства покрытия;
- в) шероховатость поверхности покрытия;
- г) количество тепла, генерируемого под покрытием;
- д) близость соседних зданий;
- е) условия окружающей местности;
- ж) местные климатические условия, в частности роза ветров, температурные изменения и вероятность осадков (в виде дождя или снега).

5.2 Схемы приложения нагрузок

(1) При выполнении расчетов следует принимать две следующие основные схемы приложения нагрузок:

- нагрузка снега на покрытие без учета заноса (см. 1.6.5);
- нагрузка снега на покрытие с учетом заноса (см. 1.6.6).

(2) Схемы приложения нагрузок следует определять согласно 5.3 и приложению В, если это установлено в соответствии с 3.3.

Примечание – Применение приложения В регулируется разделом «Национальные требования и национально установленные параметры» для форм кровли по 5.3.4, 5.3.6 и 6.2 и распространяется, как правило, на специфические регионы (территории), в которых таяние снега происходит при определенных метеорологических условиях и при скорости ветра от умеренной до высокой.

(3) Снеговые нагрузки на покрытия следует определять следующим образом:

а) для постоянных/переходных расчетных ситуаций по формуле

$$s = \mu_i C_e C_t S_k; \quad (5.1)$$

б) для особых расчетных ситуаций, в которых чрезвычайная снеговая нагрузка является особым воздействием (кроме случаев согласно 5.2(2)Р с)) по формуле

$$s = \mu_i C_e C_t S_{Ad}. \quad (5.2)$$

Примечание – См. 2(3);

с) для особых расчетных ситуаций, в которых снеговые заносы являются особым воздействием, по формуле

$$s = \mu_i s_k. \quad (5.3)$$

Примечание – См. 2(4),

где μ_i – коэффициент формы снеговых нагрузок (см. 5.3 и приложение В);

s_k – характеристическое значение снеговых нагрузок на грунт;

s_{Ad} – расчетное значение для чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт для определенной местности (см. 4.3);

C_e – коэффициент окружающей среды;

C_t – температурный коэффициент.

(4) Следует принимать условие, что нагрузка действует вертикально и направлена к горизонтальной проекции поверхности покрытия.

(5) В случаях, когда на покрытии предполагается искусственное перемещение или перераспределение снега, покрытие следует рассчитывать с учетом соответствующих схем распределения нагрузки.

Примечание 1 – Распределения нагрузки (схемы приложения) согласно настоящему разделу базируются на естественном распределении снега.

Примечание 2 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускаются дополнительные указания.

(6) В районах, где возможны дождевые осадки на лежащий снег с последующим его таянием и повторным замерзанием, снеговые нагрузки на кровлю следует увеличивать, особенно в случае, когда снег и образующийся лед могут блокировать систему отвода воды с покрытия.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускаются дополнительные указания.

(7) Коэффициент окружающей среды следует использовать для определения снеговой нагрузки на покрытия. Коэффициент окружающей среды C_e , как правило, принимают равным 1,0. При выборе коэффициента C_e следует учитывать предполагаемые условия эксплуатации сооружения.

Примечание – Альтернативные значения C_e установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» для различных условий местности. Рекомендуемые значения указаны в таблице 5.1.

(8) Температурный коэффициент C_t следует использовать в расчетах для снижения снеговых нагрузок на покрытия с повышенной теплопередачей (>1 Вт/м²К), особенно для некоторых стеклянных кровель, в которых вследствие теплопередачи возникает таяние снега.

Во всех других случаях $C_t = 1,0$.

Примечание 1 – Любое допустимое снижение C_t из-за теплоизоляционных свойств и формы кровли указывают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – Другие рекомендации содержатся в ISO 4355.

Таблица 5.1 – Рекомендуемые значения коэффициента C_e для различных условий местности

Условия местности	C_e
Не защищенные от ветра ^{a)}	0,8
Обычные ^{b)}	1,0
Закрытые ^{c)}	1,2

^{a)} Не защищенные от ветра: плоские, открытые со всех сторон территории или поверхности, которые незначительно защищены, а также высокие здания или деревья.
^{b)} Обычные: территории, на которых не наблюдается существенного перемещения по покрытию сооружения снега при действии ветра, а также с других зданий, сооружений или деревьев.
^{c)} Закрытые: территории, на которых рассматриваемые сооружения значительно ниже окружающей местности, или конструкции, окруженные высокими деревьями и/или другими высокими сооружениями.

5.3 Коэффициенты формы покрытия

5.3.1 Общие положения

(1) Настоящий раздел содержит коэффициенты формы для распределения снеговых нагрузок с заносами и без заносов для всех указанных в настоящих строительных нормах форм кровли, за исключением чрезвычайных заносов, рассматриваемых в приложении В.

(2) Особое внимание следует уделять коэффициентам формы для снеговых нагрузок в случаях, когда внешняя геометрия кровли способствует существенному увеличению снеговой нагрузки по сравнению с прямолинейной формой.

(3) Коэффициенты формы кровли согласно 5.3.2–5.3.4 показаны на рисунке 5.1.

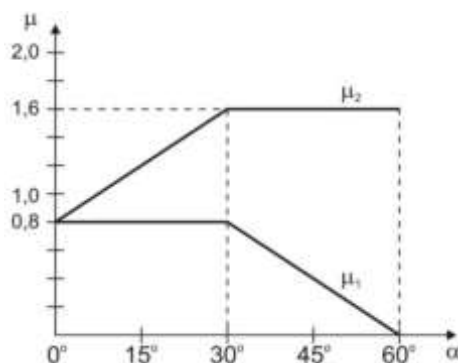


Рисунок 5.1 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок

5.3.2 Односкатные покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговых нагрузок μ_1 , которые следует использовать для односкатных покрытий, приведены в таблице 5.2 и на рисунках 5.1 и 5.2.

Таблица 5.2 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок

Угол наклона α односкатной кровли	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8^\circ / 30$	1,6	–

(2) Значения коэффициентов, указанные в таблице 5.2, применимы в случае, когда снег беспрепятственно соскальзывает с покрытия. При наличии на кровле снегоудерживающих заграждений или других элементов кровельных сооружений или когда нижний край ската покрытия заканчивается парапетом, коэффициент формы должен быть не менее 0,8.

(3) Схема распределения нагрузки согласно рисунку 5.2 применима к распределению (схемы приложения) нагрузки как без снеговых заносов, так и со снеговыми заносами.

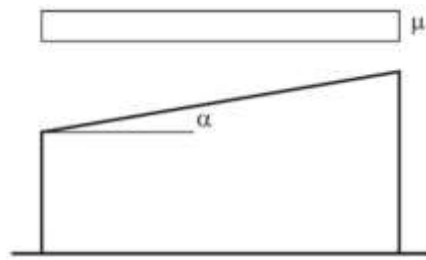


Рисунок 5.2 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок. Односкатные покрытия

5.3.3 Двускатные покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговых нагрузок, которые должны использоваться для двускатных покрытий, приведены на рисунке 5.3, при этом значения коэффициента μ_1 указаны в таблице 5.2 и показаны на рисунке 5.1.

(2) Значения коэффициентов, приведенных в таблице 5.2, применимы в случае, когда снег беспрепятственно соскальзывает с покрытия. При наличии на кровле снегоудерживающих ограждений или когда нижний край ската покрытия заканчивается парапетом, коэффициент формы силовых нагрузок должен быть не менее 0,8.

(3) Схема распределения снеговых нагрузок без учета заноса снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.3, случай i.

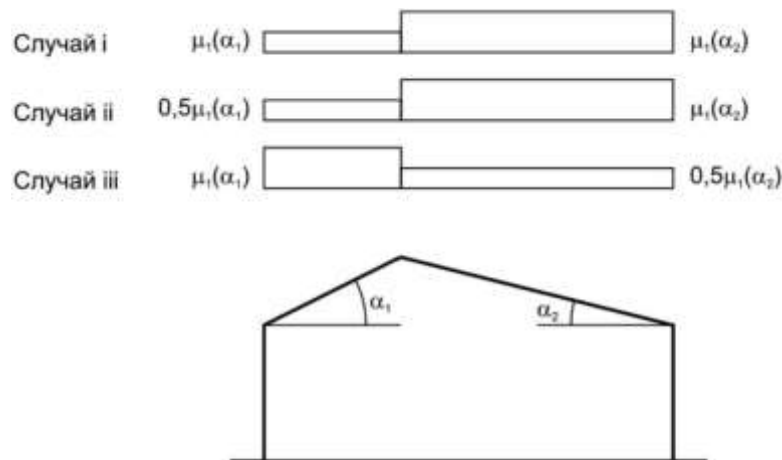


Рисунок 5.3 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок. Двускатные покрытия

(4) Схема распределения снеговых нагрузок с учетом заноса снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.3, случаи ii и iii, если иное не установлено для локальных условий.

Примечание – Альтернативное распределение снеговой нагрузки с учетом заноса снега применительно к локальным условиям допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

5.3.4 Многопролетные двускатные покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговых нагрузок для многопролетных двускатных покрытий приведены в таблице 5.2 и показаны на рисунке 5.4.

(2) Схема распределения снеговых нагрузок без учета заноса снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.4, случай i.

(3) Схема распределения снеговых нагрузок с учетом заноса снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.4, случай ii.

Примечание – Если раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» допускает, то для определения нагрузок при заносах снега применяют приложение В.

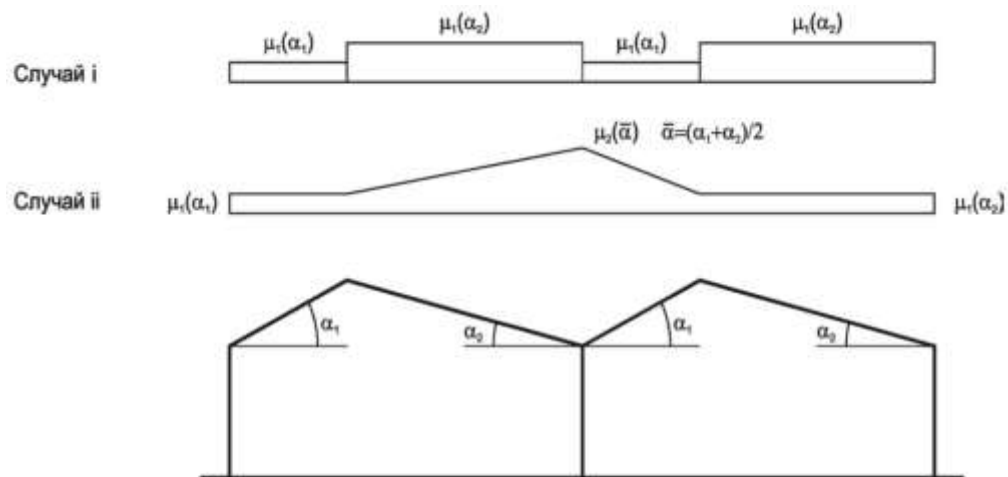


Рисунок 5.4 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок для двух- и многопролетных скатных покрытий

(4) При назначении коэффициентов формы снеговой нагрузки для многопролетных покрытий особое внимание следует уделять, когда один или более скатов имеют угол наклона более 60°.

Примечание – Дополнительные указания могут быть приведены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

5.3.5 Цилиндрические покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговых нагрузок, которые должны использоваться для цилиндрических покрытий (сводчатых или близких к ним) при отсутствии снегоудерживающих заграждений, рассчитывают по следующим формулам (см. также рисунок 5.6):

– для $\beta > 60^\circ$

$$\mu_3 = 0; \quad (5.4)$$

– для $\beta \leq 60^\circ$

$$\mu_3 = 0,2 + 10 h/b. \quad (5.5)$$

Примечание 1 – Верхнее значение μ_3 допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое верхнее значение $\beta_3 = 2,0$ (см. рисунок 5.5).

Примечание 2 – Правила учета эффектов от снегоудерживающих заграждений на цилиндрических покрытиях допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

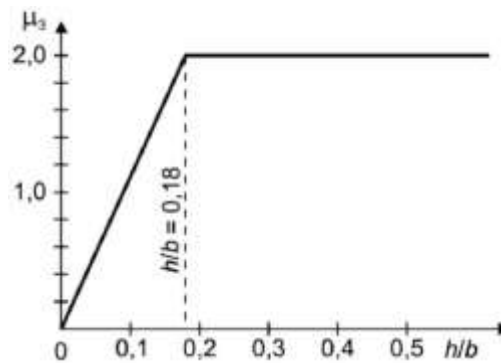


Рисунок 5.5 – Рекомендуемые значения коэффициента формы снеговых нагрузок для цилиндрических покрытий при различных отношениях высоты к пролету (для $\beta > 60^\circ$)

(2) Схема распределения нагрузок без учета заносов снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.6, случай i.

(3) Схема распределения нагрузок с учетом заносов снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.6, случай ii.

Примечание – Альтернативные распределения снеговых нагрузок с учетом заносов снега допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

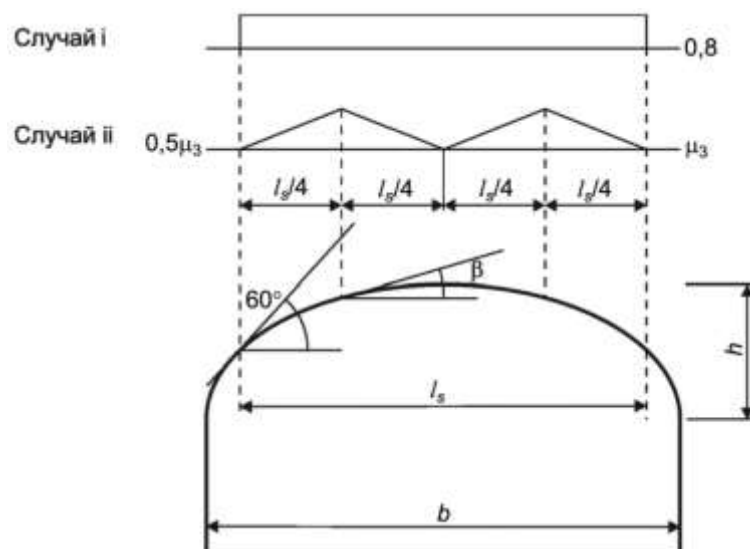


Рисунок 5.6 – Коэффициент формы снеговых нагрузок для цилиндрических покрытий

5.3.6 Покрытия здания, примыкающего к более высокому сооружению (покрытия зданий с перепадами высот)

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые необходимо применять для покрытий, примыкающих к более высоким сооружениям (рисунок 5.7) рассчитывают по следующим формулам:

$$\mu_1 = 0,8 \text{ (при условии, что нижняя кровля плоская);} \quad (5.6)$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w, \quad (5.7)$$

где μ_s – коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий соскальзывание (снос) снега с более высокого покрытия: для $\alpha \leq 15^\circ$, $\mu_s = 0$; для $\alpha > 15^\circ$ μ_s определяют из дополнительной нагрузки, составляющей 50 % от максимальной снеговой нагрузки, на уклоне верхней поверхности кровли согласно 5.3.3;

μ_w – коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающей влияние ветра:

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k, \quad (5.8)$$

здесь γ – удельный вес снега, который допускается принимать 2 кН/м^2 .

Верхнее и нижнее значение μ_w должно быть определено.

Примечание 1 – Значения μ_w допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемый диапазон значений составляет $0,8 \leq \mu_w \leq 4$.

Длину заноса определяют следующим образом:

$$l_s = 2h.$$

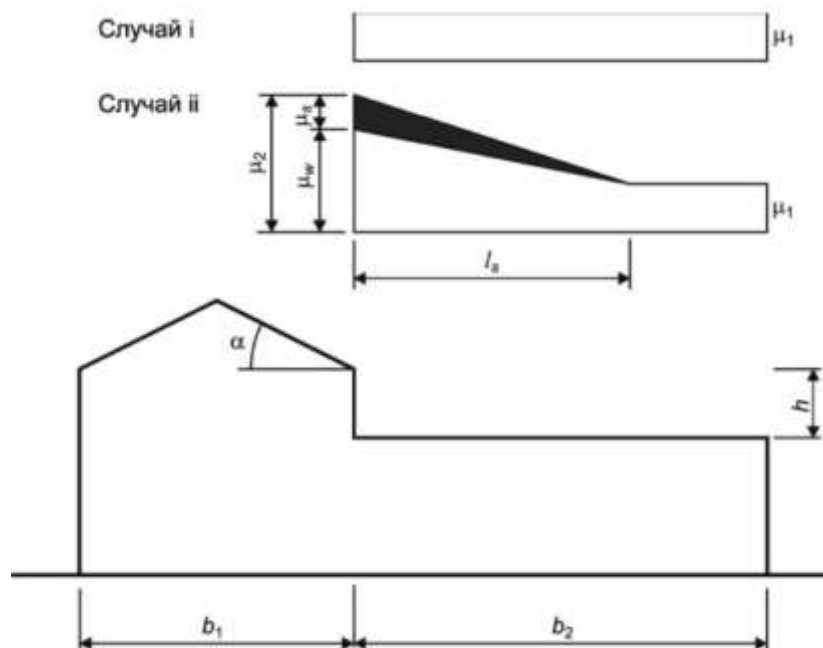
Примечание 2 – Ограничение l_s допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое ограничение составляет $5 \leq l_s \leq 15 \text{ м}$.

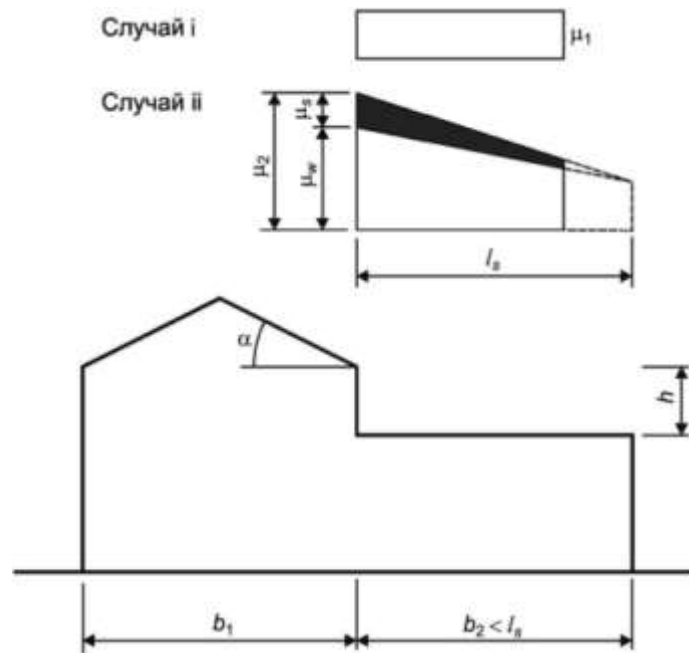
Примечание 3 – При $b_2 < l_s$, коэффициент на краю нижней кровли допускается определять интерполяцией между μ_1 и μ_2 (см. рисунок 5.7).

(2) Схема распределения нагрузок без учета заноса снега, которая должна использоваться при расчетах, показана на рисунке 5.7, случай i.

(3) Схема распределения нагрузок с учетом заноса снега, которая должна использоваться при расчетах, показана на рисунке 5.7, случай ii, если для местных условий не установлены иные схемы распределений.

Примечание – Если в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается, то для определения нагрузок при заносах снега применяют приложение В.





Данная схема распределения нагрузок распространяется при $b_2 < l_s$.

Рисунок 5.7 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок для покрытий, примыкающих к более высоким сооружениям

6 Локальные эффекты

6.1 Общие положения

(1) В настоящем разделе рассмотрены усилия, применяемые для локальных проверок при скоплении снега:

- у надстроек (выступающих частей) и заграждений на покрытиях;
- у краев покрытий;
- у снегоудерживающих заграждений.

(2) Следует рассматривать постоянные/переходные расчетные ситуации.

6.2 Скопление снега у надстроек и заграждений

(1) При ветреных условиях скопления снега (сугробы) могут образовываться на любых покрытиях, которые имеют выступающие части (надстройки), создающие зоны аэродинамической тени, в которых накапливается (аккумулируется) снег.

(2) Коэффициенты формы снеговых нагрузок и длину заносов (сугробов) для квазигоризонтальных покрытий (рисунок 6.1) следует определять:

$$\mu_1 = 0,8, \mu_2 = \gamma h / s_k \quad (6.1)$$

с ограничением

$$0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0, \quad (6.2)$$

где γ – удельный вес снега, который для этого расчета допускается принимать равным 2 кН/м^3 ;

$$l_s = 2h \quad (6.3)$$

с ограничением

$$5 \leq l_s = 15 \text{ м.}$$

Примечание – Приложение В может быть использовано для определения случая нагрузки, вызванной заносом снега, если это допустимо в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

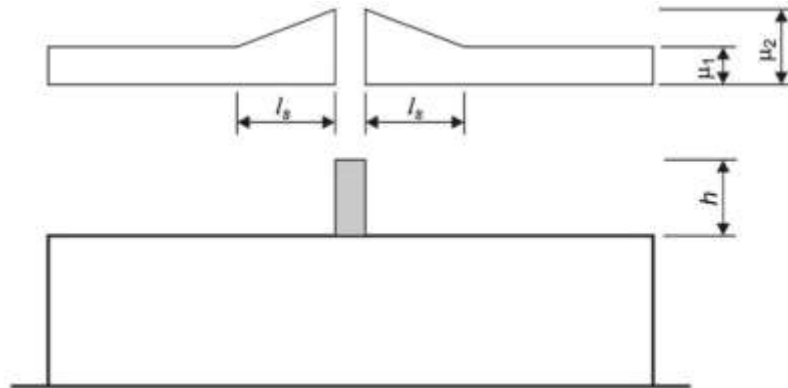


Рисунок 6.1 – Коэффициенты формы снеговых нагрузок на покрытиях с выступающими частями и заграждениями

6.3 Нависание снега на краю ската покрытия

(1) На краю ската покрытия следует учитывать нависание снега.

Примечание – Условия применения настоящего раздела допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуется применение данного раздела для строительных площадок, расположенных на высоте более 800 м над уровнем моря.

(2) При определении расчетных параметров выступающих за стены элементов кровли наряду с нагрузками на эту часть кровли также следует учитывать нагрузки от нависания снега на краю ската покрытия.

Нагрузки от нависания снега допускается рассчитывать по формуле

$$s_e = ks^2 / \gamma, \quad (6.4)$$

где s_e – снеговые нагрузки на 1 м длины, вызванные свисанием снега (рисунок 6.2);

s – снеговые нагрузки на кровлю (см. 5.2);

γ – удельный вес снега, который для этого расчета допускается принимать равным 3 кН/м³;

k – коэффициент, учитывающий неравномерность формы свисания снега.

Примечание – Значение k допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Для расчета рекомендуется принимать: $k = 3 / d$ при $k \leq d \gamma$, где d – толщина слоя снега на кровле, м (см. рисунок 6.2).

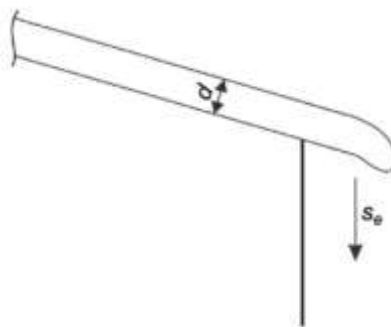


Рисунок 6.2 – Навес снега на краю ската покрытия (кровли)

6.4 Снеговые нагрузки на снегоудерживающих заграждениях и других преградах

(1) При определенных условиях снег может соскальзывать (сползать) с наклонных или закругленных покрытий.

Коэффициент трения снега по поверхности покрытия принимают равным нулю.

Для этих расчетов усилие F_s , возникающее при давлении соскальзывающей массы снега в направлении скольжения на единицу длины здания, определяют по формуле

$$F_s = sb \cdot \sin \alpha, \quad (6.5)$$

где s – снеговые нагрузки на кровлю при самом неблагоприятном расчетном случае снеговых нагрузок без учета заноса снега, который может возникать на поверхности кровли, с которой происходит обрушение снега (см. 5.2 и 5.3);

b – горизонтальное расстояние от снегоудерживающей решетки или надстройки до следующей решетки или до конька;

α – уклон кровли, измеренный относительно горизонтали.

Приложение А

Расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, используемые для различных местных условий

(1) В таблице А.1 приведены четыре случая А, В1, В2 и В3 (см. 3.2, 3.3(2) или 3.3(3)), расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок для каждого отдельного случая.

Таблица А.1 – Расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, используемые для различных местных условий

Обычные условия		Чрезвычайные условия	
Случай А	Случай В1	Случай В2	Случай В3
Отсутствие чрезвычайных снегопадов Отсутствие чрезвычайных заносов	Чрезвычайные снегопады Отсутствие чрезвычайных заносов	Отсутствие чрезвычайных снегопадов Чрезвычайные заносы	Чрезвычайные снегопады Чрезвычайные заносы
3.2(1)	3.3(1)	3.3(2)	3.3(3)
<i>Постоянная/переходная расчетная ситуация</i>	<i>Постоянная/переходная расчетная ситуация</i>	<i>Постоянная/переходная расчетная ситуация</i>	<i>Постоянная/переходная расчетная ситуация</i>
[1] без учета заноса $\mu_i C_e C_t S_k$	[1] без учета заноса $\mu_i C_e C_t S_k$	[1] без учета заноса $\mu_i C_e C_t S_k$	[1] без учета заноса $\mu_i C_e C_t S_k$

[2] с учетом заноса $\mu_i C_e C_t S_k$	[2] с учетом заноса $\mu_i C_e C_t S_k$	[2] с учетом заноса $\mu_i C_e C_t S_k$	[2] с учетом заноса $\mu_i C_e C_t S_k$
	Особая расчетная ситуация (когда снег является особым воздействием)	Особая расчетная ситуация (когда снег является особым воздействием)	Особая расчетная ситуация (когда снег является особым воздействием)
	[3] без учета заноса $\mu_i C_e C_t C_{esl} S_k$	[3] с учетом заноса $\mu_i S_k$ (для форм кровли согласно приложению В)	[3] без учета заноса $\mu_i C_e C_t C_{esl} S_k$
	[4] с учетом заноса $\mu_i C_e C_t C_{esl} S_k$		[4] с учетом заноса $\mu_i S_k$
Примечание 1 – Чрезвычайные условия устанавливаются в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Примечание 2 – Для случаев В1 и В3 в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут устанавливаться расчетные ситуации в зависимости от особых местных условий по разделу 6.			

Приложение В

Коэффициенты формы снеговых нагрузок при чрезвычайных снеговых заносах

В.1 Область применения

(1) Настоящее приложение содержит коэффициенты формы снеговых нагрузок для определения схемы распределения нагрузок при чрезвычайных снеговых заносах для следующих типов покрытий (кровель):

- а) многопролетные двускатные покрытия;
- б) ступенчатые покрытия, примыкающее к более высокому сооружению;
- в) покрытия, для которых заносы возникают на выступающих частях, надстройках, парапетах;
- г) для всех других схем распределения нагрузок следует учитывать разделы 5 и 6.

(2) При учете случаев снеговых нагрузок с применением коэффициентов формы снеговых нагрузок согласно настоящему приложению следует исходить из того, что эти нагрузки из-за снеговых заносов рассматриваются как чрезвычайные и что рядом на кровле снег отсутствует.

(3) При определенных обстоятельствах на один и тот же участок кровли может распространяться более одного расчетного случая снеговых нагрузок; в таких случаях эти расчетные случаи нагрузок применяют как альтернативные.

В.2 Многопролетные двускатные покрытия

(1) Коэффициент формы снеговых нагрузок при чрезвычайных заносах в разжелобках многопролетных двускатных покрытий указан на рисунках В.1 и В.2.

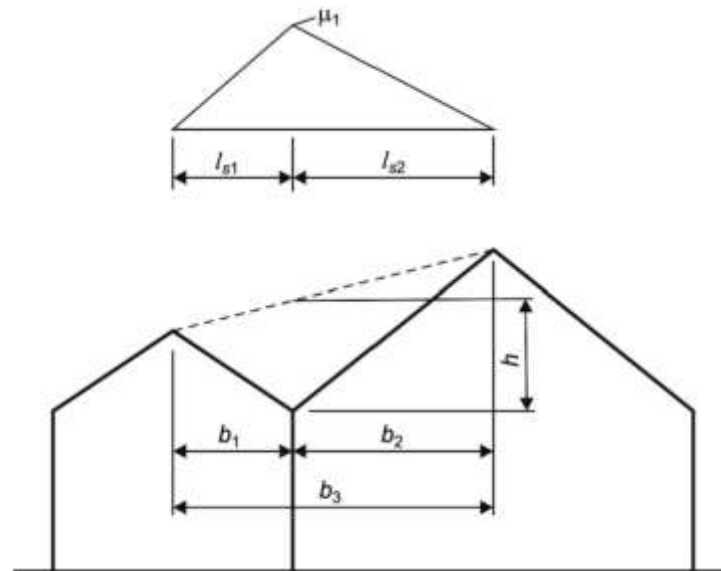


**Рисунок В.1 – Коэффициент формы и длина чрезвычайного снегового заноса.
Разжелобки многопролетных двускатных покрытий**

(2) Коэффициент формы, приведенной на рисунке В.1, определяют как минимальный из следующих значений:

$$\mu_1 = 2h / s_k,$$

$$\mu_1 = 2b_3 / (l_{s1} + l_{s2}),$$

$$\mu_1 = 5.$$

Длину заноса определяют как:

$$l_{s1} = b_1, l_{s2} = b_2.$$

(3) В покрытиях, имеющих более чем один конек, близких к симметричным и имеющим одинаковую геометрию, b_3 принимают как проекцию двух наклонных поверхностей (т. е. пролет многопролетного покрытия $\times 1,5$), и это распределение снеговых нагрузок, должно быть рассмотрено при приложении к каждому разжелобку, хотя и не обязательно одновременно.

(4) При выборе b_3 для кровель с неодинаковой геометрией следует учитывать, что значительные различия в высоте коньков и/или пролетов многопролетного покрытия могут препятствовать свободному перемещению снега по покрытию и способствовать теоретически необходимому для скопления количеству снега.

(5) В случае, когда в расчете сооружения одновременные заносы в нескольких разжелобках шедовой кровли учитывают как общую нагрузку, применяют максимальный предел для количества перемещенного снега на покрытии. Общие снеговые нагрузки на 1 м длины всех одновременных заносов не должны превышать значение снеговых нагрузок на грунт, умноженное на длину сооружения перпендикулярно конькам в месте разжелобка.

Примечание – Если сооружение подвергается асимметричным нагрузкам, то проектировщик должен учитывать возможность различных снежных заносов в разжелобках.

В.3 Покрытия, примыкающие к более высоким сооружениям (покрытия зданий с перепадами высот)

(1) Коэффициенты формы снеговых нагрузок при чрезвычайных заносах, применяемые к ступенчатым покрытиям, показаны на рисунке В.2 и в таблице В.1.

(2) Расчетный случай снеговых нагрузок, указанный на рисунке В.2, также распространяется на кровли, расположенные поблизости, но не примыкающие к более высоким сооружениям, при этом необходимо учитывать только фактическую нагрузку на нижнюю кровлю, т. е. нагрузкой между обоими сооружениями можно пренебречь.

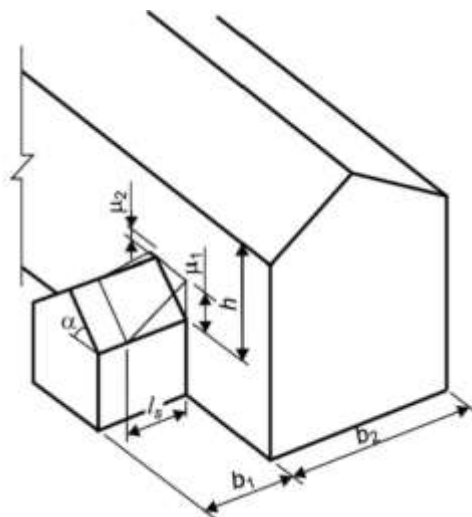


Рисунок В.2 – Коэффициенты формы и длина чрезвычайных снеговых заносов. Ступенчатые покрытия, примыкающие к более высоким зданиям

(3) Длина снегового заноса l_s равна минимальному значению из $5h$, b_1 или 15 м.

Таблица В.1 – Коэффициенты формы при чрезвычайных снеговых заносах для покрытий, примыкающих к более высоким сооружениям

Коэффициент формы	Уклон кровли α_1			
	$0^\circ \leq \alpha_1 \leq 15^\circ$	$15^\circ < \alpha_1 \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha_1 < 60^\circ$	$60^\circ \leq \alpha_1$
μ_1	μ_3	$\mu_3 \cdot [(30 - \alpha_1) / 15]$	0	0
μ_2	μ_3	μ_3	$\mu_3 \cdot [(60 - \alpha_1) / 30]$	0

Примечание – μ_3 – наименьшее значение из $2h/s_k$, $2b/l_s$ или 8, где b – максимальное значение из b_1 или b_2 ; l_s – наименьшее значение из $5h$, b_1 или 15 м.

В.4 Покрытия, на которых снеговые заносы появляются у выступающих частей, ограждений и парапетов

(1) Коэффициенты формы для снеговых нагрузок при чрезвычайных снеговых заносах, применяемые для покрытий, на которых заносы появляются у выступающих частей (надстроек), ограждений, отличных от парапетов, приведены в В.4(2) и показаны на рисунке В.3. Коэффициенты формы при снеговых заносах на парапетах приведены в В.4(4).

(2) а) Если вертикальное возвышение, у которого может образоваться снежный занос, не превышает 1 м, то влиянием снежного заноса можно пренебречь.

б) Настоящий раздел распространяется на:

- снеговые заносы на надстройках (выступающих частях) высотой не более 1 м;
- снеговые заносы на козырьках, выступающих не более чем на 5 м за фасад сооружения над дверями или погрузочными рампами, независимо от высоты надстроек (ограждений);

– небольшие надстройки высотой более 1 м и шириной не более 2 м допускается рассматривать как местные выступы. Для этого специального случая h допускается рассматривать как меньшее значение высоты выступа или его ширины перпендикулярно направлению ветра.

с) Коэффициент формы снеговых нагрузок, указанный на рисунке В.3, определяют как наименьшее значение из:

$$\mu_1 = 2h_1/s_k \text{ или } 5;$$

$$\mu_2 = 2h_2/s_k \text{ или } 5.$$

Кроме этого значение μ_1 для дверных козырьков, выступающих не более чем на 5 м от здания, должно составлять не более $2b/l_{s1}$, где b – большее из значений b_1 и b_2 .

д) Длиной снегового заноса l_{si} является наименьшее значение из $5h$ или b_i , $i = 1$ или 2 , $h \leq 1$ м.

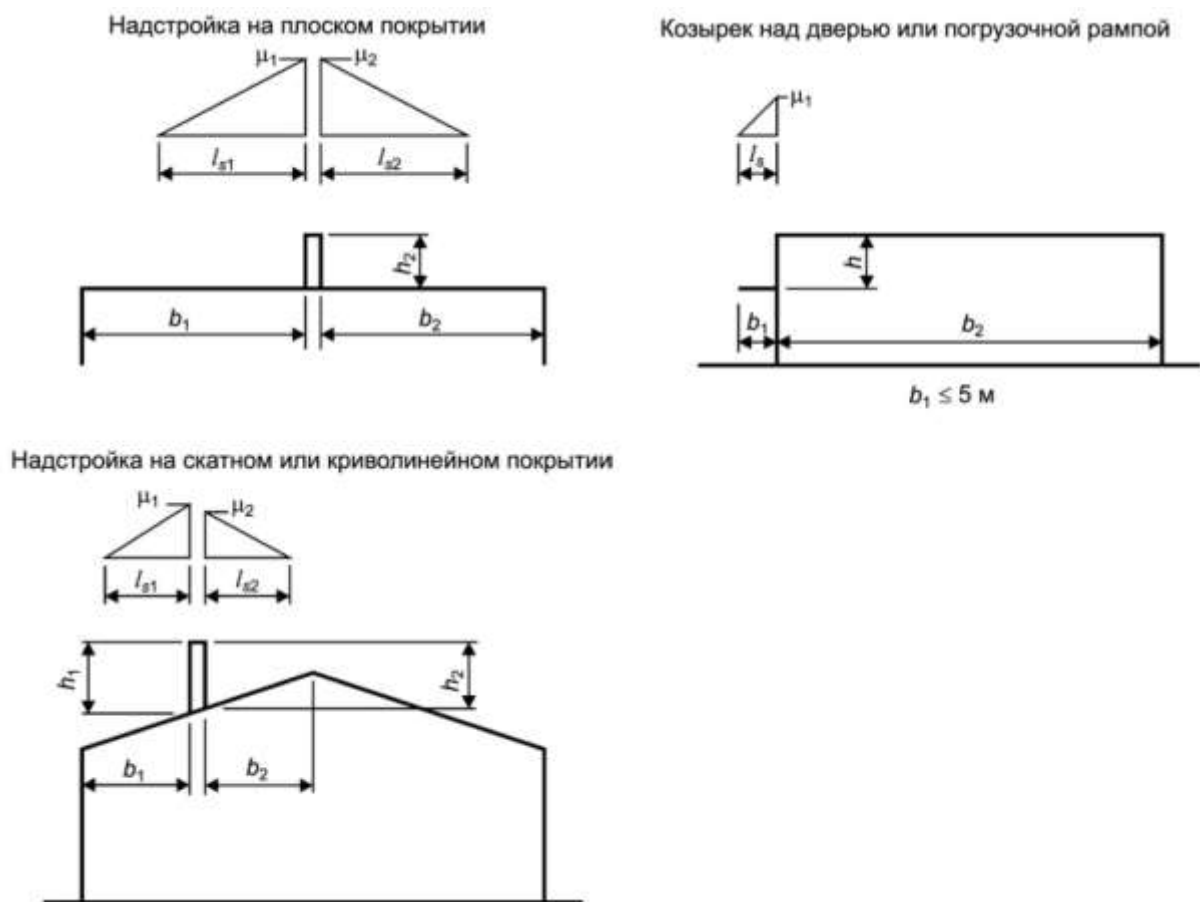
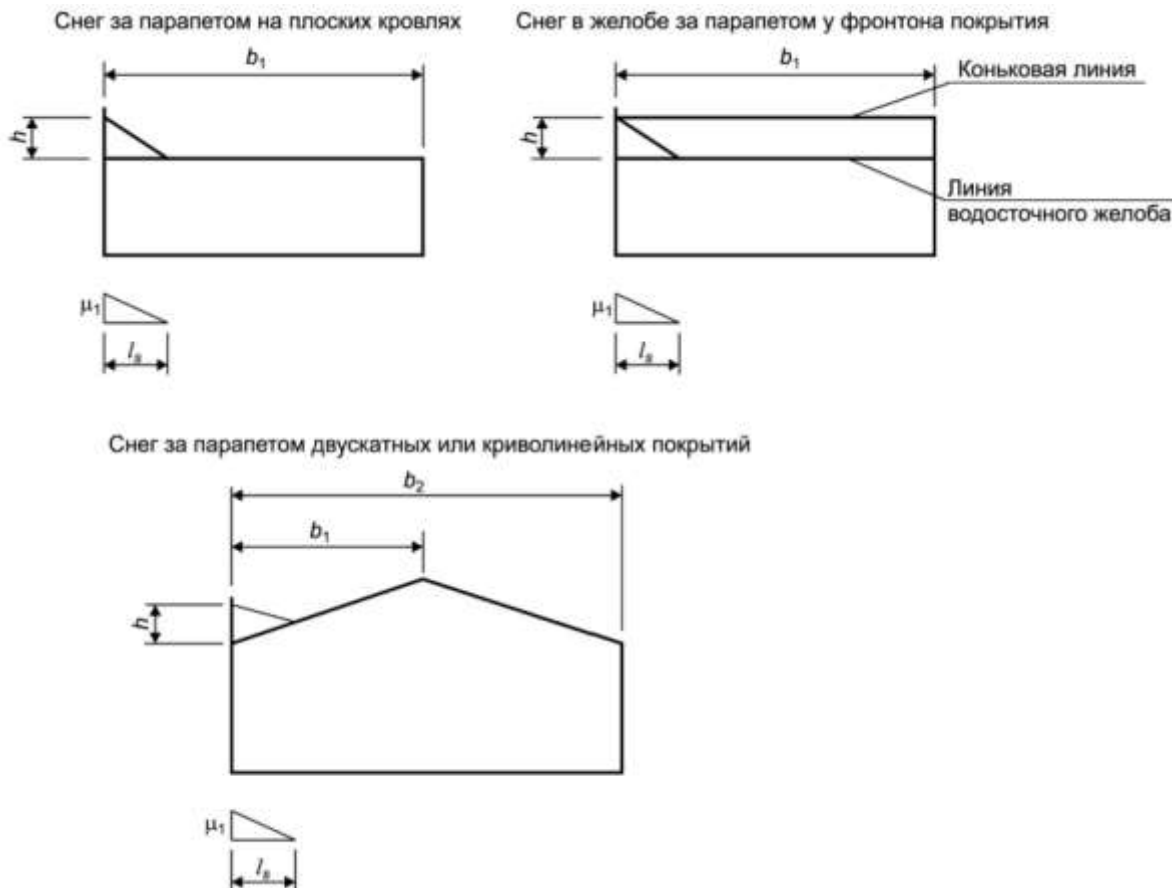


Рисунок В.3 – Коэффициенты формы при чрезвычайных снеговых заносах, когда заносы появляются у выступающих частей надстроек и заграждений

(3) Коэффициенты формы для снеговых нагрузок при чрезвычайных снеговых заносах на кровлях с заносами на парапетах указаны на рисунке В.4.



Примечание – b_2 следует применять для расчета коэффициента формы.

**Рисунок В.4 – Коэффициенты формы при чрезвычайных снеговых заносах.
Покрытия с парапетами**

(4) Коэффициент формы, показанный на рисунке В.4, определяют как наименьшее из значений:

$$\mu_1 = 2h/s_k ,$$

$$\mu_1 = 2b/l_s, \text{ где } b - \text{большее значение из } b_1 \text{ и } b_2;$$

$$\mu_1 = 8.$$

Длиной заноса l_s является наименьшее значение из $5h$, b_1 или 15 м.

(5) При заносах в разжелобке за парапетом на фронтоне следует принимать, что снеговая нагрузка на лицевой стороне парапета линейно уменьшается от максимального значения в разжелобке до нуля у примыкающих коньков при условии, что парапет выступает не более чем на 300 мм над коньком.

Приложение С

Европейские карты снеговых нагрузок на грунт

(1) В настоящем приложении рассмотрены европейские карты снеговых нагрузок, составленные на основании научных исследований, выполненных по поручению DGIII/D-3¹⁾ Европейской комиссии.

Примечание – Снеговые карты стран – членов ЕС, не принимавших непосредственное участие в работах исследовательской группы, содержатся в разделах настоящего приложения: С(5) – для Чешской Республики, С(6) – для Исландии и С(7) – для Польши.

(2) Цель настоящего приложения установлена в 1.1(5) и заключается в:
– оказании помощи национальным государственным органам при переработке национальных карт их стран;
– установлении гармонизированных процедур составления карт.

Это должно исключить или уменьшить различия в значениях снеговых нагрузок между странами – членами ЕС и особенно на их границах.

(3) Европейские карты снеговых нагрузок, разработанные исследовательской группой, подразделены на девять различных однородных климатических регионов, как это показано на рисунках С.1–С.10.

(4) Для каждой климатической зоны дана расчетная зависимость между высотным положением местности и снеговой нагрузкой согласно таблице С.1.

Для каждого климатического региона установлены различные зоны. Каждая зона имеет свой номер Z, который применяется в расчетной зависимости, связывающей высотные отметки местности и снеговые нагрузки.

Снеговые нагрузки на грунт в различных местах указаны только на карте Норвегии.

Указанные характеристические значения снеговых нагрузок на грунт относятся к среднему периоду повторяемости (MRI), равному 50 лет.

(5) Карта на рисунке С.11 предоставлена Национальными государственными органами Чешской Республики.

(6) Карта на рисунке С.12 предоставлена Национальными государственными органами Исландии.

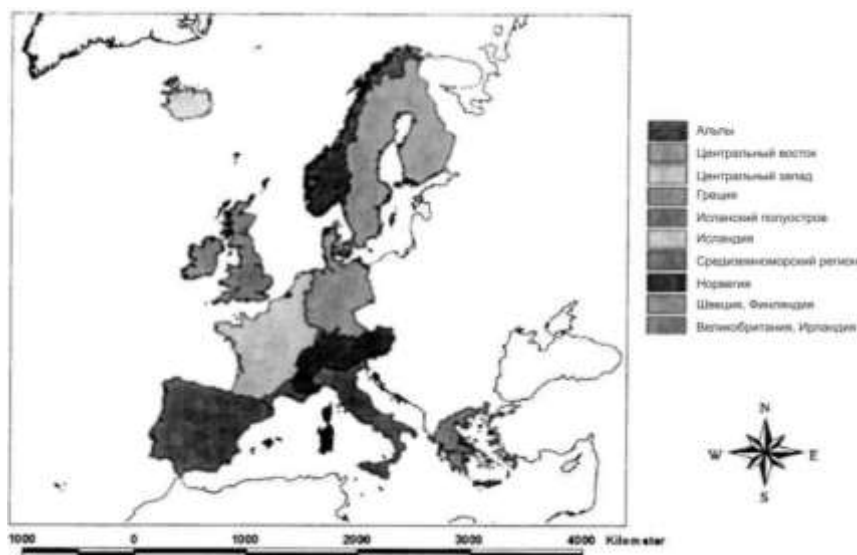


Рисунок С.1 – Европейские климатические регионы

¹⁾ В указанных ниже документах приведены результаты исследований; документы можно приобрести в: Комиссии ЕС DGIII-D-3, Rue de la Loi, 200 B – 1049 Brussels, или в: Università degli Studi di Pisa Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Via Diotisalvi, 2, 56 100 Pisa (IT).

Этап 1 Final Report to the European Commission, Scientific Support Activity in the Field of Structural Stability of Civil Engineering Works: Snow Loads, Department of Structural Engineering, University of Pisa, March 1998.

Этап 2 Final Report to the European Commission, Scientific Support Activity in the Field of Structural Stability of Civil Engineering Works: Snow Loads, Department of Structural Engineering, University of Pisa, September 1999.

Таблица С.1 – Зависимость между высотным положением местности и снеговыми нагрузками

Климатический регион	Расчетное требование
Альпийский регион	$s_k = (0,642Z + 0,009) \left[1 + \left(\frac{A}{728} \right)^2 \right]$
Центральный восток	$s_k = (0,264Z - 0,002) \left[1 + \left(\frac{A}{256} \right)^2 \right]$
Греция	$s_k = (0,420Z - 0,030) \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$
Испанский полуостров	$s_k = (0,190Z - 0,095) \left[1 + (524)^2 \right]$
Средиземноморский регион	$s_k = (0,498Z - 0,209) \left[1 + \left(\frac{A}{452} \right)^2 \right]$
Центральный запад	$s_k = 0,164Z - 0,082 + \frac{A}{966}$
Швеция/Финляндия	$s_k = 0,790Z - 0,375 + \frac{A}{336}$
Великобритания, Ирландия	$s_k = 0,140Z - 0,1 + \frac{A}{501}$

s_k – нормативное значение снеговой нагрузки на грунт, кН/м²;

A – высота местности над уровнем моря;

Z – номер зоны, указанной на карте.

(7) Карта на рисунке С.13 предоставлена Национальными государственными органами Польши.

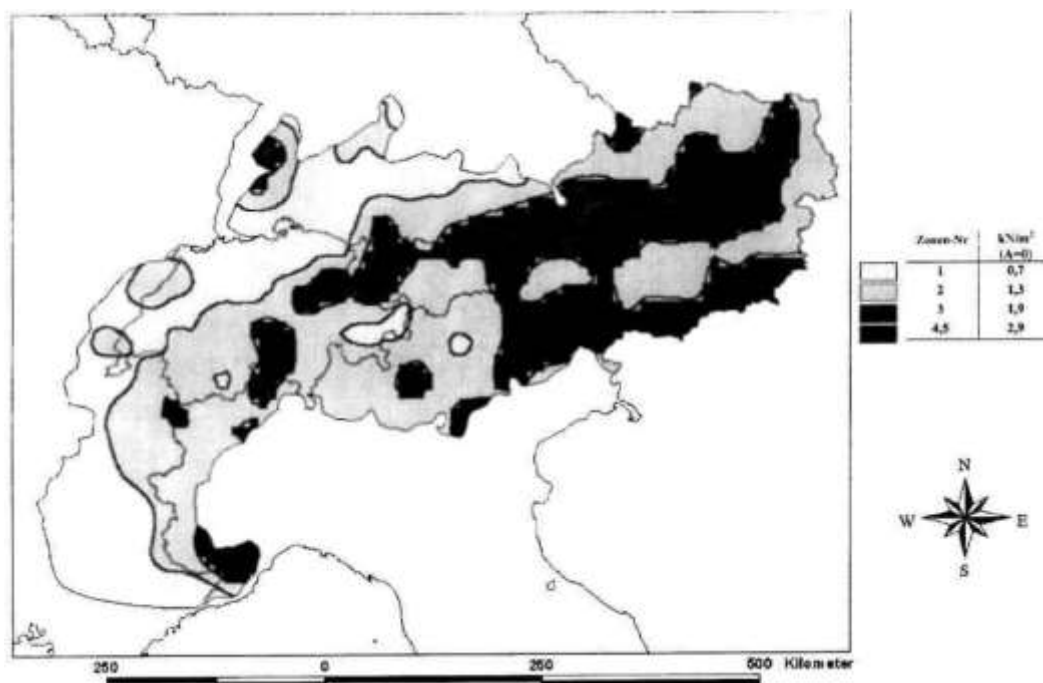


Рисунок С.2 – Альпийский регион: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

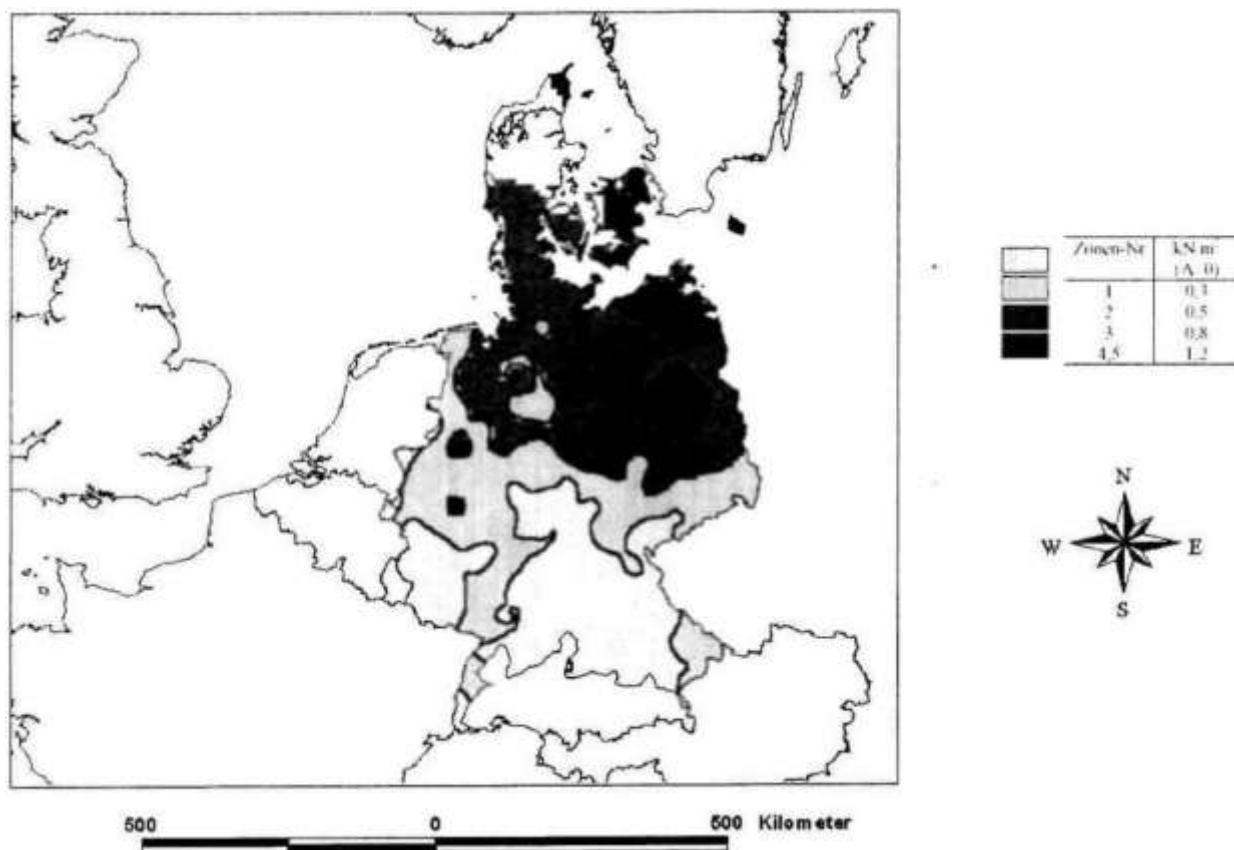


Рисунок С.3 – Центральный восток: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

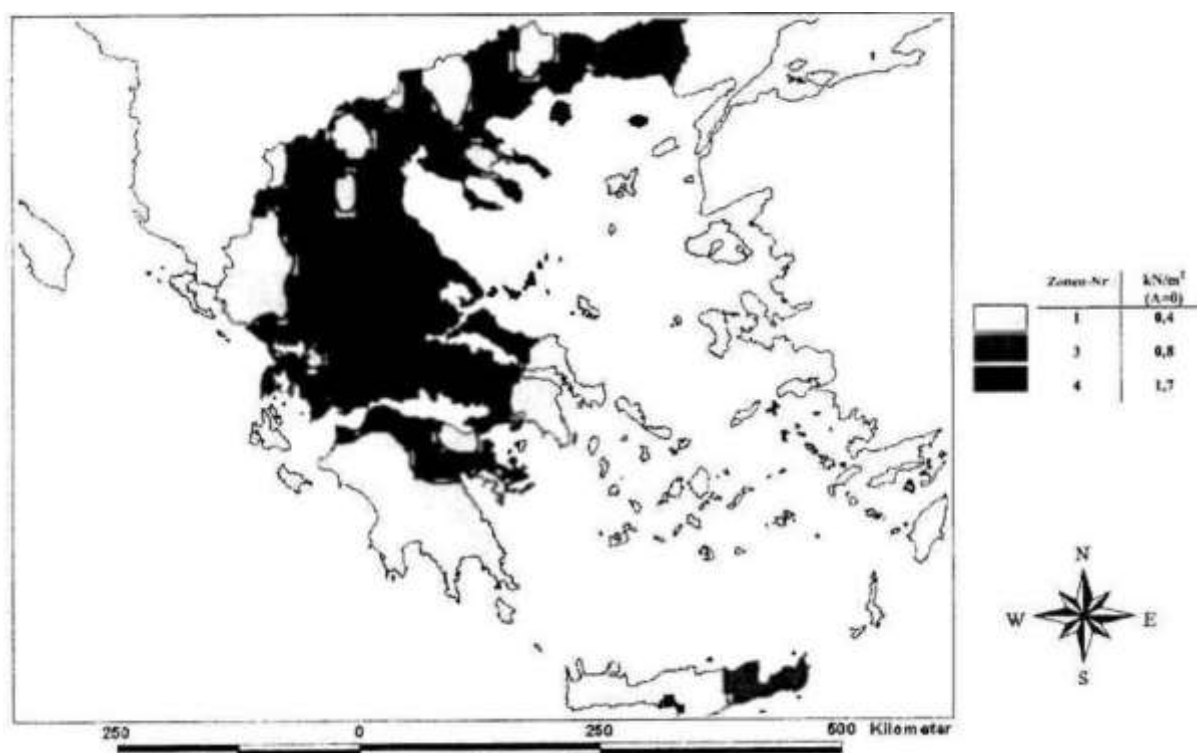


Рисунок С.4 – Греция: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

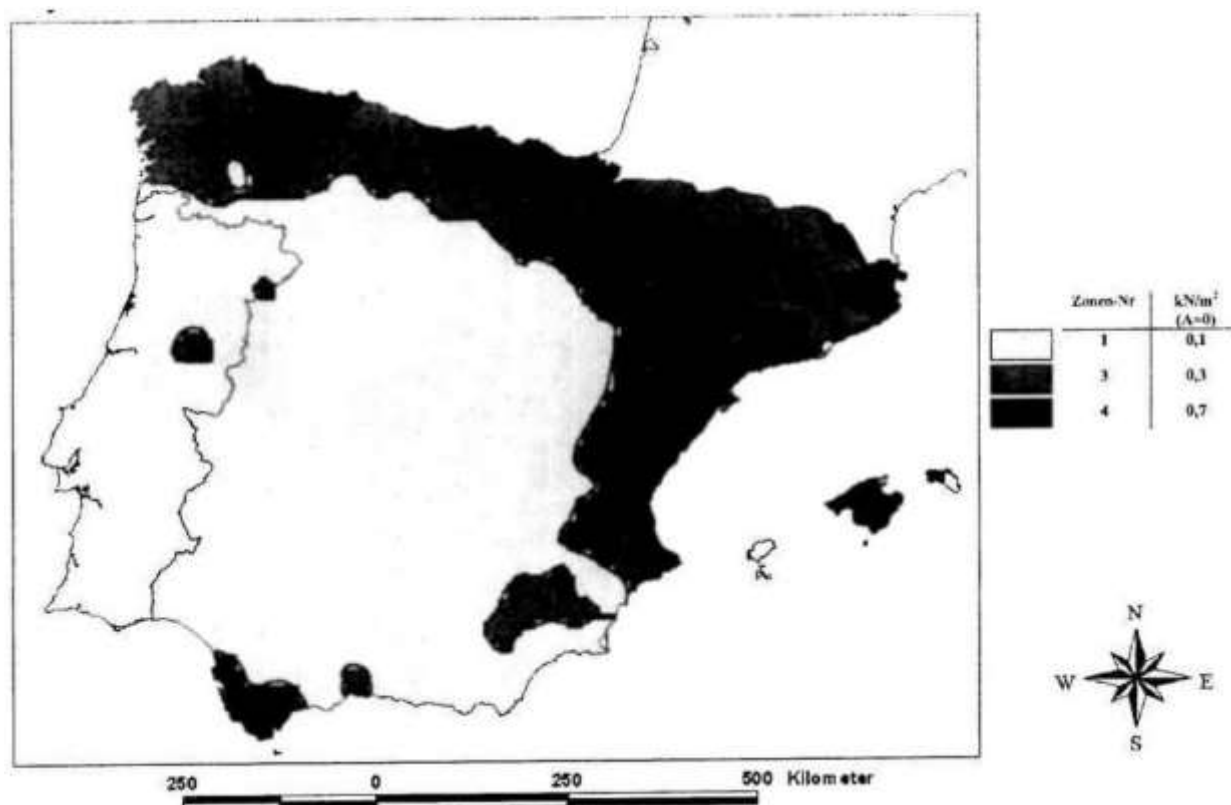


Рисунок С.5 – Испанский полуостров: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

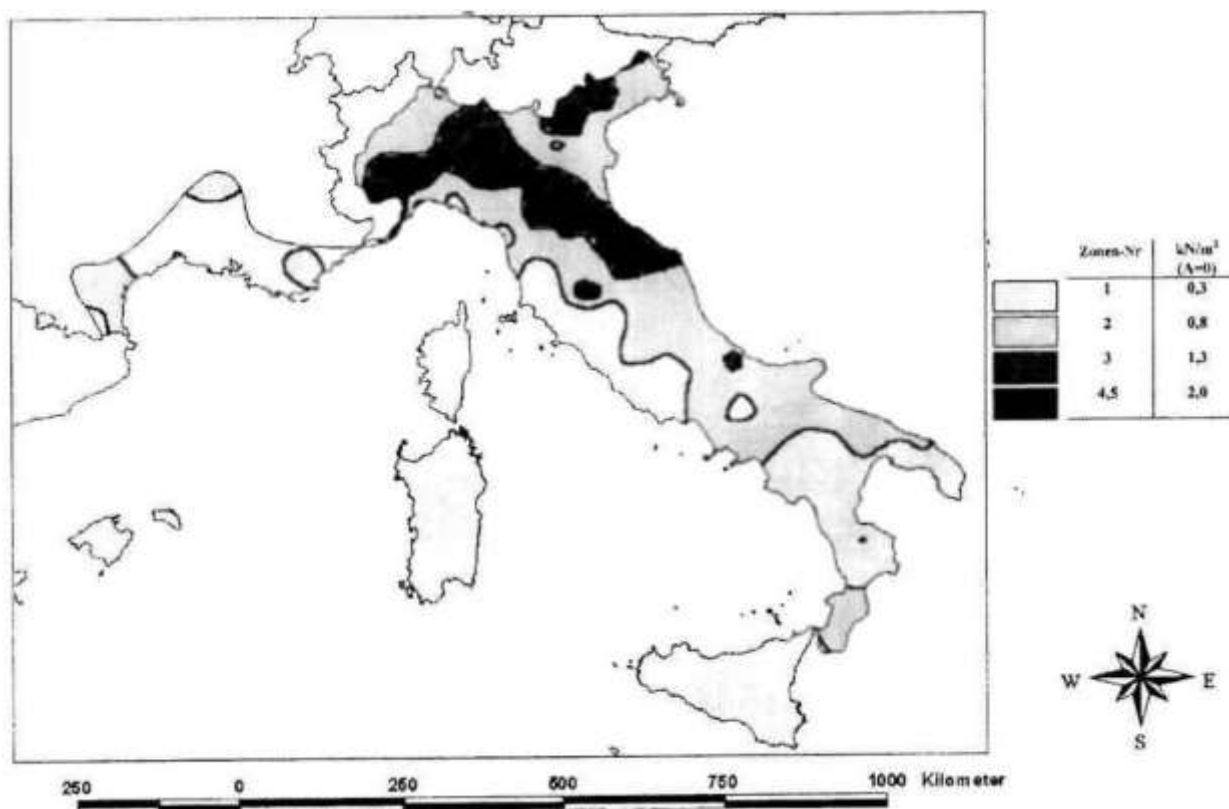


Рисунок С.6 – Средиземноморский регион: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

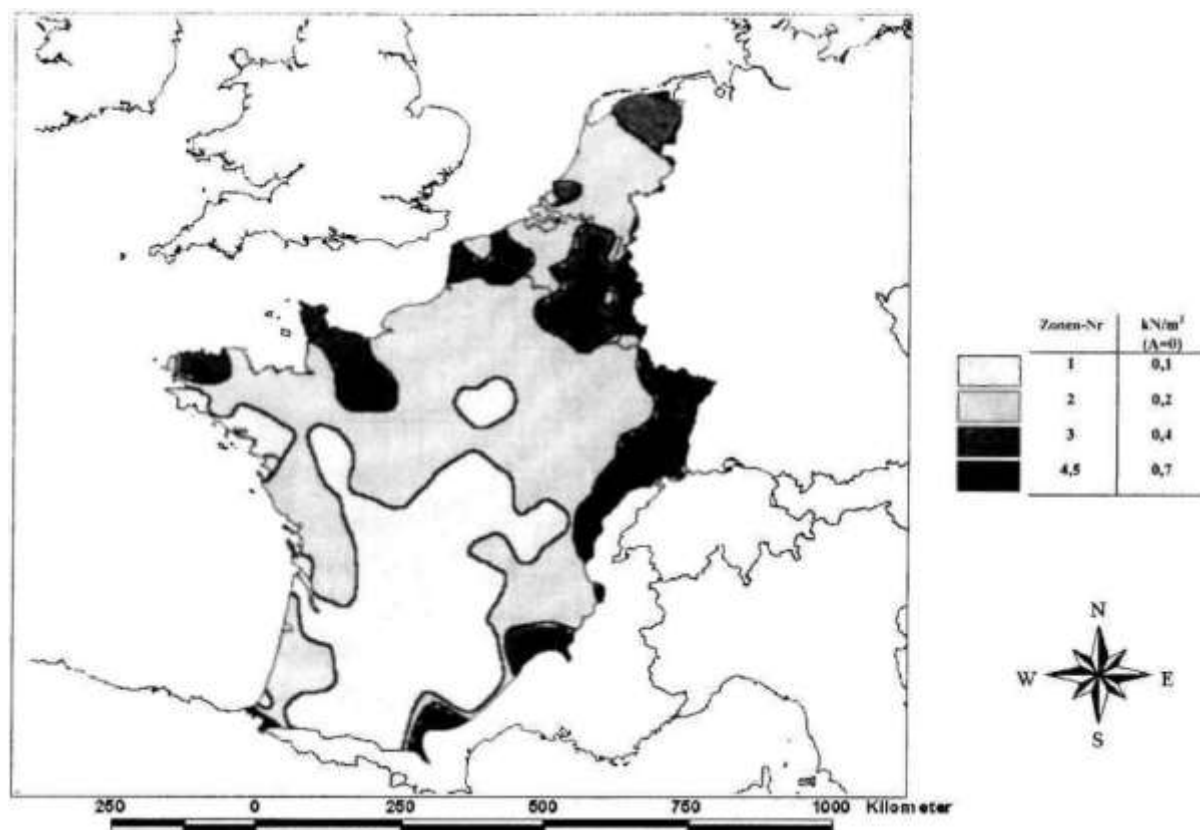


Рисунок С.7 – Центральный восток: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

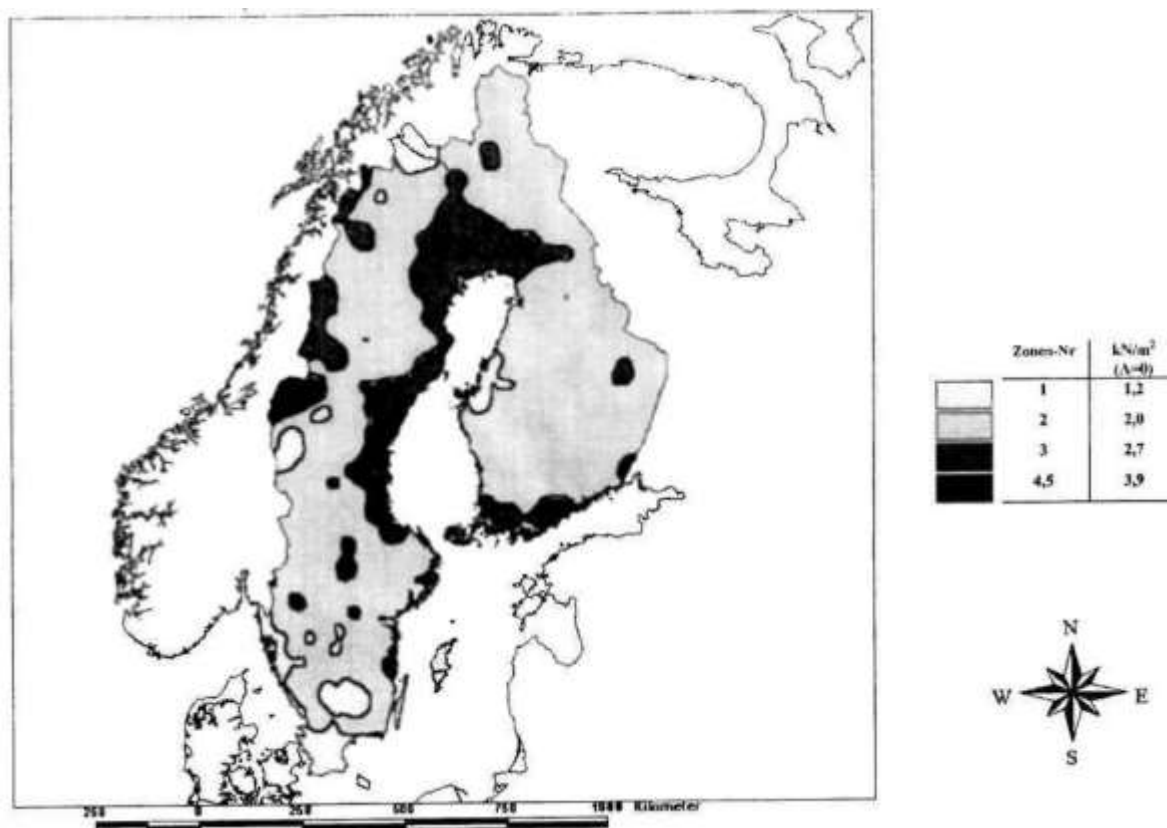


Рисунок С.8 – Швеция, Финляндия: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

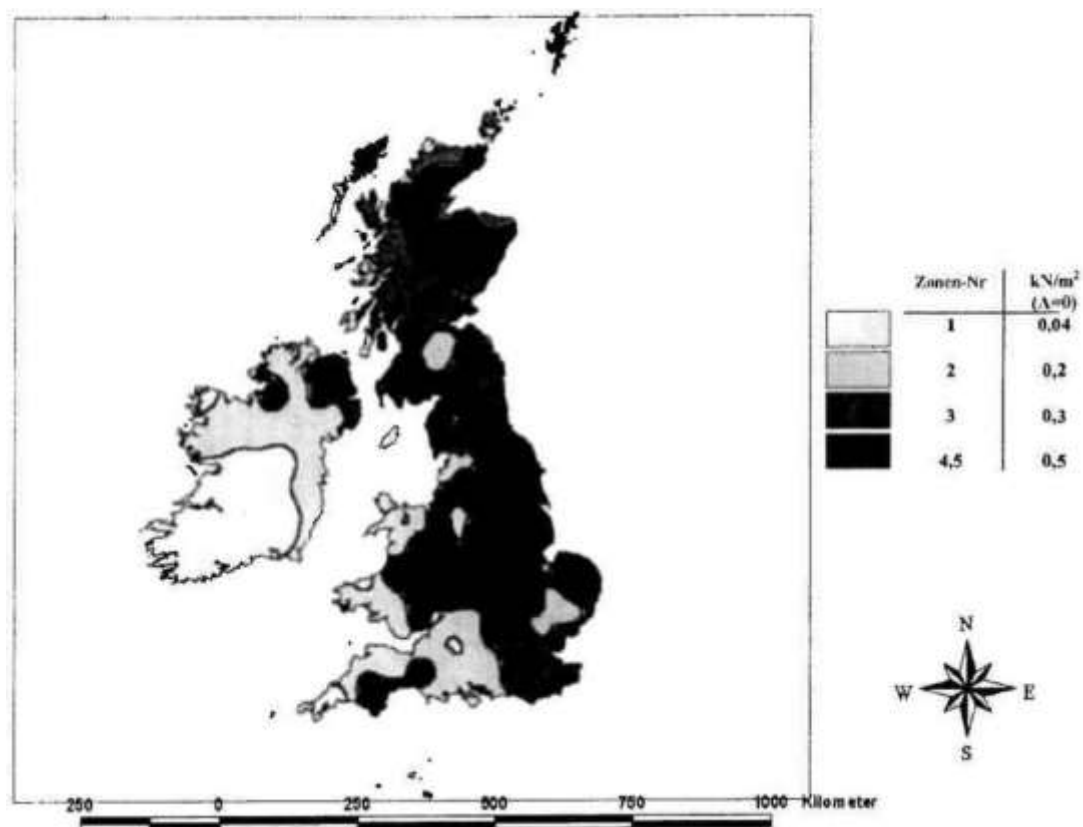


Рисунок С.9 – Великобритания, Ирландия: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

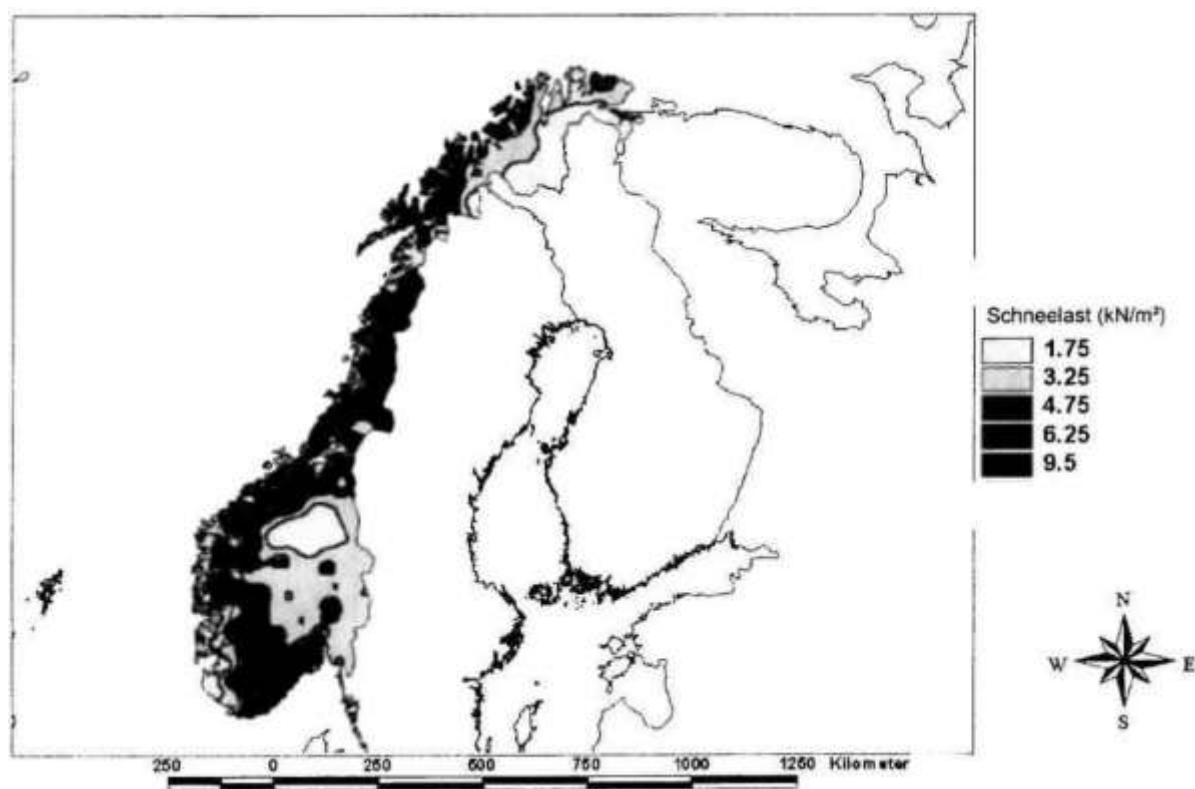


Рисунок С.10 – Норвегия: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

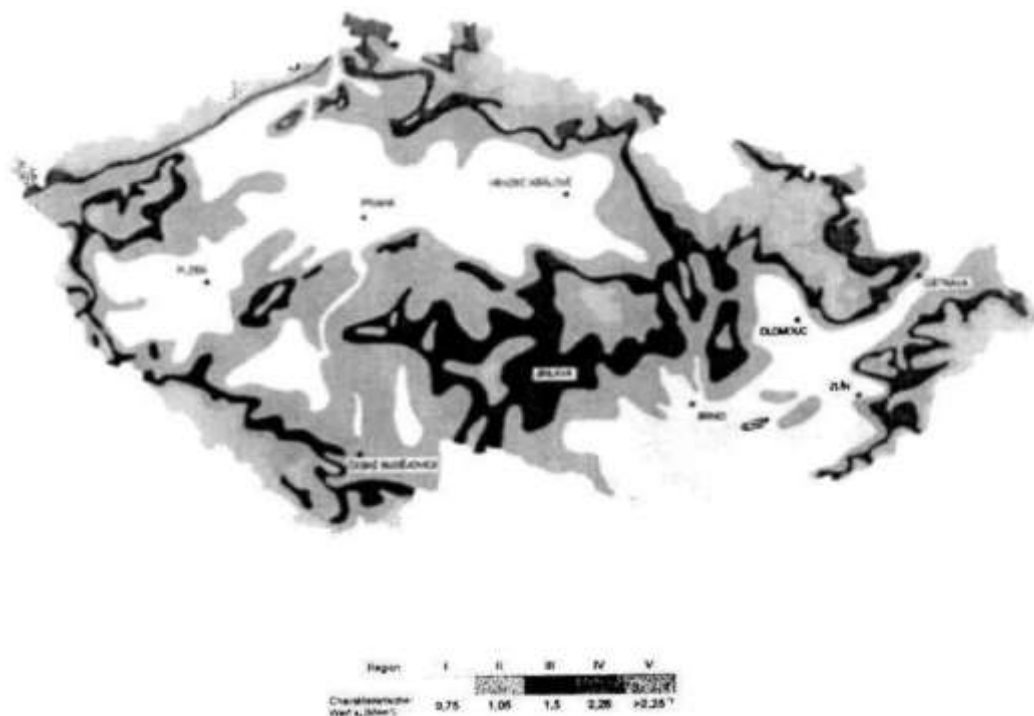


Рисунок С.11 – Чешская Республика: снеговая нагрузка на высоте уровня моря

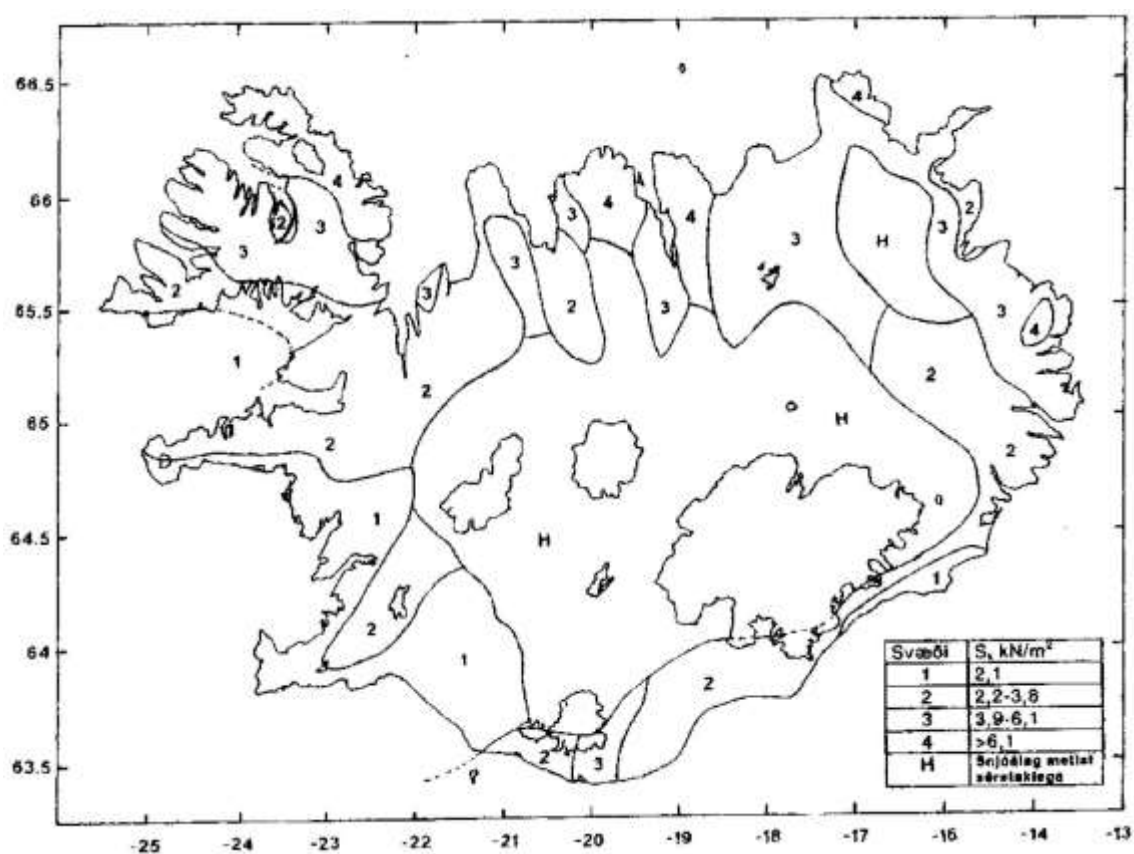


Рисунок С.12 – Карта снеговой нагрузки Исландии



Зона	s_k , кН/м ²
1	$0,007A - 1,4; s_k \geq 0,70$
2	0,9
3	$0,006A - 0,6; s_k \geq 1,2$
4	1,6
5	$0,93 \exp \cdot (0,00134A); s_k \geq 2,0$

Примечание – А – высотное положение сооружения над уровнем моря, м.

Рисунок С.13 – Карта снеговой нагрузки Польши

Приложение D

Корректировка снеговых нагрузок на грунт в соответствии с периодом повторяемости

(1) Снеговые нагрузки на грунт для любого среднего периода повторяемости, отклоняющегося от того, который принят при назначении характеристических снеговых нагрузок s_k (по определению базирующейся на годовой вероятности превышения 0,02), допускается корректировать по отношению к соответствующим характеристическим значениям, применяя D(2)–D(4). Уравнение (D.1) не следует применять к годовой вероятности превышения более 0,2 (т. е. к периоду повторяемости менее 5 лет).

(2) Если имеющиеся данные показывают, что для годовых максимумов снеговой нагрузки допускается принять распределение Гумбеля, то зависимость между характеристическим значением снеговых нагрузок на грунт и значением снеговых нагрузок на грунт для среднего периода повторяемости в n лет выражается следующим образом:

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} [\ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722]}{1 + 2,5923V} \right\}, \quad (D.1)$$

где s_k – нормативное значение снеговых нагрузок на грунт (с периодом повторяемости 50 лет согласно EN 1990:2002);

s_n – снеговые нагрузки на грунт с периодом повторяемости n лет;
 P_n – годовая вероятность превышения (соответствует приблизительно $1/n$, где n – соответствующий период повторяемости (годы));
 V – коэффициент вариации годовых максимумов снеговых нагрузок.

Примечание 1 – При необходимости уполномоченные государственные органы могут определять другую функцию распределения для корректировки снеговых нагрузок на грунт при других периодах повторяемости.

Примечание 2 – Информация о коэффициенте вариации может быть предоставлена уполномоченными государственными органами.

(3) Уравнение (D.1) графически показано на рисунке D.1.

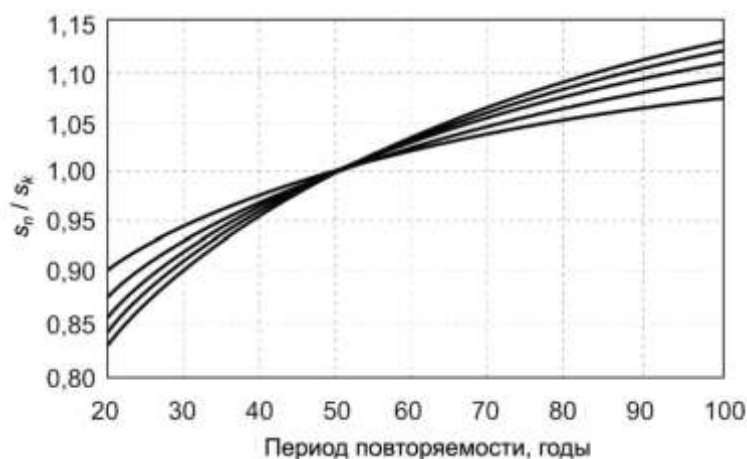


Рисунок D.1 – Корректировка снеговых нагрузок на грунт в соответствии с периодом повторяемости

(4) При необходимости уравнение (D.1) также допускается применять для расчета снеговых нагрузок на грунт для других вероятностей превышения, например для:

- сооружений, для которых можно допустить высокий риск превышения;
- сооружений, для которых требуется более высокая безопасность.

Приложение Е

Удельный вес снега

(1) Удельный вес снега изменяется и не является постоянным. В общем случае удельный вес повышается вместе с продолжительностью лежания снегового покрова и зависит от месторасположения сооружения, климатических условий и высотной отметки.

(2) Индикативные значения в таблице Е.1 допускается применять для среднего удельного веса снега, за исключением требований разделов 1–6.

Таблица Е.1 – Средний удельный вес снега

Вид снега	Удельный вес, кН/м ³
Свежий	1,0
Осевший (через несколько часов или суток после выпадения)	2,0
Старый (через несколько недель после выпадения)	2,5–3,5
Влажный	4,0

Библиография

- ISO 4355 Bases for design of structures – Determination of snow loads on roofs
(Основы проектирования конструкций. Определение снеговых нагрузок на кровли)
- ISO 3898 Bases for design of structures – Notations – General symbols
(Основы проектирования конструкций. Условные обозначения. Общие символы)

Приложение ДА

Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение и наименование регионального стандарта	Обозначение и наименование технического нормативного правового акта
EN 1990:2002	СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций
EN 1991-1-1:2002	СН 2.01.02-2019 Общие воздействия на конструкции. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий (EN 1991-1-1:2002+AC:2009)

Национальные требования и национально установленные параметры

Таблица НП.1 – Национальные требования и национально установленные параметры, которыми следует пользоваться при строительстве зданий и сооружений на территории Республики Беларусь

Элемент настоящих строительных норм	Параметры, установленные на национальном уровне
1.1(2)	Этот пункт не применяется на территории Республики Беларусь
1.1(3)	Местные условия, указанные в данном пункте, не установлены в Республике Беларусь
1.1(4)	Приложение В не применяется на территории Республики Беларусь
2(3)	На территории Республики Беларусь нет специфических условий, указанных в настоящем пункте, поэтому на территории Республики Беларусь приложение В не применяется
2(4)	На территории Республики Беларусь не бывает чрезвычайных снеговых заносов, указанных в настоящем пункте, поэтому требованиями настоящего пункта не применяют на территории Республики Беларусь
3.3(1)	На территории Республики Беларусь не бывает чрезвычайных условий, указываемых в настоящем пункте, поэтому приложение В не применяют на территории Республики Беларусь
3.3(3)	Данный пункт не применяется к условиям Республики Беларусь в соответствии с 3.3(1)
4.1(1)	Приложение С не используется на территории Республики Беларусь. Карта снеговых районов для условий Республики Беларусь приведена на рисунке НП.1 (ВУ). Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт вычисляют в соответствии с таблицей НП.1 (ВУ)

4.1(1)

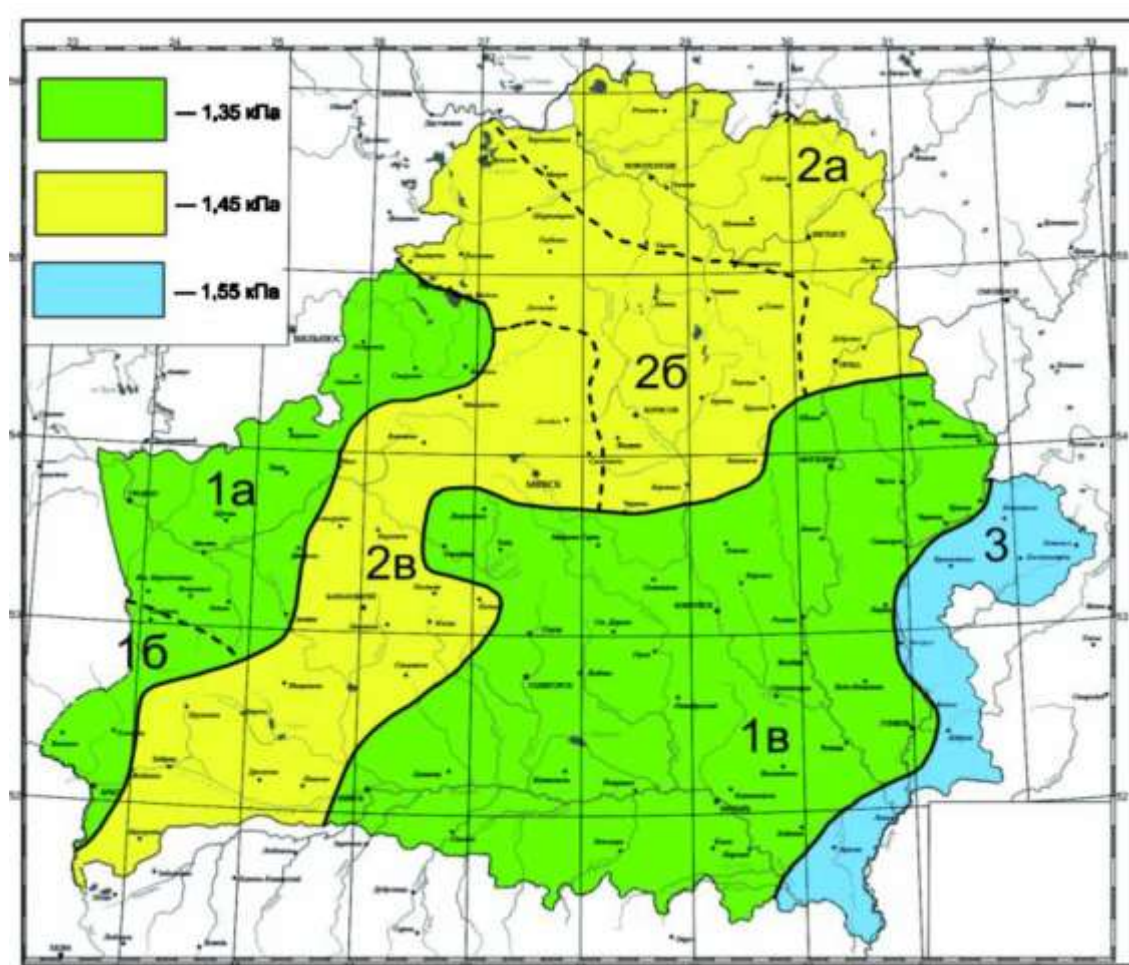


Рисунок НП.1 (ВУ) – Карта снеговых районов (период повторяемости – 50 лет), см. совместно с таблицей НП.1 (ВУ)

4.1(1)	Таблица НП.1.1 (ВУ) – Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт в зависимости от высоты местности над уровнем моря А, м			
	Номер снегового района	Подрайон	Снеговая нагрузка s_k , кПа, для местности с высотой над уровнем моря А, м	
	1	1а	$s_k = 1,35^*$	
		1б	$s_k = 1,35 + 2,20 \cdot (A - 155) / 100$	
		1в	$s_k = 1,35 + 0,38 \cdot (A - 140) / 100$	
	2	2а	$s_k = 1,45 + 0,60 \cdot (A - 125) / 100$	
		2б	$s_k = 1,45 + 0,60 \cdot (A - 150) / 100$	
		2в	$s_k = 1,45 + 0,60 \cdot (A - 210) / 100, \quad s_k \geq 1,00$	
	3	3	$s_k = 1,55^*$	
	* Характеристическое значение снеговой нагрузки в данном подрайоне (районе) принимается постоянным.			
4.1(2)	Дополнительные указания к настоящему пункту не указываются			
4.2(1)	Значения коэффициентов ψ_0, ψ_1, ψ_2 указаны в настоящем разделе и дополнительно приведены в таблице НП.2 (ВУ)			
	Таблица НП.1.2 (ВУ) – Значения коэффициентов ψ для зданий			
	Воздействие	ψ_0	ψ_1	ψ_2
	Снеговые нагрузки для зданий	0,6	0,5	0
4.3(1)	Данный пункт не применяется к условиям Республики Беларусь в соответствии с 3.3(1)			
5.2(2)	Приложение В не применяют на территории Республики Беларусь			
5.2(5)	Для условий нагружения, указанных в настоящем пункте, дополнительные указания не приводятся			
5.2(7)	На территории Республики Беларусь применяют следующие значения, приведенные в таблице НП.3 (ВУ).			
	Таблица НП.1.3 (ВУ) – Значения коэффициента C_e для различных условий местности Республики Беларусь			
	Условия местности		C_e	
	Не защищенные от ветра ^{а)}		0,8*	
	Обычные		1,0	
	Закрытые от ветра		1,0	
	^{а)} См. примечания к таблице 5.1 настоящих строительных норм.			
	* Для покрытий с наименьшим горизонтальным размером более чем 50 м коэффициент $C_e = 1,0$.			
5.2(8)	Если тепловая изоляция конструкции покрытия незначительная, коэффициент C_t допускается снижать на основании более точных исследований. При определении снеговых нагрузок для неутепленных покрытий цехов с повышенными тепловыделениями при уклонах кровли св. 3 % и обеспечении надлежащего отвода талой воды допускается принимать понижающий коэффициент $C_t = 0,8$. В остальных случаях $C_t = 1,0$. При этом нагрузка s_k должна составлять минимум 0,5 кПа			
5.3.3(4)	Альтернативные схемы распределения нагрузки в результате переноса снега, например ветром, не приводятся			
5.3.4(3)	Приложение В не применяется на территории Республики Беларусь			

5.3.4(4)	Когда угол наклона ската кровли превышает 60° , следует принимать значение $\mu_2 = 1,6$
5.3.5(1)	Примечание 1 – Верхнее предельное значение коэффициента $\mu_3 = 2,0$ следует принимать в соответствии с рисунком 5.5. Примечание 2 – Специальные указания по учету эффектов от снегоудерживающих заграждений не приводятся
5.3.6(1)	Для территории Республики Беларусь принят следующий диапазон значений коэффициента μ_w : $0,8 \leq \mu_w \leq 2,5$, если площадь нижележащего покрытия не менее 6 м^2 ; $0,8 \leq \mu_w \leq 1,5$, если площадь нижележащего покрытия 2 м^2 ; $\mu_w = 0,8$, если площадь нижележащего покрытия не более 1 м^2 . Для промежуточных значений площадей при площади нижележащего покрытия менее 6 м^2 верхний предел значения коэффициента μ_w допускается определять линейной интерполяцией. Ограничение для l_s следует принимать в пределах $2 \text{ м} \leq l_s \leq 6 \text{ м}$
5.3.6(3)	Приложение В не применяют на территории Республики Беларусь
6.2(2)	Ограничение для l_s следует принимать в пределах $2 \text{ м} \leq l_s \leq 6 \text{ м}$. Приложение В не применяют на территории Республики Беларусь
6.3(1)	Настоящий пункт не применяется на территории Республики Беларусь
6.3(2)	Значение коэффициента k следует принимать: $k = 3/d$, но $k \leq d\gamma$, где d – толщина снежного слоя на крыше, м
Приложение А	На территории Республики Беларусь применимы только нормальные условия, установленные в соответствии с 3.2(1). В постоянных/переходных расчетных ситуациях для схем распределения нагрузки без учета и с учетом снеговых заносов следует применять значение снеговой нагрузки $\mu_i C_e C_{ts} S_k$. Случаи В1, В2 и В3 для чрезвычайных условий на территории Республики Беларусь не применяются
Приложение В	Приложение В не применяется территории Республики Беларусь
Приложение С	Приложение С не применяется на территории Республики Беларусь (см. 4.1(1), рисунок НП.1)
Приложение D	Приложение D не применяется на территории Республики Беларусь
Приложение E	Приложение E допускается применять на территории Республики Беларусь без корректировки

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 2.01.05-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
Ветровые воздействия**

**ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ
Ветравыя ўздзеянні**

(на основе EN 1991-1-4:2005+A1:2010+AC:2010)

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.07.042.41(083.74)

Ключевые слова: несущие конструкции, ветровая нагрузка, характеристические значения, конструкционные коэффициенты, схемы нагружения, карты ветровых районов

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Автор – д-р техн. наук, проф. В. В. Тур

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

3 Настоящие строительные нормы разработаны на основе EN 1991-1-4:2005+A1:2010+AC:2010 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия» («Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-4: General actions – Wind actions»).

При применении настоящих строительных норм рекомендуется использовать вместо ссылочных региональных стандартов соответствующие им технические нормативные правовые акты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП EN 1991-1-4-2009 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

Введение

- 1 Общие положения
 - 1.1 Область применения
 - 1.2 Нормативные ссылки
 - 1.3 Допущения
 - 1.4 Различие между принципами и правилами применения
 - 1.5 Расчет нагрузок на основе опытных данных и измерений
 - 1.6 Термины и определения
 - 1.7 Условные и буквенные обозначения
- 2 Расчетные ситуации
- 3 Моделирование ветровых воздействий
 - 3.1 Общие положения
 - 3.2 Представление ветровых воздействий
 - 3.3 Классификация ветровых воздействий
 - 3.4 Характеристические значения $u_{\text{эф}}$
 - 3.5 Модели
- 4 Скорость ветра и скоростной напор
 - 4.1 Основы расчета
 - 4.2 Базовое значение скорости ветра
 - 4.3 Средняя скорость ветра
 - 4.3.1 Зависимость от высоты
 - 4.3.2 Шероховатость местности
 - 4.3.3 Орография
 - 4.3.4 Влияние более высоких близлежащих зданий
 - 4.3.5 Близлежащие здания или преграды
 - 4.4 Турбулентность ветра
 - 4.5 Пиковое значение скоростного напора
- 5 Ветровые воздействия
 - 5.1 Общие положения
 - 5.2 Ветровое давление на поверхности
 - 5.3 Ветровые усилия
- 6 Конструкционный коэффициент c_{scd}
 - 6.1 Общие положения
 - 6.2 Определение c_{scd}
 - 6.3 Подробный метод
 - 6.3.1 Конструкционный коэффициент c_{scd}
 - 6.3.2 Оценка эксплуатационной пригодности
 - 6.3.3 Бафтинг в спутной струе
- 7 Аэродинамические коэффициенты давления и усилий
 - 7.1 Общие положения
 - 7.1.1 Определение аэродинамических коэффициентов
 - 7.1.2 Ассиметричные и уравнивающие (противодействующие) давления и силы
 - 7.1.3 Влияния льда и снега
 - 7.2 Аэродинамические коэффициенты давления для зданий
 - 7.2.1 Общие положения
 - 7.2.2 Вертикальные стены прямоугольных в плане зданий
 - 7.2.3 Плоские покрытия
 - 7.2.4 Односкатные покрытия
 - 7.2.5 Двускатные покрытия
 - 7.2.6 Вальмовые покрытия
 - 7.2.7 Шедовые (многопролетные) покрытия

- 7.2.8 Сводчатые покрытия и купола
- 7.2.9 Внутреннее давление
- 7.2.10 Давление на многослойные стены и покрытия
- 7.3 Отдельно стоящие навесы
- 7.4 Отдельно стоящие стены, парапеты, ограждения и рекламные щиты
 - 7.4.1 Отдельно стоящие стены и парапеты
 - 7.4.2 Коэффициенты заграждения для стен и ограждений
 - 7.4.3 Рекламные щиты
- 7.5 Коэффициенты трения
- 7.6 Конструктивные элементы конструкций с прямоугольным сечением
- 7.7 Конструктивные элементы с острыми кромками в сечении
- 7.8 Конструктивные элементы с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника
- 7.9 Круговой цилиндр
 - 7.9.1 Коэффициенты внешнего давления
 - 7.9.2 Коэффициенты усилия
 - 7.9.3 Коэффициенты усилия для вертикальных цилиндров, расположенных в ряд
- 7.10 Сферы
- 7.11 Решетчатые конструкции и леса
- 7.12 Флаги
- 7.13 Эффективная гибкость λ и коэффициент, учитывающий концевые эффекты ψ_λ
- 8 Ветровые воздействия на мосты
 - 8.1 Общие положения
 - 8.2 Выбор методов расчета системы
 - 8.3 Коэффициенты усилия
 - 8.3.1 Коэффициенты усилия в направлении x (общий метод)
 - 8.3.2 Усилия в направлении x – упрощенный метод
 - 8.3.3 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении z
 - 8.3.4 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении y
 - 8.4 Опоры моста
 - 8.4.1 Направления ветра и расчетные ситуации
 - 8.4.2 Ветровые воздействия на опоры моста
- Приложение А Влияние шероховатости местности и орографии
- Приложение В Первый метод расчета для определения конструкционного коэффициента $c_s c_d$
- Приложение С Второй метод расчета для определения конструкционного коэффициента $c_s c_d$
- Приложение D Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для разных типов зданий
- Приложение E Вихревое возбуждение и динамические неустойчивости
- Приложение F Динамические свойства сооружений
- Библиография
- Приложение ДА Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам
- Национальные требования и национально установленные параметры

Введение

Настоящие строительные нормы включают текст Еврокода, национальное предисловие, а также национальные требования и национально установленные параметры.

Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Национальные требования и национально установленные параметры включают:

– числовые значения и/или классы, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;

- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;
- специфические данные (географические, климатические и т. д.), которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;
- расчетные методики – в случаях, когда Еврокодами допускается применение альтернативных методик.

Национальные требования и национально установленные параметры

Настоящие строительные нормы, разработанные на основе EN 1991-1-4, содержат национальные требования и национально установленные параметры в следующих пунктах:

- 1.5(2);
- 4.1(1);
- 4.2(1)Р, примечание 2;
- 4.2(2)Р, примечания 1–3 и 5;
- 4.3.1(1), примечания 1 и 2;
- 4.3.2(1);
- 4.3.2(2);
- 4.3.3(1);
- 4.3.4(1);
- 4.3.5(1);
- 4.4(1), примечание 2;
- 4.5(1), примечания 1 и 2;
- 5.3(5);
- 6.1(1);
- 6.3.1(1), примечание 3;
- 6.3.2(1);
- 7.1.2(2);
- 7.1.3(1);
- 7.2.1(1), примечание 2;
- 7.2.2(1);
- 7.2.2(2), примечание 1;
- 7.2.3(2);
- 7.2.3(4);
- 7.2.4(1);
- 7.2.4(3);
- 7.2.5(1);
- 7.2.5(3);
- 7.2.6(1);
- 7.2.6(3);
- 7.2.7;
- 7.2.8(1);
- 7.2.9(2);
- 7.2.10(3), примечания 1 и 2;
- 7.3(6);
- 7.4.1(1);
- 7.4.3(2);
- 7.6(1), примечание 1;
- 7.7(1), примечание 1;
- 7.8(1);
- 7.9.2(2);
- 7.10(1), примечание 1;
- 7.11(1), примечание 2;

- 7.13(1);
- 7.13(2);
- таблица 7.14;
- 8.1(1), примечания 1 и 2;
- 8.1(4);
- 8.1(5);
- 8.2(1), примечание 1;
- 8.3(1);
- 8.3.1(2);
- 8.3.2(1);
- 8.3.3(1), примечание 1
- 8.3.4(1);
- 8.4.2(1);
- А.2(1);
- Е.1.3.3(1);
- Е.1.5.1(1), примечания 1 и 2;
- Е.1.5.1(3);
- Е.1.5.2.6(1), примечание 1;
- Е.1.5.3.2, примечание 1;
- Е.1.5.3(4);
- Е.1.5.3(6);
- Е.3 (2).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ Ветровые воздействия

ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ Ветравыя ўздзеянні

Actions on structures. General actions
Wind actions

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) В настоящих строительных нормах приведены указания по назначению природных ветровых воздействий на наружные поверхности, рассматриваемые при проектировании зданий и инженерных сооружений. К ним относятся конструкции в целом или их элементы, сопряженные с несущими конструкциями, например узлы, элементы фасада с анкерными креплениями, защитные и шумозащитные ограждения.

(2) Настоящие строительные нормы распространяются на:

- здания и инженерно-технические сооружения высотой до 200 м. См. также (11);
- мосты пролетом до 200 м при условии, что они удовлетворяют критериям динамических характеристик, см. (12) и 8.2.

(3) Настоящие строительные нормы предназначены для определения характеристических ветровых нагрузок на наземные сооружения, их элементы и выступающие части.

(4) Определенные аспекты, учитываемые при определении воздействий ветра на конструкцию, зависящие от местоположения, а также от наличия и качества метеорологических данных, от типа местности и т. д.

(5) Справочное приложение А содержит графические представления типов местности и устанавливает правила учета влияния орографии, включая высоту смещения, изменение шероховатости, влияние ландшафта и расположенных в непосредственной близости сооружений.

(6) Справочные приложения В и С содержат альтернативные методы расчета конструкционного коэффициента $c_s c_d$.

(7) Справочное приложение D устанавливает коэффициенты $c_s c_d$ для различных типов конструкций.

(8) Справочное приложение E содержит правила оценки вихревого возбуждения сооружений, а также указания по учету других видов динамической неустойчивости.

(9) Справочное приложение F содержит указания по динамическим свойствам сооружений, работающих в упругой стадии.

(10) Настоящие строительные нормы не содержат указаний по учету воздействия местных тепловых эффектов на характеристику ветра, например сильных арктических инверсионных слоев, смерчей или торнадо.

(11) Опоры, установленные с помощью растяжек, и решетчатые опоры рассматриваются в EN 1993-3-1, а фонарные столбы – см. EN 40.

(12) Настоящие строительные нормы не распространяются на:

- крутильные колебания, например, высотных зданий с центральным ядром жесткости;
- колебания пролетных конструкций моста вследствие турбулентности ветра;
- ветровые нагрузки на вантовые и висячие мосты;
- вибрации, для которых необходимо учитывать различные формы колебаний.

Примечание 1 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть установлены другие дополняющие и непротиворечащие указания по данным вопросам.

Примечание 2 – Воздействия ветра на установленные с помощью растяжек опоры и дымовые трубы, а также решетчатые опоры и башни см. в EN 1993-3-1 (приложение A).

Примечание 3 – Воздействия ветра на опоры ЛЭП см. в EN 40.

1.2 Нормативные ссылки

Для применения настоящих строительных норм необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 1990 Еврокод. Основы проектирования конструкций

EN 1991-1-3 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

EN 1991-1-6 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ

EN 1991-2 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты

EN 1993-3-1 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 3-1. Вышки и опоры.

1.3 Допущения

(1)P Распространяются общие допущения, установленные в EN 1990 (1.3).

1.4 Различия между принципами и правилами применения

(1) Распространяются правила, установленные в EN 1990 (1.4).

1.5 Расчет нагрузок на основе опытных данных и измерений

(1) В дополнение к настоящим строительным нормам для определения нагрузок и усилий системы можно применять аэродинамические испытания, апробированные и/или сертифицированные численные методы при соответствующем моделировании структуры и естественного ветра.

(2) Нагрузки, усилия системы и параметры местности можно также определять с помощью опытных данных и измерений.

Примечание – Дополнительную информацию по аэродинамическим испытаниям и измерениям см. в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

1.6 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применены основные термины и определения, установленные в ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930 и EN 1990 (1.5).

1.6.1 основное значение базовой скорости ветра (fundamental basic wind velocity): Скорость ветра на уровне 10 м над поверхностью земли для открытого типа местности с учетом высоты над уровнем моря (если требуется), соответствующая 10-минутному интервалу осреднения независимо от направления ветра, с вероятностью превышения 0.02.

1.6.2 базовое значение скорости ветра (basic wind velocity): Приведенное основное значение базовой скорости ветра с учетом направления ветра и сезонности (если требуется).

1.6.3 средняя скорость ветра (mean wind velocity): Базовое значение скорости ветра, приведенное с учетом показателей шероховатости местности и орографии.

1.6.4 аэродинамический коэффициент давления (pressure coefficient): Аэродинамические коэффициенты внешнего давления учитывают воздействие ветра на внешние поверхности сооружений, аэродинамические коэффициенты внутреннего давления учитывают воздействие ветра на внутренние поверхности сооружений.

Коэффициенты внешнего давления подразделяют на общие и локальные коэффициенты. К локальным коэффициентам относятся аэродинамические коэффициенты давления для загруженных поверхностей, площадь которых не превышает 1 м^2 , например, для небольших элементов конструкций или креплений; к общим коэффициентам относятся аэродинамические коэффициенты давления для загруженных поверхностей площадью св. 10 м^2 .

Коэффициенты давления нетто включают результирующее воздействие ветра на сооружения, элементы конструкций или узлы на единицу поверхности.

1.6.5 аэродинамический коэффициент усилия (force coefficient): Аэродинамические коэффициенты усилий учитывают общее воздействие ветра на сооружения, элементы конструкций или узлы. Они включают эффекты трения, за исключением случаев, когда они специально исключаются.

1.6.6 коэффициент фоновой составляющей реакции (background response factor): Коэффициент фоновой составляющей реакции учитывает отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции.

1.6.7 коэффициент резонансной составляющей реакции (resonance response factor): Коэффициент резонансной составляющей реакции определяет резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности.

1.7 Условные и буквенные обозначения

(1) В настоящих строительных нормах применяют следующие условные и буквенные обозначения.

Примечание – Применяемые условные и буквенные обозначения установлены в соответствии с ISO 3898:1999. В этой части точка обозначает знак умножения. Этот способ записи применяется для исключения неточностей в функциональных выражениях функций.

(2) Перечень условных и буквенных обозначений, а также терминов и определений приведен в EN 1990 (1.6). Следующие термины распространяются только на настоящие строительные нормы.

Прописные буквы латинского алфавита

A – площадь;
 A_{fr} – площадь, обтекаемая ветром (смачиваемая поверхность);
 A_{ref} – базовая площадь;
 B^2 – фоновая составляющая реакции;
 C – коэффициент ветровой нагрузки на мосты;
 E – модуль упругости;
 F_{fr} – результирующая сила трения;
 F_j – вихревая возбуждающая сила в точке j сооружения;
 F_w – результирующая ветровая нагрузка;
 H – высота над уровнем моря, м;
 I_v – интенсивность турбулентности;
 K – коэффициент формы колебаний; параметр формы колебаний;
 K_a – постоянная аэродинамического затухания;
 K_{iv} – коэффициент интерференции для вихревого возбуждения;
 K_{rd} – понижающий коэффициент для парапетов;
 K_w – коэффициент приведенной длины;
 K_x – безразмерный коэффициент;
 L – ширина пролетной конструкции моста, масштаб длины турбулентности;
 L_d – фактическая длина проекции подветренной стороны;
 L_e – эффективная длина проекции наветренной стороны;
 L_j – приведенная длина;
 L_u – фактическая длина проекции наветренной стороны;
 N – количество циклов колебаний, вызванных вихревым возбуждением;
 N_g – количество циклов загрузок от реакций на порывы;
 R^2 – резонансная составляющая реакции;
 Re – число Рейнольдса;
 R_h, R_b – аэродинамическая проводимость;
 S – воздействие ветра;
 Sc – число Скрутона;
 S_L – безразмерная функция спектральной плотности;
 st – число Струхала;
 W_s – вес элементов конструкции дымовой трубы, способствующих жесткости;
 W_t – общий вес дымовой трубы.

Строчные буквы латинского алфавита

a_G – коэффициент неустойчивости при галопировании;
 a_{iG} – комбинированный коэффициент устойчивости при галопировании;
 b – размер конструкции по нормали к направлению действия ветра;
 c_{alt} – коэффициент высоты над уровнем моря;
 cd – динамический коэффициент;

- c_{dir} – коэффициент, учитывающий направление ветра;
 c_f – аэродинамический коэффициент усилия;
 $c_{f,o}$ – аэродинамический коэффициент усилия конструкции или конструктивных элементов без обтекания свободных концов;
 $c_{f,l}$ – аэродинамический коэффициент подъемной силы;
 c_{fr} – аэродинамический коэффициент трения;
 c_{lat} – аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения;
 c_M – аэродинамический коэффициент момента;
 c_p – аэродинамический коэффициент давления;
 c_{pe} – коэффициент наружного давления;
 c_{pi} – коэффициент внутреннего давления;
 $c_{p,net}$ – коэффициент давления нетто;
 c_{prob} – вероятностный коэффициент;
 c_r – коэффициент, учитывающий тип местности;
 c_o – орографический коэффициент;
 c_s – масштабный коэффициент;
 c_{season} – сезонный коэффициент;
 d – размер конструкции параллельно направлению действия ветра;
 e – эксцентриситет силы или расстояние между краями;
 f_L – безразмерная частота;
 h – высота сооружения;
 h_{ave} – средняя высота нескольких зданий;
 h_{dis} – высота смещения;
 k – эквивалентная шероховатость;
 k_i – коэффициент турбулентности;
 k_p – пиковый коэффициент;
 k_r – коэффициент местности;
 k_θ – крутильная жесткость;
 l – длина горизонтальной конструкции;
 m – масса на единицу длины;
 m_1 – эквивалентная масса на единицу длины;
 n_i – собственная частота сооружения i -ой формы колебаний;
 $n_{1,x}$ – основная собственная частота изгибных колебаний параллельно направлению действия ветра;
 $n_{1,y}$ – основная собственная частота изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра;
 n_0 – частота изгибных колебаний овальной формы;
 p – годовая вероятность превышения;
 q_b – значение среднего (базового) скоростного напора;
 q_p – пиковое значение скоростного напора;
 r – радиус;
 s – коэффициент, координата;
 t – интервал осреднения базового значения скорости, толщина оболочки;
 v_{CG} – начальная скорость ветра при галопировании;
 v_{CIG} – критическая скорость ветра при интерференционном галопировании;
 v_{crit} – критическая скорость ветра при вихревом возбуждении;
 v_{div} – скорость ветра при дивергенции;
 v_m – средняя скорость ветра;
 $v_{b,0}$ – основное значение базовой скорости ветра;
 v_b – базовое значение скорости ветра;
 w – ветровое давление;
 x – горизонтальное расстояние между рассматриваемой и наивысшей точкой местности;
 x -направление – горизонтальное направление по нормали к пролету;

у-направление – горизонтальное направление параллельно пролету;
 $y_{\max}$ – максимальная амплитуда колебаний при критической скорости ветра;
 z – высота над землей;
 z_{ave} – средняя высота;
 z -направление – вертикальное направление;
 z_0 – параметр шероховатости;
 z_e, z_i – базовая высота для внешнего и внутреннего ветрового давления;
 z_g – расстояние от уровня земли до элемента конструкции;
 $z_{\max}$ – максимальная высота;
 $z_{\min}$ – минимальная высота;
 z_s – базовая высота для определения конструкционного коэффициента.

Прописные буквы греческого алфавита

Φ – уклон по нормали к направлению действия ветра;
 $\Phi_{1,x}$ – основная форма собственных колебаний параллельно направлению действия ветра.

Строчные буквы греческого алфавита

α_G – коэффициент неустойчивости галопирования;
 α_{IG} – комбинированный коэффициент устойчивости для интерференционного галопирования;
 δ – логарифмический декремент затухания;
 δ_a – логарифмический декремент аэродинамического затухания;
 δ_d – логарифмический декремент затухания вследствие специальных мероприятий;
 δ_s – логарифмический декремент конструкционного затухания;
 ε – коэффициент;
 ε_0 – коэффициент ширины полосы частот (спектра);
 ε_1 – частотный коэффициент;
 η – переменная;
 φ – коэффициент проемности, степень заграждения для открыто стоящих навесов;
 λ – гибкость;
 μ – степень открытости, степень проницаемости наружного ограждения;
 ν – частота восходящего потока, коэффициент Пуассона, кинематическая вязкость;
 θ – угол кручения;
 ρ – плотность воздуха;
 σ_v – стандартное отклонение турбулентности;
 $\sigma_{a,x}$ – стандартное отклонение ускорения колебаний конструкции параллельно направлению действия ветра;
 ψ_{mc} – понижающий коэффициент для отдельно стоящих шедовых кровель;
 ψ_r – понижающий коэффициент для аэродинамического коэффициента усилия конструкций прямоугольного сечения со скругленными углами;
 ψ_λ – понижающий коэффициент для аэродинамического коэффициента усилия элементов конструкций с бесконечной гибкостью;
 $\psi_{\lambda a}$ – понижающий коэффициент для кругового цилиндра с бесконечной гибкостью;
 ψ_s – коэффициент затенения стен и ограждений;
 ζ – экспонента формы колебаний.

Индексы

$crit$ – критический;
 e – наружный, нагрузка;
 fr – трение;
 i – внутренний; номер собственной частоты или собственной формы;

j – номер участка или точки сооружения или элемента конструкции;
 m – средний;
 p – пик, парапет;
 ref – базовый;
 v – скорость ветра;
 x – параллельно направлению действия ветра;
 y – по нормали к направлению действия ветра;
 z – в вертикальном направлении.

2 Расчетные ситуации

(1) Р Характерные (уместные) ветровые воздействия следует определять для каждой расчетной ситуации, установленной в соответствии с требованиями EN 1990 (3.2).

(2) В соответствии с EN 1990 (3.2(3)Р) другие воздействия (такие как снег, транспорт или лед), которые могут влиять на воздействия ветра, следует учитывать в расчетах.

Примечание – См. также EN 1991-1-3, EN 1991-2 и ISO 12494.

(3) В соответствии с EN 1990 (3.2(3)Р) следует учитывать изменения конструкции во время производства строительных работ (например, различные расчетные формы сооружения во время различных этапов строительства, различные динамические характеристики и т. п.), которые могут влиять на воздействия ветра.

Примечание – См. также EN 1991-1-6.

(4) Принимается условие, что в случае шквалистого ветра окна и двери закрыты. В случае открытых окон и дверей необходимо учитывать данную ситуацию как чрезвычайную расчетную.

Примечание – См. также EN 1990 (3.2(2)Р).

(5) Для восприимчивых к усталостному разрушению конструкций или их элементов необходимо учитывать усталостные нагрузки вследствие воздействий ветра.

Примечание – Количество циклов загрузений см. в приложениях В, С и Е.

3 Моделирование ветровых воздействий

3.1 Общие положения

(1) Ветровые воздействия переменны во времени. Они действуют в форме давления на внешние поверхности наружного ограждения зданий, а вследствие его проницаемости – также и на внутренние поверхности. Возможны также прямые воздействия ветра на внутренние поверхности открытых зданий. Давление ветра действует по нормали к поверхности. В случае обтекания ветром больших поверхностей, следует учитывать силы трения, действующие параллельно расчетным поверхностям.

3.2 Представление ветровых воздействий

(1) Ветровое воздействие представляют упрощенной схемой распределения давлений или усилий, эффекты которых эквивалентны экстремальным воздействиям турбулентного ветра.

3.3 Классификация ветровых воздействий

(1) Если отсутствуют другие указания, то ветровые воздействия следует классифицировать как переменные стационарные, см. EN 1990 (4.1.1).

3.4 Характеристические значения

(1) Ветровые воздействия, рассматриваемые в настоящих строительных нормах, являются характеристическими значениями (см. EN 1990, 4.1.2). Они определяются базовым значением скорости ветра или соответствующим скоростным напором. В соответствии с EN 1990 (4.1.2(7)P) базовые значения – это характеристические значения с годовой вероятностью превышения 0,02, что соответствует среднему периоду повторяемости 50 лет.

Примечание – Все коэффициенты или модели для получения ветровых воздействий из базовых значений следует выбирать таким образом, чтобы вероятность рассчитанного ветрового воздействия не превышала вероятность базовых значений.

3.5 Модели

(1) Воздействие ветра на сооружение (т. е. реакция сооружения) зависит от размера, формы и динамических свойств сооружения. Настоящие строительные нормы включают также динамическую реакцию сооружения от продольного (вдоль направления ветра) компонента турбулентности вследствие повышения резонанса с учетом формы основных изгибных колебаний (одинаковое направление колебаний по всей высоте сооружения) параллельно направлению действия ветра.

Реакция сооружения рассчитывается по разделу 5 с применением пикового значения скоростного напора q_p на базовой высоте с учетом аэродинамических коэффициентов усилия или давления, а также конструкционного коэффициента c_{sd} (раздел 6). Значение q_p зависит от климатического режима ветра, шероховатости местности и орографии, а также от базовой высоты. Значение q_p представляет собой сумму среднего скоростного напора и составляющей от кратковременных колебаний давления.

(2) Аэроупругие реакции учитывают, как правило, для гибких конструкций, таких как канаты, мачты, дымовые трубы и мосты.

Примечание – Упрощенные правила определения аэроупругих реакций приведены в приложении Е.

4 Скорость ветра и скоростной напор

4.1 Основы расчета

(1) Скорость ветра и соответствующий ей скоростной напор содержат среднюю составляющую и составляющую колебаний.

Среднюю скорость ветра v_m следует определять из базового значения скорости ветра v_b , зависящего от климатического режима ветра (4.2) и от профиля скорости ветра по высоте. Профиль скорости ветра по высоте зависит от шероховатости местности и орографии (4.3). Пиковое значение скоростного напора определяется в 4.5.

Колебательная составляющая ветра представлена интенсивностью турбулентности в соответствии с 4.4.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может содержаться информация о национальном климате, посредством которой можно определять среднюю скорость ветра v_m , пиковое значение скоростного напора q_p и дополнительные значения для основных типов местности.

4.2 Базовое значение скорости ветра

(1)Р Основное значение базовой скорости ветра $v_{b,0}$ является характеристическим значением средней скорости ветра на уровне 10 м над поверхностью земли для открытого типа местности с низкой растительностью (например, такой как трава) и изолированными отдельно стоящими преградами, расстояние между которыми составляет как минимум 20-кратное значение их высот, соответствующее 10-минутному интервалу осреднения независимо от времени года и направления ветра.

Примечание 1 – Данная местность соответствует типу II по таблице 4.1.

Примечание 2 – Основные значения базовой скорости ветра $v_{b,0}$ могут быть указаны в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2)Р Базовое значение скорости ветра равно

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}, \quad (4.1)$$

где v_b – базовая скорость ветра, определяемая как функция направления ветра и времени года, на высоте 10 м над уровнем земли для типа местности II;

$v_{b,0}$ – основное значение базовой скорости ветра, см. (1)Р;

c_{dir} – коэффициент, учитывающий направление ветра, см. примечание 2;

c_{season} – сезонный коэффициент, см. примечание 3.

Примечание 1 – В случае, если влияние высоты над уровнем моря на базовую скорость ветра v_b в указанном базовом значении не учтено, метод учета влияния высоты над уровнем моря может быть указан в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – Значение коэффициента, учитывающего направление ветра c_{dir} для различных направлений, может быть указано в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет 1,0.

Примечание 3 – Сезонный коэффициент c_{season} может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет 1,0.

Примечание 4 – Средняя скорость ветра, соответствующая 10-минутному интервалу осреднения, может определяться для годовой вероятности превышения p умножением базового значения скорости ветра v_b по 4.2(2)Р на вероятностный коэффициент c_{prob} по формуле (4.2) (см. также EN 1991-1-6).

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1 - p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n, \quad (4.2)$$

где K – параметр формы, зависящий от коэффициента вариации распределения экстремальных значений;
 n – экспонента.

Примечание 5 – Значения, применяемые для K и n , могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения составляют: $K = 0,2$ и $n = 0,5$.

(3) Для временных и всех строящихся сооружений допускается применять сезонный коэффициент c_{season} . Для мобильных сооружений, которые могут использоваться в любое время года, $c_{season} = 1,0$.

Примечание – См. также EN 1991-1-6.

4.3 Средняя скорость ветра

4.3.1 Зависимость от высоты

(1) Средняя скорость ветра $v_m(z)$ на высоте z над уровнем земли зависит от шероховатости местности, орографии и базового значения скорости ветра v_b . Она равна

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b, \quad (4.3)$$

где $c_r(z)$ – коэффициент, учитывающий тип местности в соответствии с 4.3.2;
 $c_o(z)$ – орографический коэффициент по 4.3.3.

Примечание 1 – Данные по c_o могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Если орография учтена в базовой скорости ветра, то рекомендуемое значение равно 1,0.

Примечание 2 – Карты или таблицы для определения $v_m(z)$ могут приводиться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Необходимо учитывать влияние близлежащих сооружений на скорость ветра (см. 4.3.4).

4.3.2 Шероховатость местности

(1) Коэффициент, учитывающий тип местности $c_r(z)$, определяет изменчивость средней скорости ветра $v_m(z)$ в месте расположения сооружения в зависимости от:

– высоты над уровнем земли;
 – шероховатости местности с наветренной стороны сооружения для рассматриваемого направления ветра.

Примечание – Метод определения $c_r(z)$ может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуется следующий метод, который базируется на логарифмическом законе изменения профиля скорости по высоте.

$$c_r(z) = k_r \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \text{ для } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}; \quad (4.4)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \text{ для } z \leq z_{\min},$$

где z_0 – параметр шероховатости;
 k_r – коэффициент местности, зависящий от параметра шероховатости z_0 по следующей формуле

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ji}} \right)^{0,07}, \quad (4.5)$$

здесь $z_{0,ji} = 0,05$ м (тип местности II, таблица 4.1);
 $z_{\min}$ – минимальная высота по таблице 4.1;
 $z_{\max} = 200$ м.

Значения z_0 , $z_{\min}$ зависят от типа местности. Рекомендуемые значения указаны в таблице 4.1 для пяти характерных типов местности.

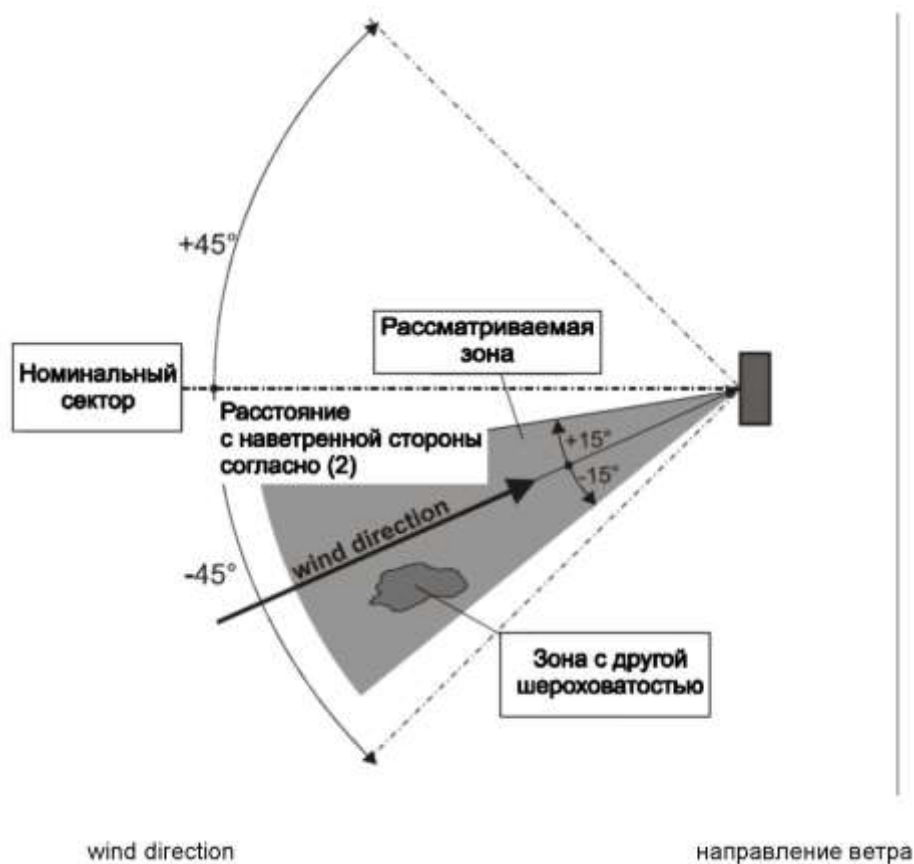
Формула (4.4) верна, если расстояние с наветренной стороны с постоянной шероховатостью местности имеет величину, достаточную для образования стабильного профиля скорости ветра (см. (2)).

Таблица 4.1 – Типы местности и параметры шероховатости

Тип местности		z_0 , м	z_{min} , м
0	Моря или открытые побережья морей	0,003	1
I	Озера или плоская местность с незначительной растительностью без преград	0,01	1
II	Открытая местность с низкой, как трава растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми составляет как минимум 20-кратное значение их высот	0,05	2
III	Местность с равномерной растительностью или зданиями или преградами, расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот (деревни, пригородные зоны, протяженные лесные массивы)	0,3	5
IV	Территории, в пределах которых, по крайней мере, 15 % поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м	1,0	10

Примечание – Типы местности проиллюстрированы в приложении А.1.

(2) Шероховатость местности, применяемая для заданного направления ветра, зависит от шероховатости почвы и величины участка наветренной стороны с постоянной шероховатостью местности в определенном угловом диапазоне относительно рассматриваемого направления ветра. Небольшими площадями (менее 10 % рассматриваемой площади) с отличающимися шероховатостями можно пренебречь. См. рисунок 4.1.



Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может быть указан угловой диапазон и величина расстояния с наветренной стороны. Рекомендуется угловой диапазон в форме углового сектора 30°, т. е. $\pm 15^\circ$ относительно рассматриваемого направления ветра. Рекомендуемое значение расстояния с наветренной стороны приведено в приложении А (А.2).

Рисунок 4.1 – Оценка шероховатости местности

(3) Если для рассматриваемого углового диапазона определен аэродинамический коэффициент давления или усилия, применяют наименьший параметр шероховатости в пределах каждого ветрового сектора 30° .

(4) Если внутри рассматриваемого углового диапазона существует два и более типов местности, применяют наименьший параметр шероховатости.

4.3.3 Орография

(1) В случаях, где орография (например, горы, утесы и т. п.) повышает скорость ветра более чем на 5 %, это увеличение необходимо учитывать посредством применения орографического коэффициента c_o .

Примечание – Определение c_o может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемый метод указан в приложении А (А.3).

(2) Влияниями орографии можно пренебречь, если средний уклон местности с наветренной стороны менее 3° . Величина учитываемого расстояния с наветренной стороны должна превышать 10-кратное значение высоты выступающего орографического элемента.

4.3.4 Влияние более высоких близлежащих зданий

(1) Если сооружение тесно примыкает к другому сооружению, высота которого не менее чем в 2 раза превышает среднюю высоту близлежащей застройки, то в этом случае рассматриваемое сооружение (в зависимости от особенностей сооружения) при определенных направлениях ветра может подвергаться воздействию более высоких скоростей ветра. Данные случаи необходимо учитывать.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может быть указан метод учета близлежащей застройки. Рекомендуемое консервативное первое приближение представлено в приложении А (А.4).

4.3.5 Близлежащие здания или преграды

(1) Необходимо учитывать влияние близлежащих зданий или преград.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может быть указан метод учета близлежащих зданий или преград. Рекомендуемый метод указан в приложении А (А.5). На местности с высокой шероховатостью близко расположенные, тесно стоящие друг возле друга сооружения изменяют поток ветра вблизи уровня земной поверхности так, как если бы уровень земли был поднят на высоту смещения h_{dis} .

4.4 Турбулентность ветра

(1) Интенсивность турбулентности $I_v(z)$ на высоте z определена как отношение стандартного отклонения турбулентности к средней скорости ветра.

Примечание 1 – Турбулентная составляющая скорости ветра имеет среднее значение, равное нулю, и стандартное отклонение σ_v . Стандартное отклонение турбулентности σ_v равно

$$\sigma_v = k_r v_b k_i, \quad (4.6)$$

где k_r – коэффициент местности по формуле (4.5);
 v_b – базовое значение скорости ветра по формуле (4.1);
 k_i – коэффициент турбулентности, см. примечание 2.

Примечание 2 – Для определения $l_v(z)$ рекомендуется использовать следующее выражение

$$l_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_i}{c_o(z) \cdot \ln(z / z_0)} \text{ для } z_{\min} \leq z \leq z_{\max};$$

$$l_v(z) = l_v(z_{\min}) \text{ для } z \leq z_{\min},$$
(4.7)

где k_i – коэффициент турбулентности. Значение k_i может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение $k_i = 1,0$;

c_o – орографический коэффициент по 4.3.3;

z_0 – параметр шероховатости по таблице 4.1.

4.5 Пиковое значение скоростного напора

(1) Следует устанавливать пиковое значение скоростного напора $q_p(z)$ на высоте z , включающее средние и кратковременные изменения (колебания) скорости.

Примечание 1 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть указаны правила определения $q_p(z)$. Рекомендуемым правилом является:

$$q_p(z) = [1 + 7l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho v_m^2(z) = c_o(z) \cdot q_b,$$
(4.8)

где ρ – плотность воздуха, которая зависит от высоты над уровнем моря, температуры и барометрического давления. Значение должно определяться в соответствии с регионами возникновения урагана;

$c_e(z)$ – коэффициент экспозиции, определяемый по формуле

$$c_e(z) = \frac{q_{p(z)}}{q_b},$$
(4.9)

здесь q_b – значение среднего (базового) скоростного напора, определяемое по формуле

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2.$$
(4.10)

Примечание 2 – Применяемые на национальном уровне значения ρ могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение равно $1,25 \text{ кг/м}^3$.

Примечание 3 – Значение 7 в формуле (4.8) соответствует пиковому коэффициенту $k_p = 3,5$ и применяется с аэродинамическими коэффициентами давления и усилия в разделе 7. Для ровной местности при $c_o(z) = 1,0$ (см. 4.3.3) коэффициент экспозиции $c_e(z)$ представлен на рисунке 4.2 в виде функции высоты (над местностью) и типа местности (как определено в таблице 4.1).

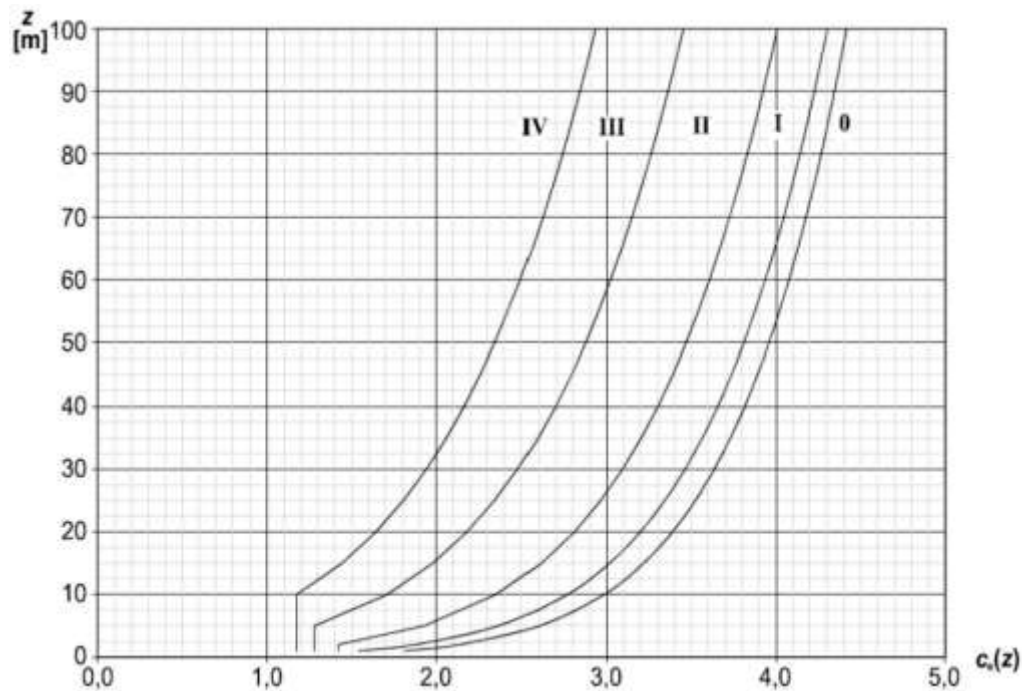


Рисунок 4.2 – Графическое представление коэффициента экспозиции $c_e(z)$ для $c_0 = 1,0$, $k_i = 1,0$

5 Ветровые воздействия

5.1 Общие положения

(1)Р Общие ветровые воздействия на конструкции и конструктивные элементы следует определять с учетом внешнего и внутреннего ветрового давления.

Примечание – Сводка расчетных процедур для определения ветровых воздействий приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Методы расчета по определению ветровых воздействий

Параметр	Ссылка
Пиковое значение скоростного напора q_p	
Базовое значение скорости ветра v_b	4.2(2)Р
Базовая высота z_e	Раздел 7
Тип местности	Таблица 4.1
Характеристическое пиковое значение скоростного напора q_p	4.5(1)
Интенсивность турбулентности I_v	4.4
Средняя скорость ветра v_m	4.3.1
Орографический коэффициент $c_o(z)$	4.3.3
Коэффициент, учитывающий тип местности $c_r(z)$	4.3.2
Ветровое давление, например, для покрытий, несущих и ограждающих конструкций	
Аэродинамический коэффициент внешнего давления c_{pe}	Раздел 7
Аэродинамический коэффициент внутреннего давления c_{pi}	Раздел 7
Внешнее ветровое давление: $w_e = q_p c_{pe}$	5.2(1)
Внутреннее ветровое давление: $w_i = q_p c_{pi}$	5.2(2)
Ветровая нагрузка, действующая на здания и инженерно-технические сооружения	
Конструкционный коэффициент: $c_s c_d$	Раздел 6
Ветровая нагрузка F_w , рассчитанная по аэродинамическим коэффициентам усилия	5.3(2)
Ветровая нагрузка F_w , рассчитанная по аэродинамическим коэффициентам давления	5.3(3)

5.2 Ветровое давление на поверхности

(1) Ветровое давление w_e , действующее на внешние поверхности конструкций здания, следует определять по формуле

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (5.1)$$

где $q_p(z_e)$ – пиковое значение скоростного напора ветра;
 z_e – базовая высота для внешнего давления по разделу 7;
 c_{pe} – аэродинамический коэффициент внешнего давления по разделу 7.

Примечание – Значение $q_p(z)$ определено в 4.5.

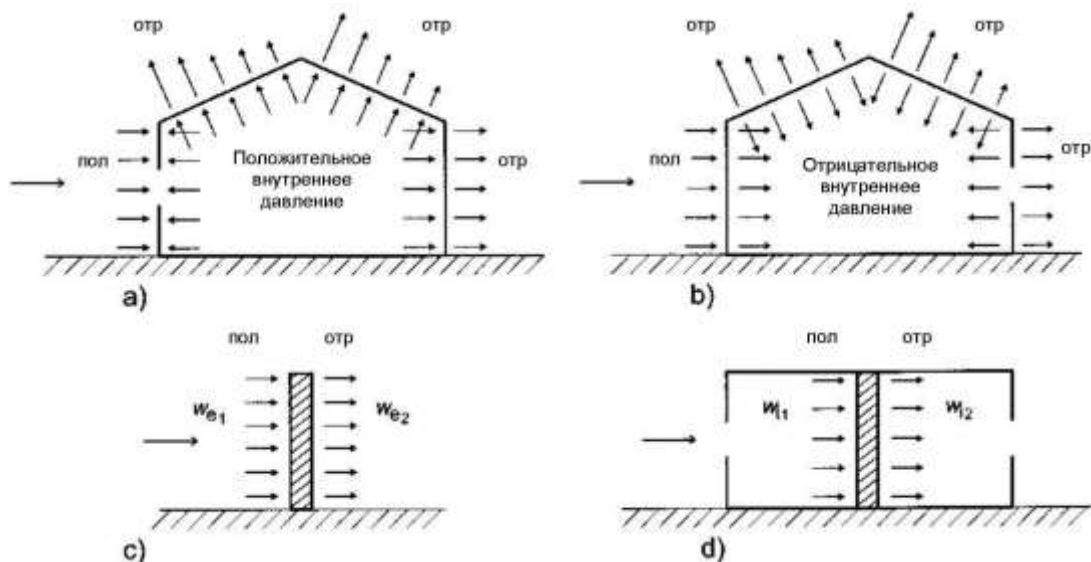
(2) Ветровое давление w_i , действующее на внутренние поверхности конструкций здания, следует определять по формуле

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}, \quad (5.2)$$

где $q_p(z_i)$ – пиковое значение скоростного напора ветра;
 z_i – базовая высота для внутреннего давления по разделу 7;
 c_{pi} – аэродинамический коэффициент внутреннего давления по разделу 7.

Примечание – Значение $q_p(z)$ определено в 4.5.

(3) Ветровое давление нетто на стену, кровлю или их элементы является результатом внешнего и внутреннего давления. Примеры показаны на рисунке 5.1.



Примечание – Давление на поверхность считается положительным.

Рисунок 5.1 – Давление на поверхности

5.3 Ветровые усилия

(1) Ветровые усилия для всей конструкции и конструктивных элементов следует определять:

- по расчетным усилиям с использованием коэффициентов усилий (см. (2)) или
- по расчетным усилиям через поверхностные давления (см. (3)).

(2) Ветровое усилие F_w , действующее на конструкцию или конструктивный элемент, может быть определено непосредственно с использованием формулы

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_0) \cdot A_{ref} \quad (5.3)$$

или векторным сложением (суммированием) ветровых усилий, действующих на отдельные конструктивные элементы, с использованием формулы

$$F_{w,j} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{элементы}} c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}, \quad (5.4)$$

где $c_s c_d$ – конструкционный коэффициент по разделу 6;

c_f – аэродинамический коэффициент усилия для конструкции или конструктивного элемента (по разделу 7 или 8);

$q_p(z_e)$ – пиковое значение скоростного напора ветра (по 4.5) на базовой высоте z_e (по разделу 7 или 8);

A_{ref} – базовая площадь конструкции или конструктивного элемента (по разделу 7 или 8).

Примечание – В разделе 7 значения коэффициента c_f указаны для таких конструкций или конструктивных элементов, как решетчатые, призматические, цилиндрические конструкции, кровли (покрытия), рекламные щиты и флаги. В разделе 8 значения c_f указаны для мостов. Значения c_f включают в себя влияние трения.

(3) Ветровое усилие F_w , действующее на конструкцию или конструктивный элемент, может быть определено векторным сложением сил $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ и F_{fr} . Силы $F_{w,e}$ и $F_{w,i}$ рассчитывают из наружных и внутренних давлений, используя формулы (5.5) и (5.6). Силы трения, действующие параллельно наружной поверхности конструкций, рассчитывают по формуле (5.7).

Усилие $F_{w,e}$, действующее на внешнюю (наружную) поверхность здания, равно

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{поверхность}} w_e A_{ref}. \quad (5.5)$$

Усилие $F_{w,i}$, действующее на внутреннюю поверхность здания, равно

$$F_{w,i} = \sum_{\text{поверхность}} w_i \cdot A_{ref}. \quad (5.6)$$

Сила трения F_{fr} определяется по формуле

$$F_{fr,i} = c_{fr,i} \cdot q_p(z_e)_i \cdot A_{ref}, \quad (5.7)$$

где $c_s c_d$ – конструкционный коэффициент по разделу 6;

w_e – внешнее (наружное) ветровое давление на отдельную поверхность на высоте z_e , определяемое по формуле (5.1);

w_i – внутреннее ветровое давление на отдельную поверхность на высоте z_i , определяемое по формуле (5.2);

A_{ref} – базовая площадь отдельной поверхности конструкции или конструктивного элемента;

c_{fr} – коэффициент трения, получаемый согласно 7.5;

A_{fr} – площадь наружной поверхности, параллельной направлению действия ветра, получаемая согласно 7.5.

Примечание 1 – Для элементов (например, стен, покрытий) ветровое усилие принимается равным разнице (разности) между наружными и внутренними результирующими усилиями.

Примечание 2 – Силы трения F_{fr} действуют в направлении ветровой составляющей, параллельной наружной поверхности.

(4) Эффектами трения на поверхности конструкции или конструктивного элемента можно пренебречь, если общая площадь всех параллельных направлению действия ветра поверхностей (и площади с незначительным угловым отклонением от параллельности) равна или менее четырехкратной величины всех площадей, перпендикулярных направлению ветра (наветренная и подветренная сторона).

(5) При сложении ветровых усилий, действующих на сооружение, допускается учитывать отсутствие корреляции давления ветра с наветренной и подветренной сторон.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может быть допущено, что отсутствие корреляции может быть применено в общем или ограничено для стен, как это применяется в 7.2.2(3). Рекомендуется рассматривать отсутствие корреляции только для стен (см. 7.2.2(3)).

6 Конструкционный коэффициент $c_s c_d$

6.1 Общие положения

Конструкционный коэффициент $c_s c_d$ учитывает возможность одновременного возникновения пиковых значений скоростного напора ветра по всей поверхности (составляющая c_s), а также влияние резонансных колебаний сооружения вследствие турбулентности ветра (составляющая c_d).

Примечание – В соответствии с требованиями 6.3 конструкционный коэффициент можно подразделить на масштабный (размерный) коэффициент c_s и динамический коэффициент c_d . Информация о том, допустимо ли разделение конструкционного коэффициента, может быть дана в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

6.2 Определение $c_s c_d$

(1) Значение коэффициента $c_s c_d$ допускается определять следующим образом:

- a) для здания высотой $h < 15$ м допускается принимать $c_s c_d = 1$;
- b) для фасадов и элементов покрытия, имеющих собственную частоту колебаний более 5 Гц, допускается принимать $c_s c_d = 1$;
- c) для каркасных зданий, которые имеют несущие стены и высота которых менее 100 м и не превышает четырехкратного размера здания по нормали к направлению действия ветра, допускается принимать $c_s c_d = 1$;
- d) для дымовых труб с круглым поперечным сечением и высотой $h < 60$ м или $h < 6,5 \cdot d$ (где d – диаметр), допускается принимать $c_s c_d = 1$;
- e) в случаях a–d значения $c_s c_d$ допускается определять в соответствии с 6.3.1;
- f) для инженерных сооружений (за исключением мостов, рассматриваемых в разделе 8) дымовых труб и сооружений, на которые не распространяется c) и d), коэффициент $c_s c_d$ определяют по 6.3.

Примечание 1 – Собственные частоты колебаний фасадов и элементов покрытий могут быть рассчитаны по приложению F (остекленные поверхности с пролетом менее 3 м имеют обычно собственную частоту, превышающую 5 Гц).

Примечание 2 – На рисунках в приложении D представлены ориентировочные значения $c_s c_d$ для различных типов конструкций. На рисунках даны огибающие безопасных значений, рассчитанных с применением моделей с учетом требований 6.3.1.

6.3 Подробный метод

6.3.1 Конструкционный коэффициент $c_s c_d$

(1) Подробная процедура для конструкционного коэффициента $c_s c_d$ дается в выражении (6.1). Условием применения является соблюдение условий 6.3.1(2).

$$c_s c_d = \frac{1 + 2k_p l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7l_v(z_s)}, \quad (6.1)$$

где z_s – базовая высота для определения конструкционного коэффициента, см. рисунок 6.1. Для сооружений, к которым рисунок 6.1 не применим, применяют $z_s = h$, где h – высота сооружения;

k_p – пиковый коэффициент как отношение максимального значения пульсационной составляющей реакции сооружения к его стандартному отклонению;

l_v – интенсивность турбулентности по 4.4;

B^2 – фоновая составляющая реакции, учитывающая отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции;

R^2 – резонансная составляющая реакции, учитывающая резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности.

Примечание 1 – Масштабный (размерный) коэффициент c_s учитывает снижение эффекта от ветрового воздействия в результате одновременного появления пиковых значений скоростного напора ветра на поверхности и может рассчитываться следующим образом:

$$c_s = \frac{1 + 7l_v(z_e) \cdot \sqrt{B^2}}{1 + 7l_v(z_e)}. \quad (6.2)$$

Примечание 2 – Динамический коэффициент c_d учитывает влияние резонансных колебаний сооружения вследствие турбулентности ветра и может рассчитываться следующим образом:

$$c_d = \frac{1 + 2k_p l_v(z_e) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7l_v(z_e) \cdot \sqrt{B^2}}. \quad (6.3)$$

Примечание 3 – Метод определения k_p , B и R может быть указан в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемый метод указан в приложении В. Альтернативный метод приведен в приложении С. В сравнении с приложением В, при определении $c_s c_d$ с использованием приложения С получают значения, превышающие первоначальные не более чем на 5 %.

(2)Р Подробная процедура по выражению (6.1) применяется при выполнении следующих условий:

- конструкция здания соответствует одной из форм, показанных на рисунке 6.1;
- основная форма изгибных колебаний в направлении действия ветра является определяющей и приводит к перемещениям только в одном направлении при отсутствии изменения знака.

Примечание – Второй и последующими формами изгибных колебаний в направлении действия ветра можно пренебречь.



Примечание – Ограничения применения см. также в 1.1(2).

Рисунок 6.1 – Общие формы конструкций, на которые распространяется расчетная процедура. Также показаны применяемые конструктивные размеры и базовая высота

6.3.2 Оценка эксплуатационной пригодности

(1) Для оценки эксплуатационной пригодности следует использовать максимальное перемещение по направлению ветра и стандартное отклонение характеристического ускорения, рассчитанные на высоте z сооружения. Для определения максимального перемещения в направлении действия ветра следует использовать эквивалентное статическое ветровое усилие, определяемое по 5.3.

Примечание – Метод определения перемещения и стандартного отклонения ускорения в направлении действия ветра может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендующий метод приведен в приложении В. Альтернативный метод приведен в приложении С.

6.3.3 Бафтинг в спутной струе

(1) Для гибких сооружений ($h/d > 4$) и дымовых труб ($h/d > 6,5$) с рядовой или групповой застройкой следует учитывать влияние повышенной турбулентности вследствие инерционной турбулентности близлежащих сооружений (бафтинг в спутной струе).

(2) Влияние бафтинга в спутной струе можно не учитывать, если выполнено одно из следующих условий:

- расстояние между двумя зданиями или дымовыми трубами больше 25-кратного значения размера, определенного в сечении, нормальном к направлению действия ветра, здания или дымовой трубы, расположенных с наветренной стороны;
- собственная частота изгибных колебаний зданий, расположенных с подветренной стороны, превышает 1 Гц.

Примечание – Для случаев за пределами распространения действия 6.3.3(2) рекомендуются специальные исследования.

7 Аэродинамические коэффициенты давления и усилий

7.1 Общие положения

(1) Данный раздел следует применять для определения соответствующих аэродинамических коэффициентов конструкций. В зависимости от формы сооружения аэродинамические коэффициенты подразделяются на:

- коэффициенты внутреннего и наружного давления, см. 7.1.1(1);
- коэффициенты давления нетто, см. 7.1.1(2);
- коэффициенты трения, см. 7.1.1(3);
- коэффициенты усилия, см. 7.1.1(4).

7.1.1 Определение аэродинамических коэффициентов

(1) Коэффициенты давления следует устанавливать для:

– конструкций зданий – в виде коэффициентов внутреннего и наружного давления, используя указания 7.2;

– круговых цилиндров – в виде коэффициентов внутреннего давления, определенных в соответствии с 7.2.9, и коэффициентов наружного давления в соответствии с 7.9.1.

Примечание 1 – Коэффициенты наружного давления учитывают ветровое воздействие на наружные поверхности здания, а коэффициенты внутреннего давления – ветровое воздействие на внутренние поверхности.

Примечание 2 – Коэффициенты наружного давления подразделяют на общие и локальные коэффициенты давления. Локальные коэффициенты учитывают воздействие ветра на поверхности, площадь которых не превышает 1 м² и могут применяться для проектирования малых элементов конструкций и их анкерных креплений. Общие коэффициенты давления учитывают воздействие ветра на поверхности площадью 10 м² и более.

(2) Коэффициенты давления нетто следует определять для:

- отдельно стоящих навесов в соответствии с 7.3;
- отдельно (свободно) стоящих стен, парапетов и ограждений в соответствии с 7.4.

Примечание – Коэффициенты давления нетто дают результирующий эффект от воздействия ветра на конструкцию, конструктивный элемент или компонента на единицу площади.

(3) Коэффициенты трения следует назначать для стен и поверхностей, определенных в 5.3(3) и (4), учитывая требования 7.5.

(4) Коэффициенты трения следует назначать для:

- рекламных щитов в соответствии с 7.4.3;
- элементов конструкций с прямоугольным поперечным сечением в соответствии с 7.6;
- элементов конструкции с острыми кромками в поперечном сечении в соответствии с 7.7;
- элементов конструкции с поперечным сечением в виде правильного многоугольника в соответствии с 7.8;
- круговых цилиндров в соответствии с 7.9.2 и 7.9.3;
- куполов в соответствии с 7.10;
- решетчатых конструкций и лесов в соответствии с 7.11;
- флагов в соответствии с 7.12.

Понижающий коэффициент, зависящий от эффективной гибкости конструкции, может быть применен в соответствии с 7.13.

Примечание – Коэффициенты усилия описывают результирующую силу ветра, действующую на конструкции или конструктивные элементы, включая силу трения, если ее специально не исключают.

7.1.2 Ассиметричные и уравнивающие (противодействующие) давления и силы

(1) Если кратковременные воздействия ветра вызывают существенные асимметричные нагрузки, а конструктивная форма чувствительна к таким нагрузкам (например, при кручении симметричных зданий только с одним ядром жесткости), то этот эффект следует учитывать в расчете.

(2) Для отдельно стоящих навесов и рекламных щитов следует применять 7.3 и 7.4.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть указаны методы для других конструкций. Рекомендуются следующие методы:

а) для конструкций прямоугольной формы, являющихся чувствительными к эффектам от кручения, следует применять распределение давления в соответствии с рисунком 7.1, для представления крутильных эффектов, вызванных тем, что набегающий поток расположен под углом или отсутствует корреляция между ветровыми усилиями, действующими на различные участки конструкции;

б) для других случаев как допущение для несимметричного нагружения может быть выполнено полное перемещение (удаление) расчетного ветрового воздействия из тех частей конструкций, где эти воздействия создают благоприятный эффект.

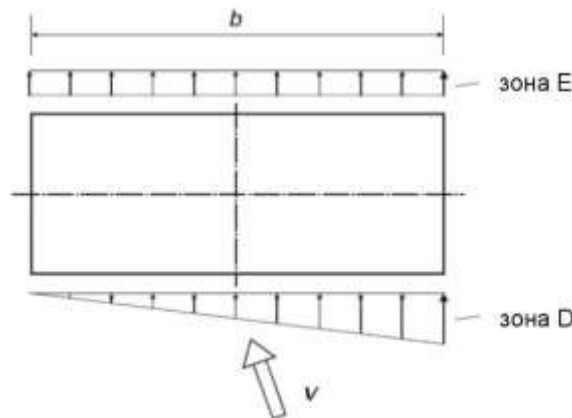


Рисунок 7.1 – Распределение давления для учета влияния кручения. Зоны давления и коэффициенты давления указаны в таблице 7.1 и на рисунке 7.5

7.1.3 Влияния льда и снега

(1) Если лед или снег вызывают изменение габаритных размеров конструктивных элементов, так что изменяется базовая площадь или форма, то это обстоятельство необходимо учитывать при расчетах.

Примечание – Дополнительная информация может быть включена в раздел «Национальные требования и национально установленные параметры».

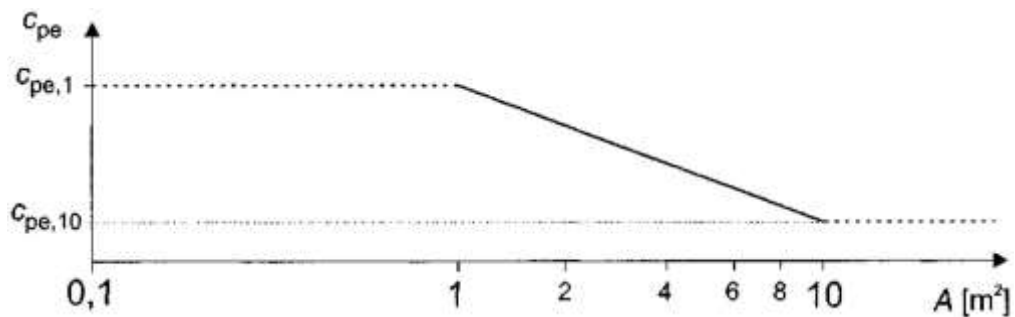
7.2 Аэродинамические коэффициенты давления для зданий

7.2.1 Общие положения

(1) Коэффициенты наружного давления c_{pe} для зданий и его частей зависят от размера загруженной площади A , которая является площадью конструкции, создающей ветровое воздействие в сечении, которое рассчитывается. Они указываются в таблицах, распространяющихся на соответствующую форму зданий, для площадей 1 м^2 и 10 м^2 как $c_{pe,1}$ и $c_{pe,10}$ соответственно.

Примечание 1 – Значения $c_{pe,1}$ служат для проектирования малых элементов конструкций и их анкерных креплений с площадью, воспринимающей нагрузку, не превышающей 1 м^2 , например элементы наружного ограждения и кровли. Значения $c_{pe,10}$ используются для расчета всей конструкции.

Примечание 2 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может быть дана процедура для расчета коэффициентов наружного давления для грузовых площадей более 1 м². На рисунке 7.2 представлен рекомендуемый метод для площадей св. 10 м².



На рисунке представлена следующая зависимость для $1 \text{ м}^2 < A < 10 \text{ м}^2$

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A.$$

Рисунок 7.2 – Коэффициенты внешнего давления для зданий в зависимости от воспринимающей нагрузки площади A

(2) Значения коэффициентов $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1}$ в таблицах 7.1–7.5 следует использовать для ортогональных направлений набегающего потока 0° , 90° и 180° , и они отражают самое неблагоприятное значение в пределах диапазона $\theta = \pm 45^\circ$ для указанного ортогонального направления набегающего потока.

(3) Для свесов покрытия (крыши) давления на нижней стороне можно принять соответствующими значению в зоне примыкающей поверхности стены, на верхней стороне – давлению в зоне граничащей поверхности кровли (рисунок 7.3).



Рисунок 7.3 – Давления при свесе крыши

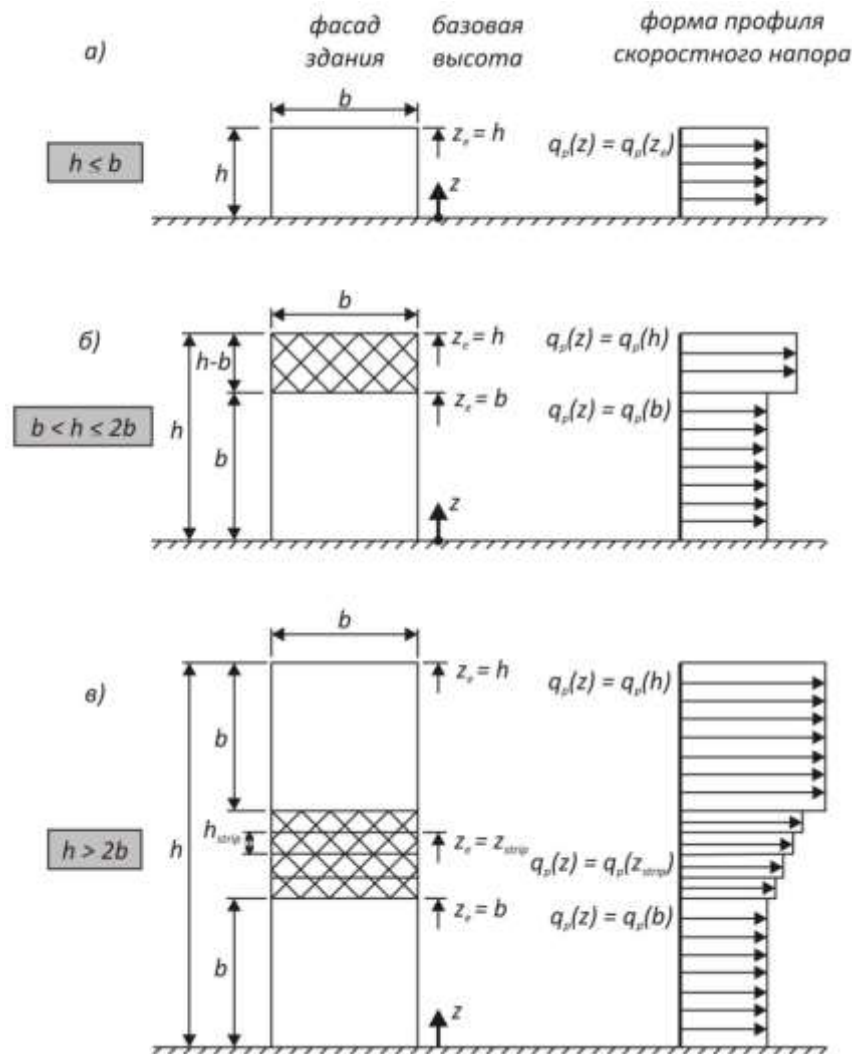
7.2.2 Вертикальные стены прямоугольных в плане зданий

(1) Для наветренных стен прямоугольных в плане зданий (зона D на рисунке 7.5) наружные давления по высоте здания допускается устанавливать дифференцированно согласно рисунку 7.4. Принимается, что давление в горизонтальных полосах на рисунке 7.4 по высоте распределено равномерно. В качестве базовой высоты z_e для скоростного напора рассматриваемой полосы применяют высоту до его верхней отметки. Дифференцирование осуществляется в зависимости от отношения высоты здания к его ширине h/b следующим образом:

– для зданий с $h \leq b$ принимается одна полоса высотой h ;

- для зданий с $b < h \leq 2 \cdot b$ принимается нижняя полоса высотой b , а также верхняя полоса высотой $(h - b)$;
- для зданий с $h > 2 \cdot b$ принимается нижняя полоса высотой b , а также верхняя полоса высотой b , находящаяся между отметками $(h - b)$ и h . Промежуточная зона подразделяется на соответствующее число дополнительных полос высотой h_{strip} , см. рисунок 7.4.

Примечание – Правила распределения скоростного напора на подветренные стороны стен параллельно направлению действия ветра (зоны А, В, С и Е, см. рисунок 7.5) могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или могут устанавливаться конкретно для строительного проекта. Рекомендуется принимать в качестве базовой высоту здания.



Примечание – Скоростной напор следует принимать равномерно распределенным для каждой горизонтальной полосы.

Рисунок 7.4 – Базовая высота z_e в зависимости от h и b и профиля скоростного напора

(2) Коэффициенты наружного давления $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1}$ для зон А–Е определены на рисунке 7.5.

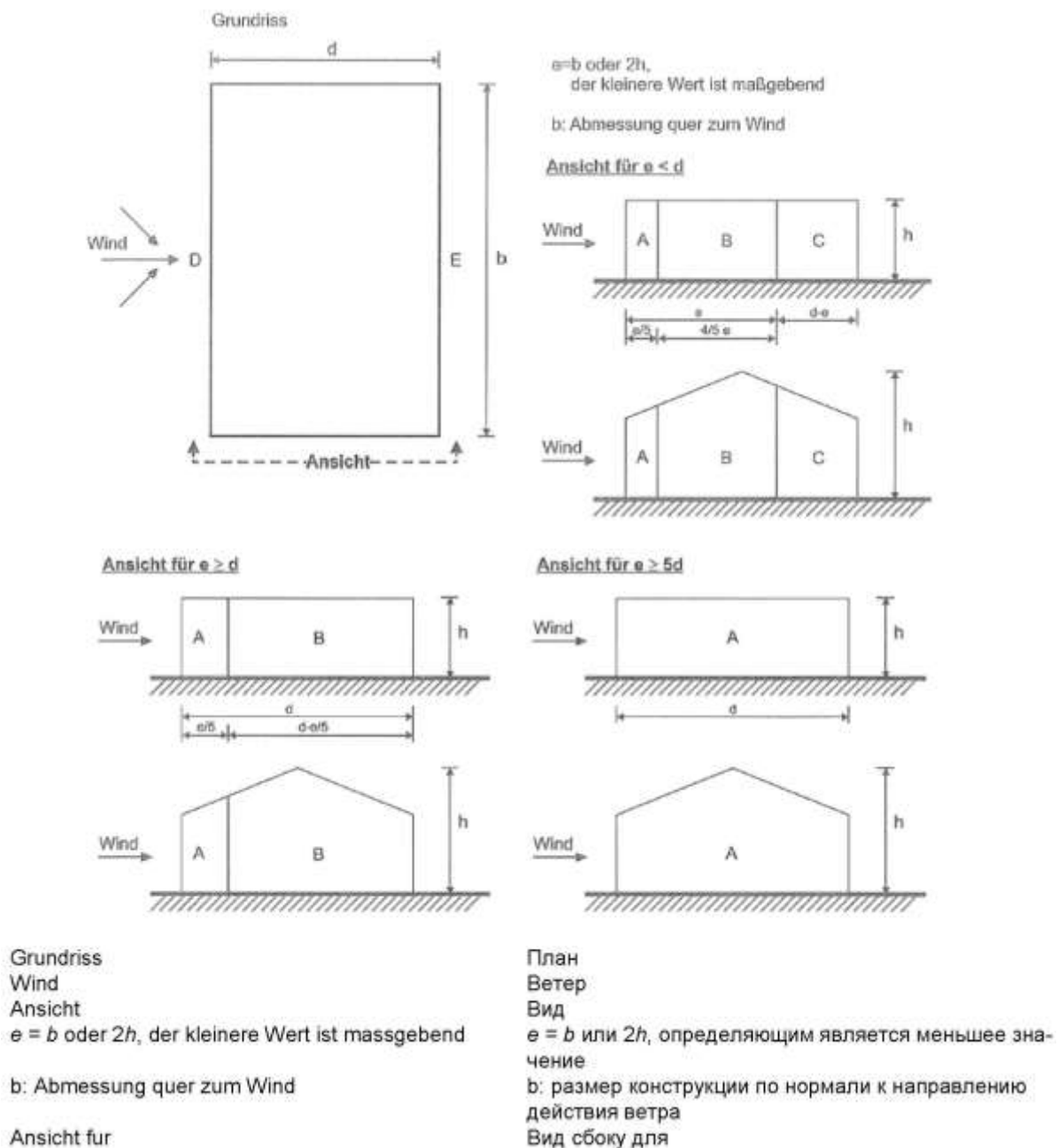


Рисунок 7.5 – К распределению давления для вертикальных стен

Примечание 1 – Значения $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1}$ могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения указаны в таблице 7.1 в зависимости от отношения h/d . Для промежуточных значений допускается линейная интерполяция. Значения, представленные в таблице 7.1, распространяются также на здания со скатными покрытиями, например, для двускатных или односкатных покрытий.

Таблица 7.1 – Коэффициенты внешнего давления для вертикальных стен прямоугольных в плане зданий

Зона	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,5	

Примечание 2 – Для зданий с $h/d > 5$ результирующая ветровая нагрузка определяется на основании коэффициентов усилий по 7.6–7.8 и 7.9.2.

(3) В случаях, когда ветровое усилие на конструкции зданий определяется через применение коэффициентов давления c_{pe} наветренной и подветренной сторон здания одновременно, отсутствие корреляции между ветровым давлением на наветренные и подветренные стороны (зоны D и E) может учитываться в расчете.

Примечание – Отсутствие корреляции между ветровыми давлениями на наветренной и подветренной сторонах допускается учитывать следующим образом: для зданий с $h/d \geq 5$ результирующее усилие умножается на 1, для зданий с $h/d \leq 1$ результирующее усилие допускается умножать на коэффициент 0,85. Для промежуточных значений h/d допускается линейная интерполяция.

7.2.3 Плоские покрытия

- (1) Плоские покрытия – это покрытия, имеющие уклон менее $\pm 5^\circ$.
- (2) Покрытие следует разделять на зоны.

Примечание – Зоны могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые зоны показаны на рисунке 7.6.

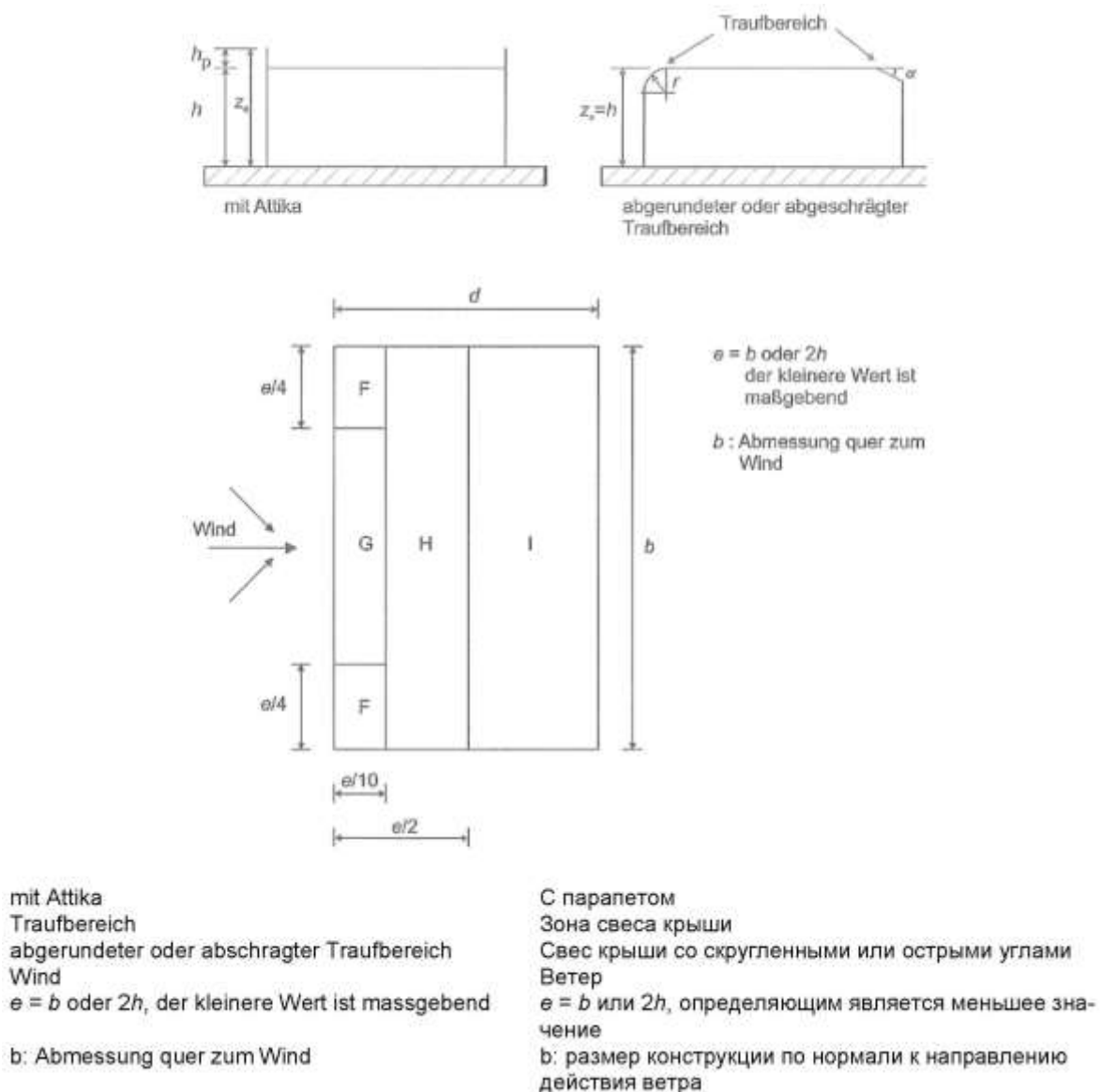


Рисунок 7.6 – К распределению давления для плоских покрытий

(3) Базовую высоту z_e для плоских покрытий со свесом крыши со скругленными или острыми углами или мансардным свесом крыши применяют равной h , для плоских покрытий с парапетом в соответствии с рисунком 7.6 применяют $z_e = h + h_p$.

(4) Коэффициент наружного давления должен быть определен для каждой зоны.

Примечание 1 – Коэффициенты наружного давления могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения приведены в таблице 7.2.

Примечание 2 – Коэффициент давления нетто для парапета следует определять в соответствии с 7.4.

Таблица 7.2 – Рекомендуемые значения коэффициентов наружного давления для плоских покрытий

Тип покрытия (крыши)		Зона							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Свес крыши с острыми углами		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
С парапетом	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
Свес крыши со скругленными углами	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2
	$r/h=0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
Мансардный свес крыши	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2

Примечание 1 – Для зон покрытия с парапетом или со свесом крыши со скругленными углами для промежуточных значений h_p/h и r/h допускается линейная интерполяция.

Примечание 2 – Для зон мансардного свеса крыши для промежуточных значений α между $\alpha = 30^\circ$, 45° и 60° допускается линейная интерполяция. Для $\alpha > 60^\circ$ допускается линейная интерполяция между значениями для $\alpha = 60^\circ$ и значениями для плоских покрытий с зоной свеса крыши с острыми углами.

Примечание 3 – В зоне I, для которой указываются положительные и отрицательные значения, следует учитывать оба значения.

Примечание 4 – Коэффициенты внешнего давления для мансардного свеса крыши приведены в таблице 7.4a с направлением набегающего потока $\theta = 0^\circ$, зона F и G, в зависимости от угла уклона крыши мансардного типа.

Примечание 5 – Для свеса крыши со скругленными углами коэффициенты внешнего давления определяются линейной интерполяцией по кривой между значениями вертикальной стены и покрытия.

Примечание 6 – Для мансардного свеса крыши с горизонтальным размером менее $e/10$ следует использовать значения для свеса крыши с острыми углами. Значение e определяют в соответствии с указаниями, приведенными на рисунке 7.6.

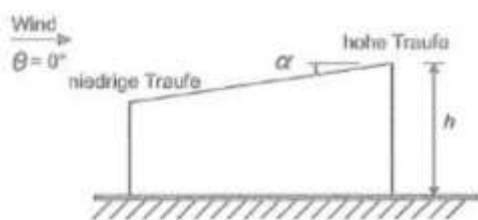
7.2.4 Односкатные покрытия

(1) Покрытие, включая свесы крыши, следует разделять на зоны.

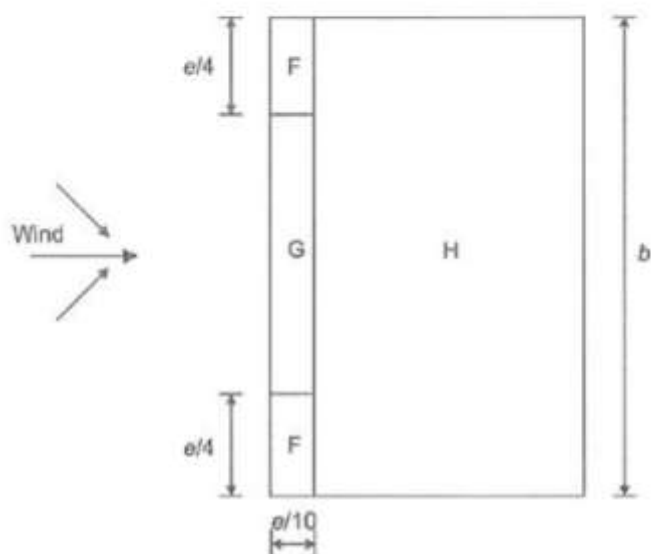
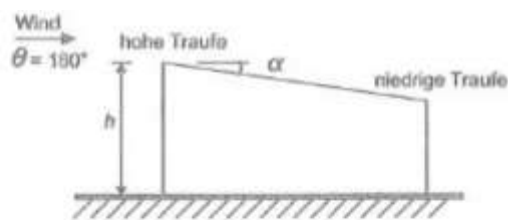
Примечание – Зоны могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые зоны показаны на рисунке 7.7.

- (2) Базовую высоту z_e следует принимать равной $z_e = h$.
- (3) Коэффициенты наружного давления следует определять для каждой зоны.

Примечание – Коэффициенты наружного давления могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения приведены в таблицах 7.3а и 7.3б.



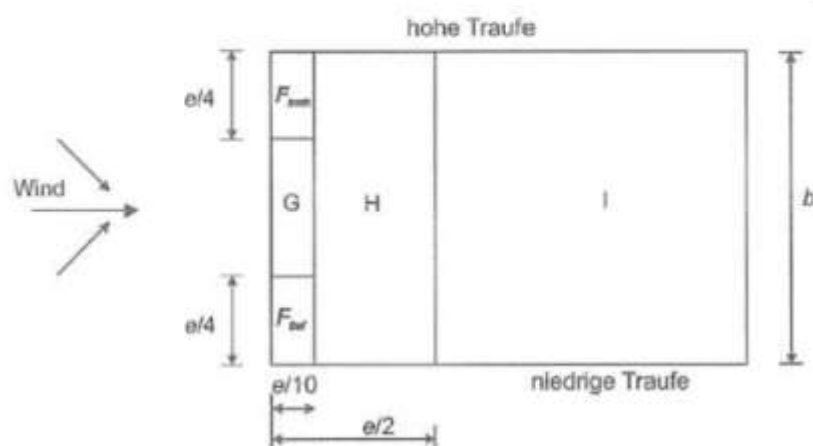
(a) allgemein



(b) Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$ und $\theta = 180^\circ$

$e = b$ oder $2h$
der kleinere Wert ist maßgebend

b : Abmessung quer zum Wind



(c) Anströmrichtung $\theta = 90^\circ$

Wind
niedrige Traufe
hohe Traufe
(a) allgemein
Anströmrichtung

Ветер
Низкий свес крыши
Высокий свес крыши
(a) общий случай
Направление набегающего потока

$e = b$ oder $2h$, der kleinere Wert ist massgebend

$e = b$ или $2h$, определяющим является меньшее значение

b: Abmessung quer zum Wind

b: размер конструкции по нормали к направлению действия ветра

Рисунок 7.7 – К распределению давления для односкатных покрытий

Таблица 7.3а – Рекомендуемые значения коэффициентов наружного давления для односкатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$						Зона для направления набегающего потока $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Таблица 7.3б – Рекомендуемые значения коэффициентов наружного давления для односкатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 90^\circ$									
	F_{hoch}		F_{tief}		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Примечание 1 – Для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ (см. таблицу 7.3а) и для углов уклона от $\alpha = +5^\circ$ до $\alpha = +45^\circ$ происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указываются как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий оба случая необходимо учитывать отдельно: 1) только положительные значения и 2) только отрицательные значения. Сочетание положительных и отрицательных значений для одной и той же поверхности покрытия не допускается.

Примечание 2 – Для уклона крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если знак коэффициента давления не меняется. Значение, равное нулю, указано в целях интерполяции.

7.2.5 Двускатные покрытия

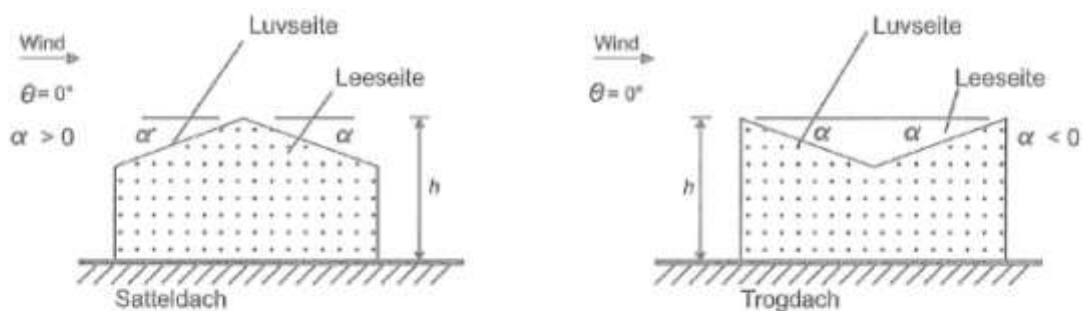
(1) Покрытие, включая свесы крыши, следует разделять на зоны.

Примечание – Зоны могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые зоны показаны на рисунке 7.8.

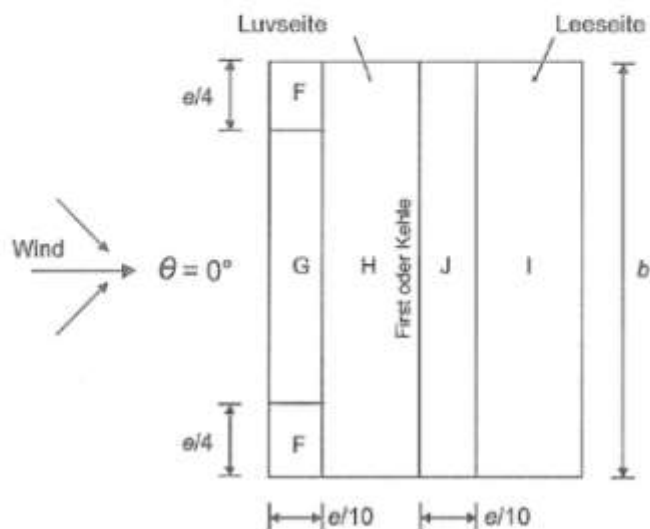
(2) Базовую высоту z_e следует принимать равной h .

(3) Коэффициенты наружного давления должны быть определены для каждой зоны.

Примечание – Коэффициенты наружного давления могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения приведены в таблицах 7.4а и 7.4б.



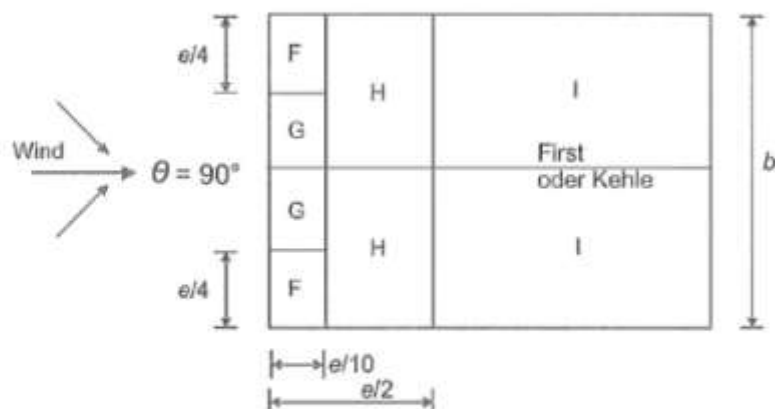
(a) allgemein



(b) Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$

$e = b$ oder $2h$
der kleinere Wert ist
maßgebend

b : Abmessung quer
zum Wind



(c) Anströmrichtung $\theta = 90^\circ$

Wind	Ветер	Satteldach	Двухскатное покрытие
Luvseite	Наветренная сторона	Trogdach	Покрытие корытообразного сечения
Leeseite	Подветренная сторона	First oder Kehle	Конек или желоб
(a) allgemein	(a) общий случай	Anströmrichtung	Направление набегающего потока
$e = b$ oder $2h$, der kleinere Wert ist maßgebend		$e = b$ или $2h$, определяющим является меньшее значение	
b : Abmessung quer zum Wind		b : размер конструкции по нормали к направлению действия ветра	

Рисунок 7.8 – К распределению ветрового давления для двухскатных покрытий

Таблица 7.4а – Рекомендуемые значения коэффициентов наружного давления для двускатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
5°							-0,6		-0,6	
	-1,7		-1,2		-0,6		-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,7		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Примечание 1 – Для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ (см. таблицу 7.3а) и углов уклона от $\alpha = +5^\circ$ до $\alpha = +45^\circ$ происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указывают как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий необходимо учитывать четыре случая, при которых комбинируются соответственно наименьшие или наибольшие значения для зон F, G и H с наименьшим или наибольшим значениями зон I и J. Сочетание положительных и отрицательных значений на одной и той же поверхности покрытия не допускается.

Примечание 2 – Для уклонов крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если знак коэффициента давления не меняется. (Между значениями $\alpha = +5^\circ$ и $\alpha = -5^\circ$ интерполяция не допускается, вместо этого необходимо использовать значения для плоских покрытий по 7.2.3). Значение «нуль» указано в целях интерполяции.

Таблица 7.4б – Рекомендуемые значения коэффициентов наружного давления для двускатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-50°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

7.2.6 Вальмовые покрытия

(1) Покрытие, включая свесы крыши, следует разделять на зоны.

Примечание – Зоны могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые зоны показаны на рисунке 7.9.

(2) Базовую высоту z_e следует принимать равной h .

(3) Коэффициенты наружного давления должны быть определены для каждой зоны.

Примечание – Коэффициенты наружного давления могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения приведены в таблице 7.5.

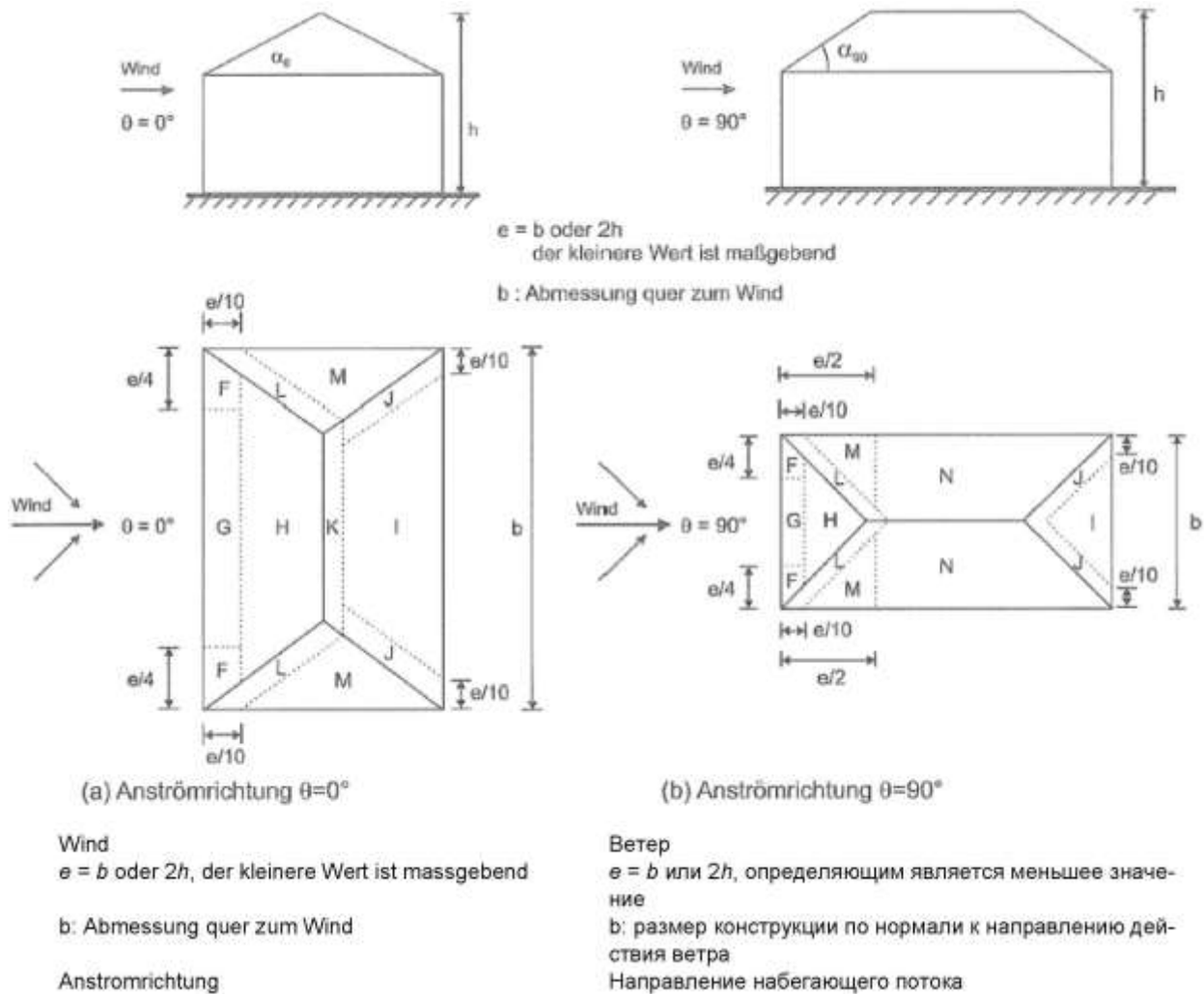


Рисунок 7.9 – К распределению давления для вальмовых покрытий

Таблица 7.5 – Рекомендуемые значения коэффициентов наружного давления для вальмовых покрытий

Угол уклона α_0 для $\theta = 0^\circ$, α_{90} для $\theta = 90^\circ$	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и $\theta = 90^\circ$																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		-0,6		-0,6		-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4	
	+0,0		+0,0		+0,0													
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,5		-1,0	-1,5	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	
	+0,2		+0,2		+0,2													
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,7	-1,2	-0,5		-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,5		+0,7		+0,4													
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,7		+0,7		+0,6													
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2	

Примечание 1 – Для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и угла уклона от $\alpha = +5^\circ$ до $\alpha = +45^\circ$ давление с наветренной стороны происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указываются как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий должны отдельно учитываться два случая: 1) только положительные значения и 2) только отрицательные значения. Сочетание положительных и отрицательных значений на одной и той же поверхности покрытия не допускается.

Примечание 2 – Для уклонов крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если не меняется знак коэффициента давления. Значение «нуль» указано в целях интерполяции.
Примечание 3 – Уклон крыши с наветренной стороны является определяющим для коэффициентов давления.

7.2.7 Шедовые (многопролетные) покрытия

(1) Значение коэффициентов давления для направлений ветра 0° , 90° и 180° для каждого из пролетов многопролетного покрытия могут быть получены из значений коэффициентов для каждого отдельного пролета. Модифицированные коэффициенты для давлений (локальных и общих (глобальных)) для направлений ветра 0° и 180° для каждого пролета должны быть получены:

– для шедовых покрытий по рисунку 7.10 (а) и (b) используют коэффициенты давления односкатных покрытий по 7.2.4. При направлении набегающего потока, параллельном конькам, применяют значения таблицы 7.3 для $\theta = 90^\circ$. Для направлений набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и 180° значения таблицы 7.3 уменьшают с учетом коэффициентов по рисунку 7.10 (а) или (b);

– для шедовых покрытий по рисунку 7.10 (с) и (d) используют коэффициенты давления для покрытий корытообразного сечения по 7.2.5. При направлении набегающего потока, параллельном конькам, применяют значения таблицы 7.4 для $\theta = 90^\circ$. Для направлений набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и 180° значения таблицы 7.4 для $\theta = 0^\circ$ уменьшают с учетом коэффициентов по рисунку 7.10 (с) или (d).

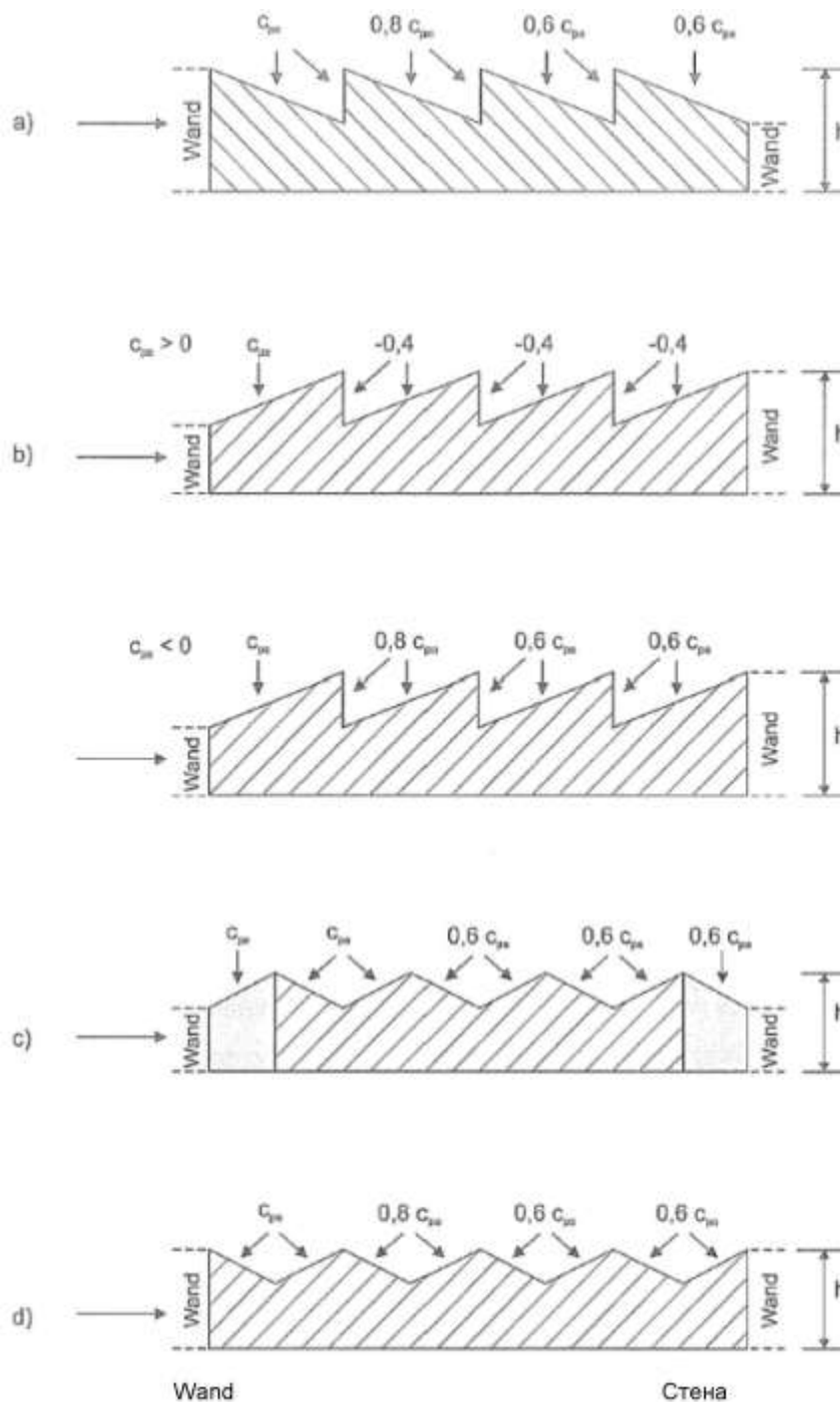
(2) При этом зоны F, G и J используют только для наветренной поверхности первого пролета покрытия. Зоны H и I должны рассматриваться для каждого пролета многопролетного (шедового) покрытия.

(3) Базовую высоту z_e следует принимать равной h , см. рисунок 7.10.

(4) Для многопролетного покрытия, при отсутствии результирующей горизонтальной ветровой нагрузки, следует учитывать наименьший параметр шероховатости, равный 0,05 для ветровых нагрузок, направленных нормально к поверхности скатов многопролетного покрытия (независимо от шероховатости поверхности строительной конструкции). Следовательно, каждый пролет многопролетного покрытия должен быть рассчитан на действие минимальной результирующей горизонтальной ветровой нагрузки:

$$0,05q_{p,ze}A_{Shed},$$

где A_{Shed} – площадь горизонтальной проекции каждого пролета многопролетного покрытия.



Примечание 1 – Для конфигурации б) рассматривают два случая в зависимости от знака коэффициента давления c_{pe} для первого пролета покрытия.

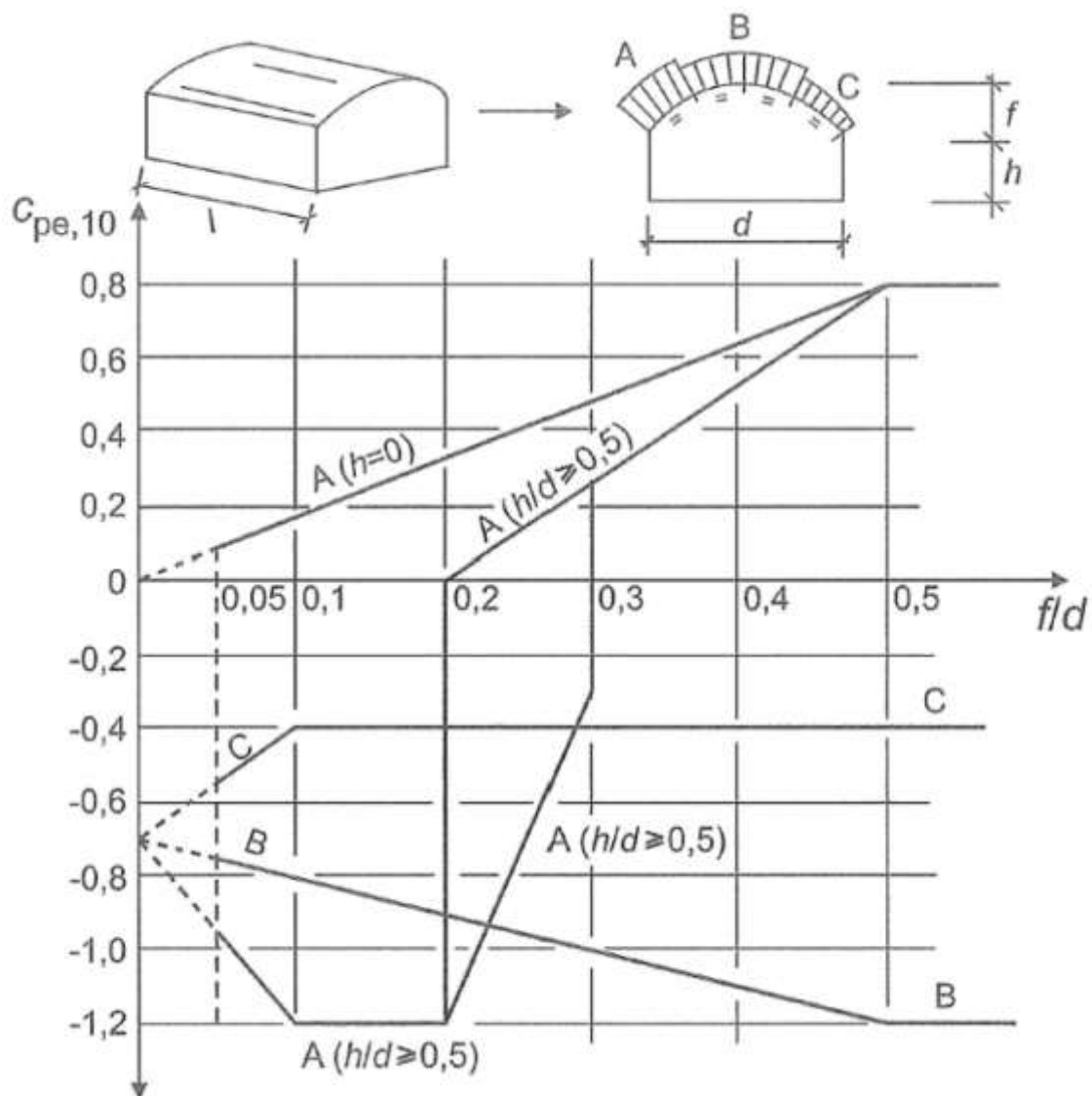
Примечание 2 – Для конфигурации с) первым значением c_{pe} является значение c_{pe} для односкатного покрытия, следующие значения c_{pe} – значение c_{pe} для покрытия корытообразного сечения.

Рисунок 7.10 – К распределению давления для многопролетных скатных (шедовых) покрытий

7.2.8 Сводчатые покрытия и купола

(1) Данный раздел распространяется на покрытия круглой цилиндрической формы и купола.

Примечание – Значения $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1}$, используемые для покрытий круглой цилиндрической формы и куполов, могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения $c_{pe,10}$ для разных зон на покрытии указаны на рисунках 7.11 и 7.12. Базовая высота равна $z_e = h + f$.



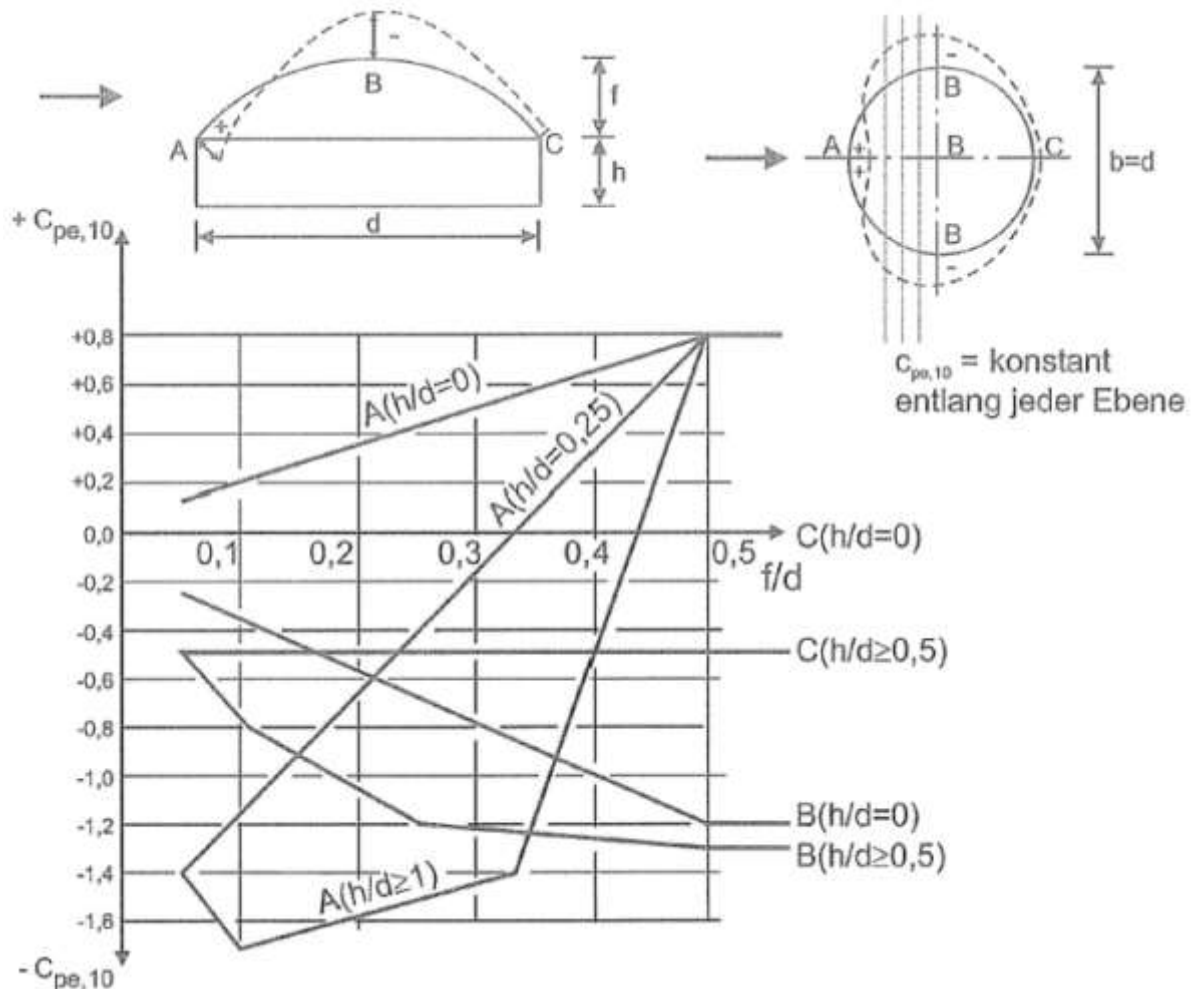
Для зоны А:

при $0 < h/d < 0,5$ значение $c_{pe,10}$ определяется методом линейной интерполяции,

при $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ и $h/d \geq 0,5$ учитываются два значения $c_{pe,10}$.

Диаграмма не распространяется на плоские покрытия.

Рисунок 7.11 – Рекомендуемые значения коэффициентов внешнего ветрового давления $c_{pe,10}$ для сводчатых покрытий прямоугольных в плане зданий



Значение $c_{pe,10}$ постоянно вдоль отрезков дуги, образуемой пересечением оболочки с плоскостью нормальной направлению набегающего потока. Его можно определить в первом приближении с помощью линейной интерполяции между значениями вдоль дуг, параллельно направлению действия ветра для зон А, В и С. Посредством линейной интерполяции также можно определить значения $c_{pe,10}$ на основании приведенного выше рисунка для зоны А при условии, что $0 < h/d < 1$, и для зоны В или С при условии, что $0 < h/d < 0.5$.

Рисунок 7.12 – Рекомендуемые значения коэффициентов внешнего давления $c_{pe,10}$ для куполов круглых в плане зданий

(2) Коэффициенты давления для поверхностей стен прямоугольных в плане зданий со сводчатыми покрытиями приведены в 7.2.2.

7.2.9 Внутреннее давление

(1) Р Внутреннее и наружное давления следует рассматривать действующими в одно и то же время. В помещениях с проницаемыми наружными ограждениями необходимо учитывать внутреннее давление, если его действие неблагоприятно. При этом внутреннее давление действует на все внутренние стены помещения одновременно и имеет одинаковые знаки.

(2) Коэффициент внутреннего давления c_{pi} зависит от величины и расположения проемов в наружном ограждении здания. Если не менее чем для двух поверхностей здания (фасад и покрытие) общая площадь проемов для каждой из них превышает 30 % общей площади одной поверхности, то обе поверхности считаются полностью открытыми

и ветровая нагрузка на рассматриваемое здание определяется на основании правил, установленных в 7.3 и 7.4.

Примечание – Проемы здания включают небольшие проемы, такие как открытые окна, вентиляционные проемы, дымоходы и т. п., а также общую негерметичность, которая, к примеру, создается за счет неплотных дверей, окон или наружного ограждения. Данная общая негерметичность обычно составляет от 0,01 % до 0,1 % площади наружной поверхности. В раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» можно включать дополнительную информацию по данному вопросу.

(3) В случае когда наружные проемы, такие как двери и окна, будут доминантными, когда открыты, но рассматриваются (считаются) закрытыми в предельном состоянии по несущей способности при шквалистом ветре, условия с открытыми дверями и окнами должны рассматриваться как особая расчетная ситуация в соответствии с EN 1990.

Примечание – Проверка в особой расчетной ситуации особенно важна для высоких внутренних стен (с высоким риском угрозы обрушения), если на них по причине наличия проема в наружном ограждении здания приходится вся внешняя ветровая нагрузка.

(4) Поверхность здания следует принимать как доминантную, если общая площадь проемов на данной поверхности не менее чем в 2 раза превышает суммарную площадь всех проемов и неплотностей оставшихся поверхностей здания.

Примечание – Это может также распространяться на отдельные помещения внутри здания.

(5) Для здания с доминантной поверхностью внутреннее давление следует принимать как часть от внешнего давления, действующего на площадь проемов на доминантной стороне. Если общая площадь проемов на доминантной стороне в 2 раза превышает суммарную площадь всех проемов оставшихся поверхностей здания, то

$$c_{pi} = 0,75 \cdot c_{pe}. \quad (7.1)$$

Если общая площадь проемов на доминантной стороне не менее чем в 3 раза превышает суммарную площадь всех проемов оставшихся поверхностей здания, то

$$c_{pi} = 0,90 \cdot c_{pe}. \quad (7.2)$$

Значением c_{pe} в этом случае является коэффициент наружного давления на доминантной поверхности. Если площадь проемов доминантной поверхности располагается в зонах с разными коэффициентами внешнего давления, то определяют средневзвешенное значение c_{pe} с применением площадей проемов.

Если общая площадь проемов на доминантной поверхности менее трехкратного значения, но более удвоенной суммы всех площадей проемов здания, то значение c_{pi} допускается определять линейной интерполяцией.

(6) В зданиях без доминантной поверхности значение c_{pi} допускается определять по рисунку 7.13. Значение c_{pi} в этом случае зависит от высоты h и ширины d здания, а также от степени проницаемости наружного ограждения μ для каждого направления набегающего потока θ . Степень проницаемости наружного ограждения μ получают следующим образом:

$$\mu = \frac{\sum \text{площадей проемов при } c_{pe} \leq 0}{\sum \text{площадей всех проемов}}. \quad (7.3)$$

Примечание 1 – Это требование распространяется на фасады и покрытия зданий с наличием внутренних стен и без них.

Примечание 2 – Если нельзя определить приемлемый параметр проницаемости наружного ограждения μ или в случае невозможности расчета, для значения c_{pi} применяют самое неблагоприятное значение из плюс 0,2 и минус 0,3.

(7) Базовая высота для внутреннего давления должна быть равной базовой высоте z_e для внешнего давления боковых поверхностей (см. 5.1(1)Р), на проемы которых вызывают возникновение внутреннего давления. При наличии нескольких проемов для базовой высоты z_i применяют максимальное из получаемых значений z_e .

Коэффициент внутреннего давления для открытых бункеров (силосов) и дымовых труб равен

$$c_{pi} = -0,60. \quad (7.4)$$

Коэффициент внутреннего давления для вентилируемых резервуаров с небольшими проемами равен

$$c_{pi} = -0,40. \quad (7.5)$$

Базовая высота z_i соответствует высоте h сооружения.

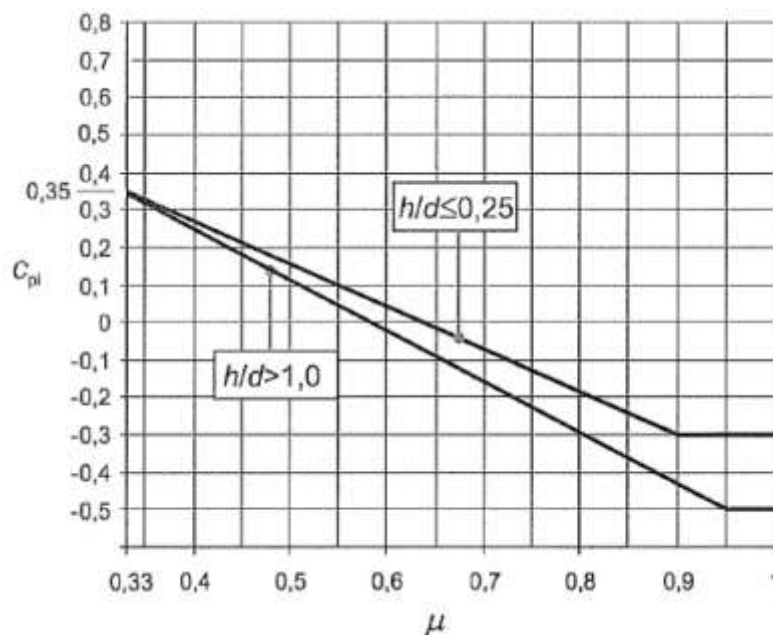


Рисунок 7.13 – Коэффициенты внутреннего давления при равномерно распределенных проемах.
При $0,25 < h/d \leq 1$ допускается линейная интерполяция

7.2.10 Давление на многослойные стены и покрытия

- (1) Ветровую нагрузку следует рассчитывать отдельно для каждого слоя.
- (2) Степень проницаемости слоя μ следует определять как отношение суммы всех площадей проемов к общей площади слоя. Слой считается непроницаемым, если значение μ не превышает 0,1 %.
- (3) Если проницаемым является только один слой, то ветровую нагрузку на непроницаемый слой следует рассчитывать в соответствии с 5.2(3) как разность между внутренним и внешним ветровым давлениями. Если более чем один слой является проницаемым, ветровое усилие в каждом слое зависит от:
 - относительной жесткости слоев;
 - внешнего и внутреннего давления;

- расстояния между слоями;
- проницаемости слоев;
- наличия проемов в наружных слоях ограждений между слоями.

Примечание 1 – В раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть включены сведения по воздействию ветра на наружные стены и покрытия с несколькими слоями. В качестве первого приближения рекомендуется рассчитывать ветровое воздействие на слой с максимальной жесткостью как разность внутреннего и внешнего давления.

Примечание 2 – В раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» можно включать значения для случаев, когда промежуточные слои ограждения непроницаемы (см. рисунок 7.14(a)) и когда расстояние в свету между слоями менее 100 мм (включая теплоизоляцию, если она не вентилируемая). В качестве приближения могут использоваться следующие правила:

– для стен и покрытий с непроницаемым внутренним слоем и пористым внешним слоем с равномерно распределенными проемами ветровое воздействие на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$ – для избыточного давления и $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ – для пониженного давления (разрежение). Воздействие ветра на внутренний слой следует определять с использованием $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.

– для стен и покрытий с непроницаемым внутренним слоем и непроницаемым и более жестким внешним слоем воздействие ветра на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$;

– для стен и покрытий с проницаемым внутренним слоем с равномерно распределенными проемами и непроницаемым внешним слоем ветровое воздействие на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$, а ветровое воздействие на внутренний слой – с использованием $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$;

– для стен и покрытий с непроницаемым внешним слоем ветровое воздействие на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = c_{pe}$, а ветровое воздействие на внутренний слой – с применением $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.

Если проемы вызывают взаимодействие воздушных слоев с воздушными слоями других поверхностей здания, отличных от рассматриваемых (см. рисунок 7.14(b)), данные правила не применимы.

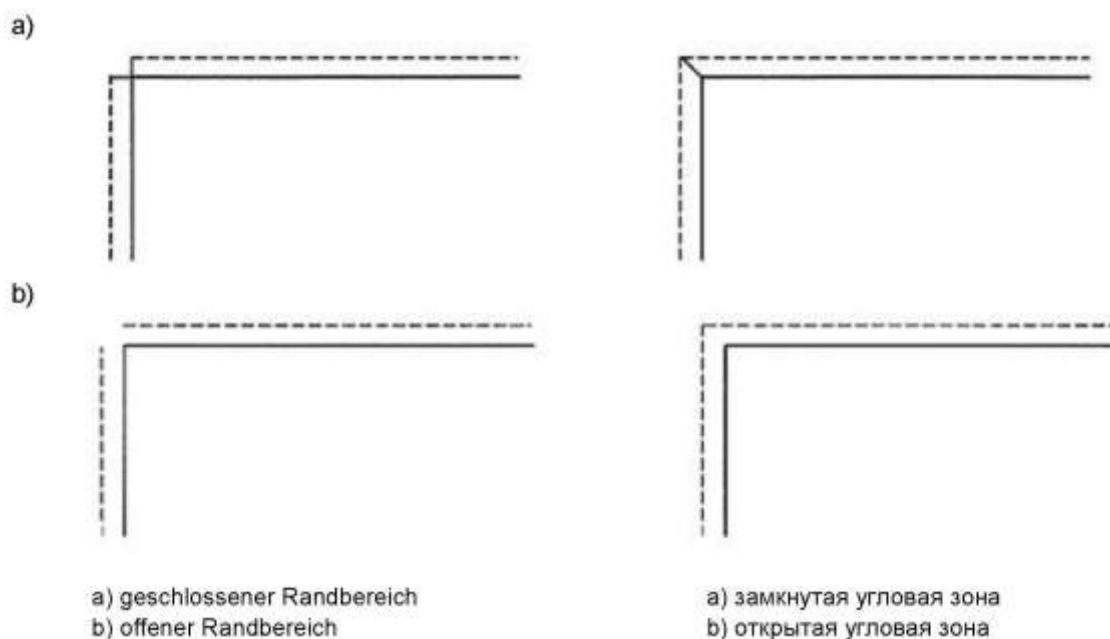


Рисунок 7.14 – Угловые элементы многослойных наружных ограждений

7.3 Отдельно стоящие навесы

(1) Отдельно стоящие навесы – это покрытия, которые не сопряжены со стенами, например навесы на заправочных станциях или навесы на перронах.

(2) Степень заграждения для отдельно стоящих навесов φ в соответствии с рисунком 7.15 равна отношению заграждаемой площади к общей площади поперечного сечения под покрытием. Обе площади определяют нормально направлению набегающего потока.

Примечание – $\varphi = 0$ представляет отдельно стоящий навес без заграждения, а $\varphi = 1$ следует понимать как загражденный отдельно стоящий навес (это не замкнутое здание).

(3) Коэффициенты усилия c_f , указанные в таблицах 7.6–7.8, и общие коэффициенты давления $c_{p,net}$ для $\varphi = 0$ и $\varphi = 1$ учитывают результирующую ветровую нагрузку на верхнюю и нижнюю стороны навеса для всех направлений набегающего потока. Промежуточные значения допускается интерполировать.

(4) С подветренной стороны применяют значения $c_{p,net}$ максимального заграждения для $\varphi = 0$.

(5) Коэффициент усилия c_f характеризует результирующую силу ветра. Коэффициент давления нетто $c_{p,net}$ определяет максимальное местное давление для всех направлений набегающего потока. Его применяют при расчете элементов покрытий и анкерных креплений.

(6) Отдельно стоящие навесы рассчитывают для следующих схем приложения нагрузки:

– для отдельно стоящего односкатного навеса (таблица 7.6) расположение точки приложения результирующей силы ветрового давления следует определять как расстояние от края наветренной стороны.

Примечание – Указания по определению расположения точки приложения результирующей силы давления ветра могут быть приведены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое расположение показано на рисунке 7.16;

– для двускатных навесов и навесов корытообразного сечения (таблица 7.7) следует принимать точку приложения результирующей силы ветрового давления в центре наклонной поверхности навеса (рисунок 7.17). Дополнительно для двухскатного навеса или навеса корытного сечения принимают одностороннюю нагрузку на поверхности с максимальной или минимальной нагрузкой, другой слой при этом является незагруженным;

– для отдельно стоящих шедовых навесов нагрузку определяют, применяя значения $c_{p,net}$ по таблице 7.7 и понижающие коэффициенты ψ_{mc} по таблице 7.8.

Для отдельно стоящих навесов с двухслойными оболочками применяют правила 7.2.10.

(7) Необходимо учитывать силы трения (см. 7.5).

(8) Базовая высота z_e соответствует высоте h согласно с рисунками 7.16 и 7.17.

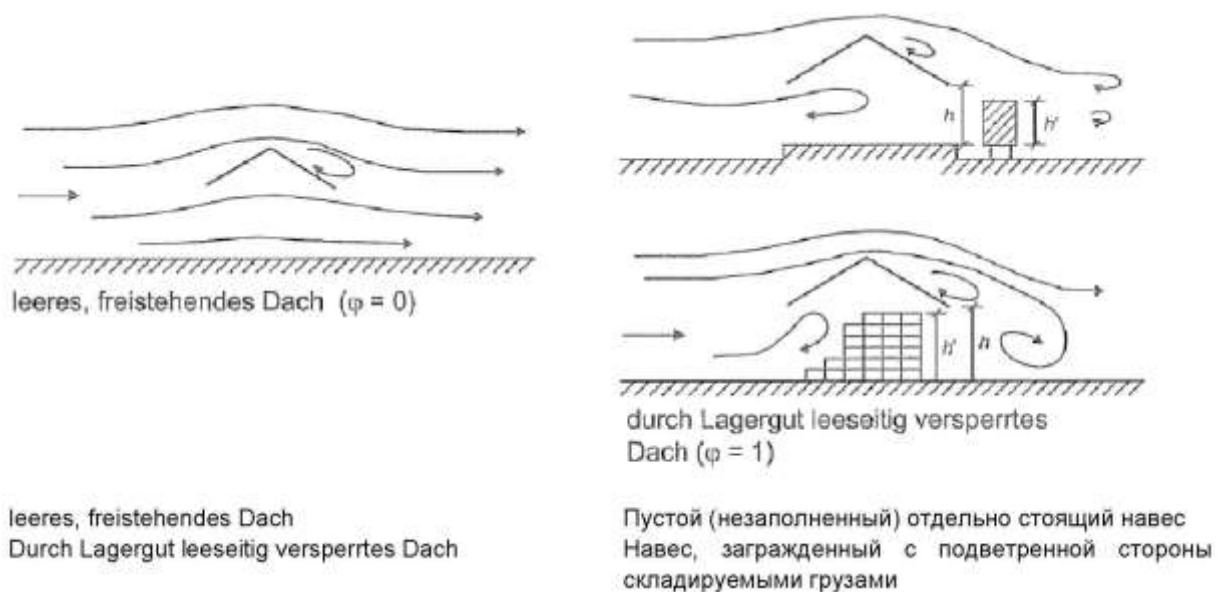
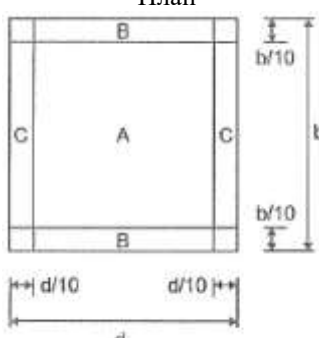


Рисунок 7.15 – Обтекание отдельно стоящих навесов

Таблица 7.6 – Значения $c_{p,net}$ и c_f для отдельно стоящих односкатных навесов

Угол уклона α	Степень заграждения φ	Коэффициент усилия c_f	Коэффициенты давления нетто $c_{p,net}$ План 		
			Зона А	Зона В	Зона С
0°	Максимум все φ	+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	Минимум $\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Максимум все φ	+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,6
10°	Максимум все φ	+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	Минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,6	-2,7
15°	Максимум все φ	+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
	Минимум $\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Максимум все φ	+0,8	+1,7	+2,9	+2,1
	Минимум $\varphi = 0$	-1,3	-2,2	-2,8	-2,9
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Максимум все φ	+1,0	+2,0	+3,1	+2,3
	Минимум $\varphi = 0$	-1,6	-2,6	-3,2	-3,2
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Максимум все φ	+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	Минимум $\varphi = 0$	-1,8	-3,0	-3,8	-3,6
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,2	-2,7
Примечание – Положительные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вниз. Отрицательные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вверх.					

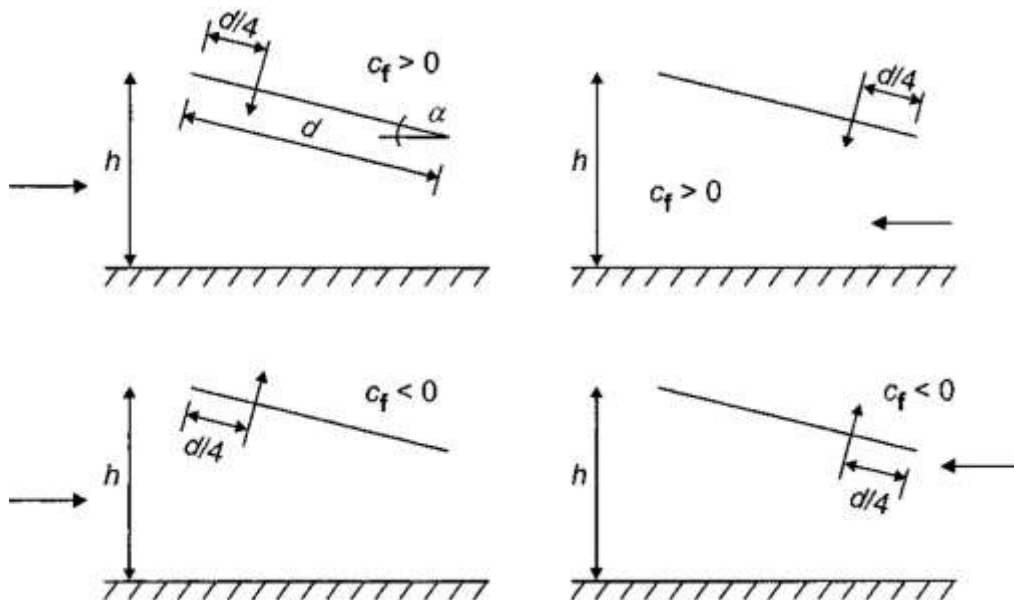
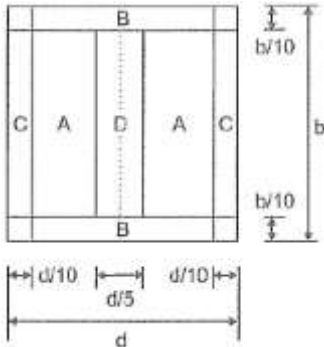


Рисунок 7.16 – Положение центра точки приложения результирующего ветрового давления для отдельно стоящих односкатных навесов

Таблица 7.7 – Значения $c_{p,net}$ и c_f для отдельно стоящих двухскатных навесов и навесов корытного сечения

Угол уклона α	Степень заграждения φ	Коэффициент усилия c_f	Коэффициенты давления нетто $c_{p,net}$ План			
						
			Зона А	Зона В	Зона С	Зона D
-20°	Максимум все φ	+0,7	+0,8	+1,6	+0,6	+1,7
	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
-15°	Максимум все φ	+0,5	+0,6	+1,5	+0,7	+1,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,6	-0,6
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-10°	Максимум все φ	+0,4	+0,6	+1,4	+0,8	+1,1
	Минимум $\varphi = 0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,5	-0,6
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-5°	Максимум все φ	+0,3	+0,5	+1,5	+0,8	+0,8
	Минимум $\varphi = 0$	-0,5	-0,7	-1,3	-1,6	-0,6
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
+5°	Максимум все φ	+0,3	+0,6	+1,8	+1,3	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,6	-0,6	-1,4	-1,4	-1,1
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,5
+10°	Максимум все φ	+0,4	+0,7	+1,8	+1,4	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8
+15°	Максимум все φ	+0,4	+0,9	+1,9	+1,4	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,8	-0,9	-1,7	-1,4	-1,8
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,2	-1,6	-2,1

+20°	Максимум все φ	+0,6	+1,1	+1,9	+1,5	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,2	-1,8	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,2	-1,6	-2,1
+25	Максимум все φ	+0,7	+1,2	+1,9	+1,6	+0,5
	Минимум $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,0	-1,5	-2,0
+30°	Максимум все φ	+0,9	+1,3	+1,9	+1,6	+0,7
	Минимум $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-2,0

Примечание – Положительные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вниз. Отрицательные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вверх.

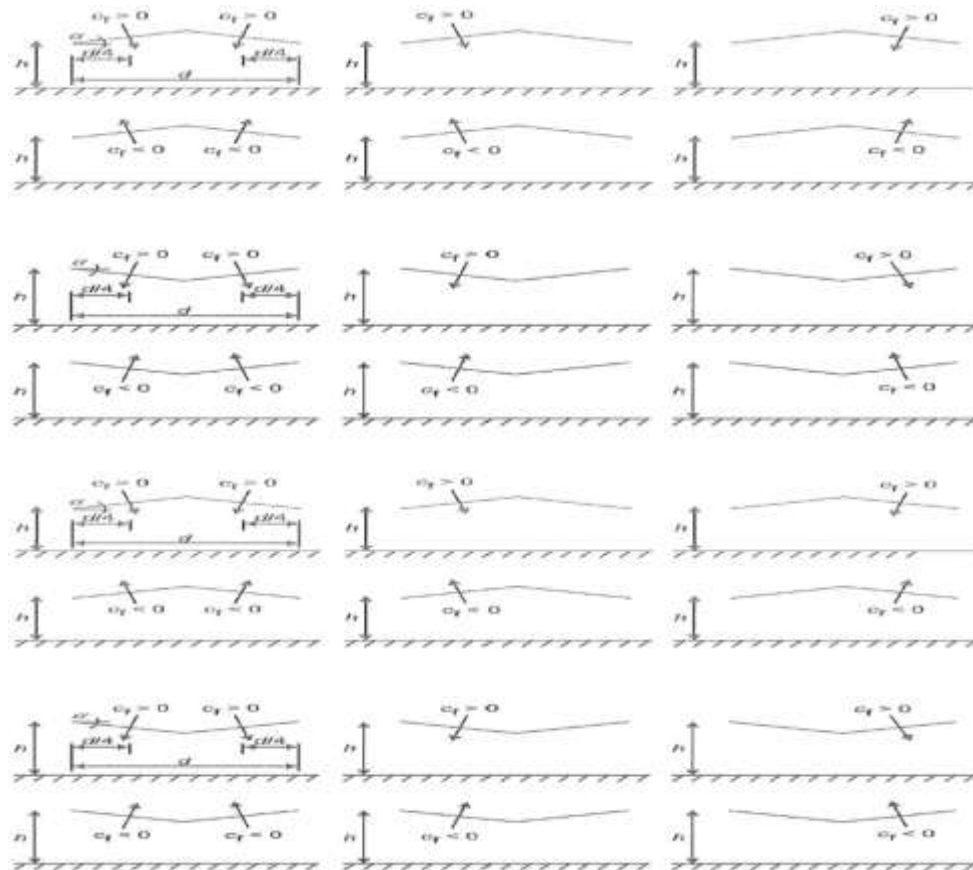


Рисунок 7.17 – Схемы приложения нагрузки для двускатных навесов и навесов корытообразного сечения

(9) Нагрузки на каждый отдельный скат отдельно стоящих многопролетных (шедовых) навесов (рисунок 7.18) следует определять с применением нагрузок для отдельно стоящего, изолированного двускатного навеса или навеса корытообразного сечения с понижающим коэффициентом ψ_{mc} по таблице 7.8.

Таблица 7.8 – Понижающие коэффициенты ψ_{mc} для отдельно стоящих многопролетных (шедовых) навесов

Площадь навеса по рисунку 7.18	Местоположение	Значение ψ_{mc} для всех φ	
		На максимальной (вниз) Коэффициенты усилия и коэффициенты давления	На минимальной (вверх) Коэффициенты усилия и коэффициенты давления
1	Первый (крайний) пролет покрытия	1,0	0,8
2	Второй пролет покрытия	0,9	0,7
3	Третий пролет покрытия	0,7	0,7

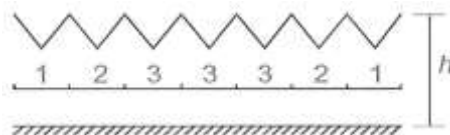


Рисунок 7.18 – Отдельно стоящие шедовые навесы с обозначением пролета покрытия

7.4 Отдельно стоящие стены, парапеты, ограждения и рекламные щиты

(1) Коэффициенты давления нетто $C_{p,net}$ для отдельно стоящих стен и парапетов зависят от коэффициента проемности ϕ . Для сплошных стен коэффициент проемности ϕ устанавливается равным 1, для стен с долей проемов 20 % $\phi = 0,8$. Проницаемые стены и ограждения с коэффициентом проемности $\phi \leq 0,8$ следует рассматривать как решетчатые конструкции по 7.11.

Примечание – Парапеты и шумозащитные экраны на мостах см. в разделе 8.

7.4.1 Отдельно стоящие стены и парапеты

(1) Отдельностоящие стены и парапеты для определения коэффициентов давления $C_{p,net}$ подразделяют на зоны А–D по рисунку 7.19.

Примечание – Числовые значения коэффициентов давления $C_{p,net}$ для отдельно стоящих стен и парапетов могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения указаны в таблице 7.9 для двух различных коэффициентов проемности (см. 7.4(1)). Данные значения возникают при наклонном направлении набегающего потока – для стен без угла (см. рисунок 7.19) или при действии ветра в двух направлениях – для стен с углом по рисунку 7.19. Базовой площадью в обоих случаях является общая площадь стены. Для коэффициентов проемности между 0,8 и 1,0 допускается линейная интерполяция.

Таблица 7.9 – Коэффициенты давления $C_{p,net}$ для отдельно стоящих стен и парапетов

Коэффициент проемности	Зона		А	В	С	Д
$\phi = 1$	Стена без угла	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Стена с углом с длиной стороны $\geq h^a$		$\pm 2,1$	$\pm 1,8$	$\pm 1,4$	$\pm 1,2$
$\phi = 0,8$			$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$

^{a)} При длине стороны стены с углом между значениями 0,0 и h допускается линейная интерполяция.

(2) Базовая высота отдельно стоящей стены z_e должна устанавливаться по рисунку 7.19 с применением $z_e = h$. Базовая высота парапетов должна устанавливаться по рисунку 7.6 с применением $z_e = (h + h_p)$.

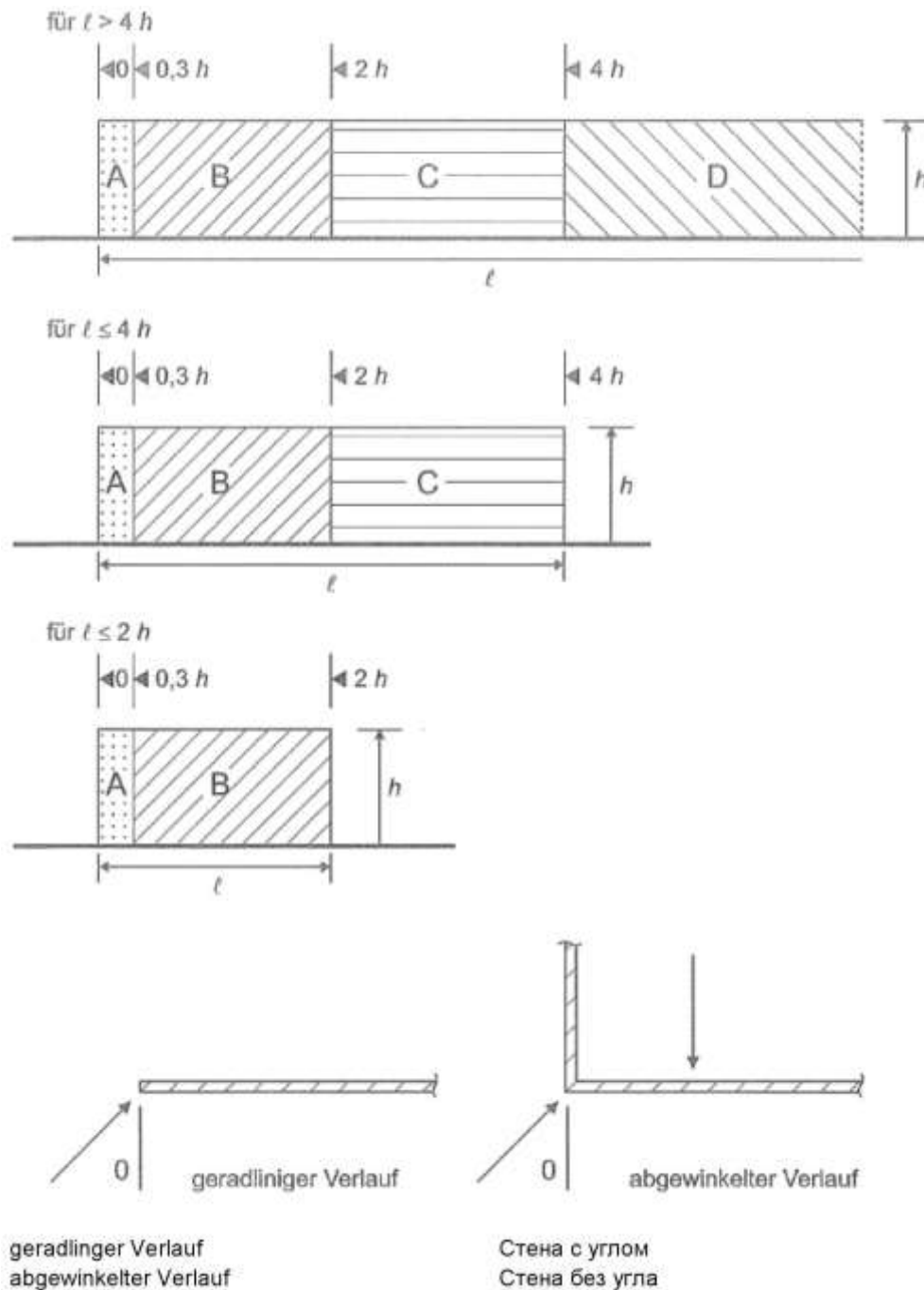


Рисунок 7.19 – Классификация поверхностей для отдельно стоящих стен и парапетов

7.4.2 Коэффициенты заграждения для стен и ограждений

(1) Если с наветренной стороны располагаются другие стены и ограждения, имеющие высоту, равную или большую, чем высота рассматриваемой стены или ограждения, то с коэффициентом давления нетто по зонам может быть применен дополнительный коэффициент заграждения. Значение коэффициента заграждения ψ_s зависит от расстояния x между стенами или ограждениями, а также от коэффициента проемности ϕ заграждающей, расположенной с наветренной стороны стены или ограждения высотой h . Значения коэффициента ψ_s представлены на рисунке 7.20.

Коэффициент давления нетто заграждающей стены получают по формуле

$$C_{p,net,s} = \psi_s \cdot C_{p,net}. \quad (7.6)$$

(2) Коэффициент заграждения не следует применять в крайних зонах в пределах расстояния h , измеряемого от свободного края стены.

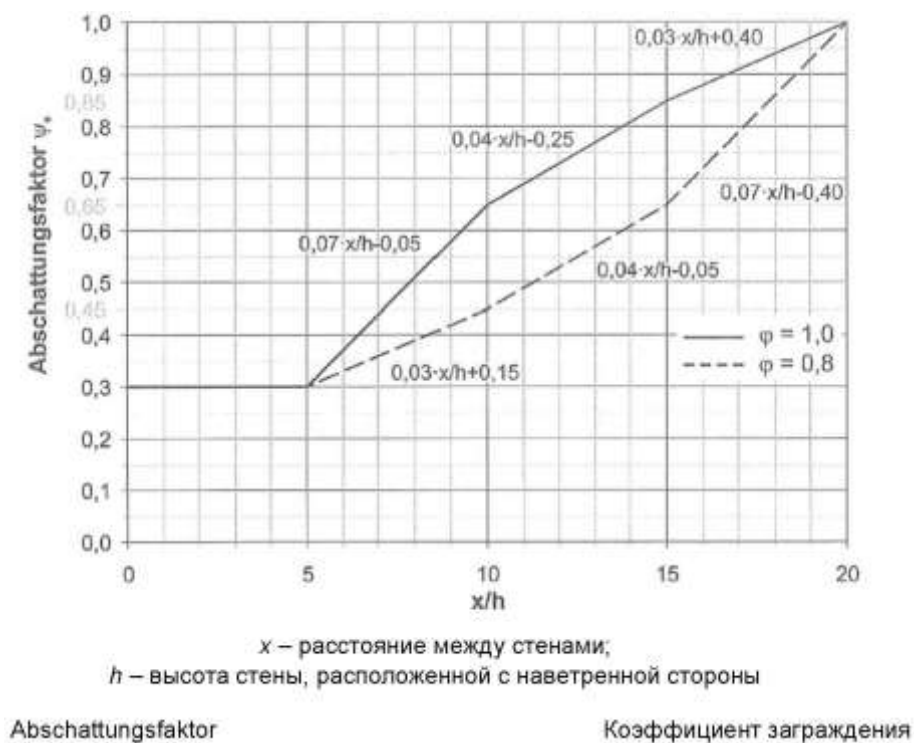


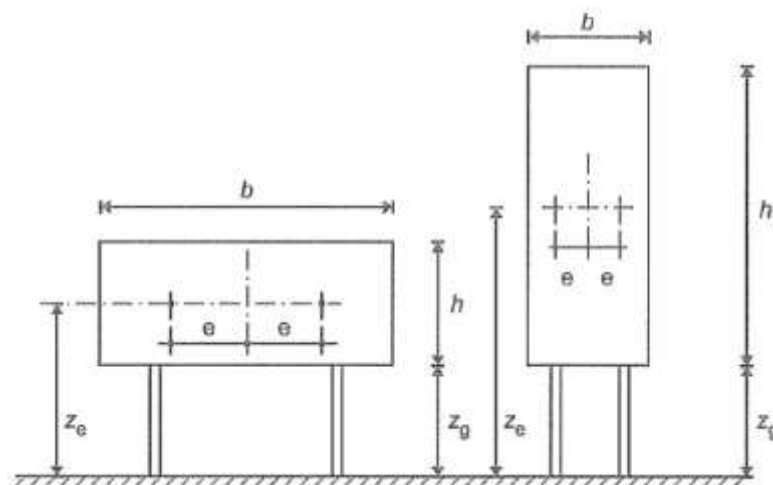
Рисунок 7.20 – Коэффициент заграждения ψ_s для стен и ограждений для значений φ от 0,8 до 1,0

7.4.3 Рекламные щиты

(1) Коэффициент усилия для рекламных щитов, поднятых над уровнем земли не менее чем на $z_g = h/4$ (рисунок 7.21), составляет:

$$c_f = 1,80, \quad (7.7)$$

$c_f = 1,80$ допускается также применять для $z_g < h/4$ и $b/h \leq 1$.



Примечание 1 – Базовая высота $z_e = z_g + h/2$.

Примечание 2 – Базовая площадь $A_{ref} = bh$.

Рисунок 7.21 – К распределению давления для рекламных щитов

(2) Результирующее ветровое усилие, направленное по нормали к плоскости щита, следует прикладывать на высоте его геометрического центра, с эксцентриситетом в горизонтальном направлении.

Примечание – Величина эксцентриситета может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет:

$$e = \pm 0,25b. \quad (7.8)$$

(3) При расстоянии от уровня земли $z_g < h/4$ и отношении ширины к высоте $b/h > 1$ щит следует рассматривать как отдельно стоящую стену (см. 7.4.1).

(4) Следует проводить проверку на потерю устойчивости вследствие дивергенции или срывного флаттера.

7.5 Коэффициенты трения

(1) Во всех случаях, приведенных в 5.3(3), нужно учитывать влияние трения.

(2) Коэффициенты трения c_{fr} для стен и покрытий указаны в таблице 7.10.

(3) Базовые площади поверхности A_{fr} представлены на рисунке 7.22. Силы трения следует прикладывать на части внешней поверхности, параллельные действию ветра на расстояниях от передних свесов покрытия или углов, равных $2b$ или $4h$ (определяющим является меньшее значение).

(4) Базовая высота z_e для отдельно стоящих навесов равна высоте навеса, для стен – высоте h верхней отметки стены (рисунок 7.22).

Таблица 7.10 – Коэффициенты трения c_{fr} для стен, парапетов и поверхностей покрытий

Поверхность	Коэффициент трения c_{fr}
Гладкая (например, сталь, гладкий бетон)	0,01
Шероховатая (например, шероховатый бетон, просмоленные поверхности)	0,02
Очень шероховатая (например, гофрированная, ребристая, складчатая)	0,04

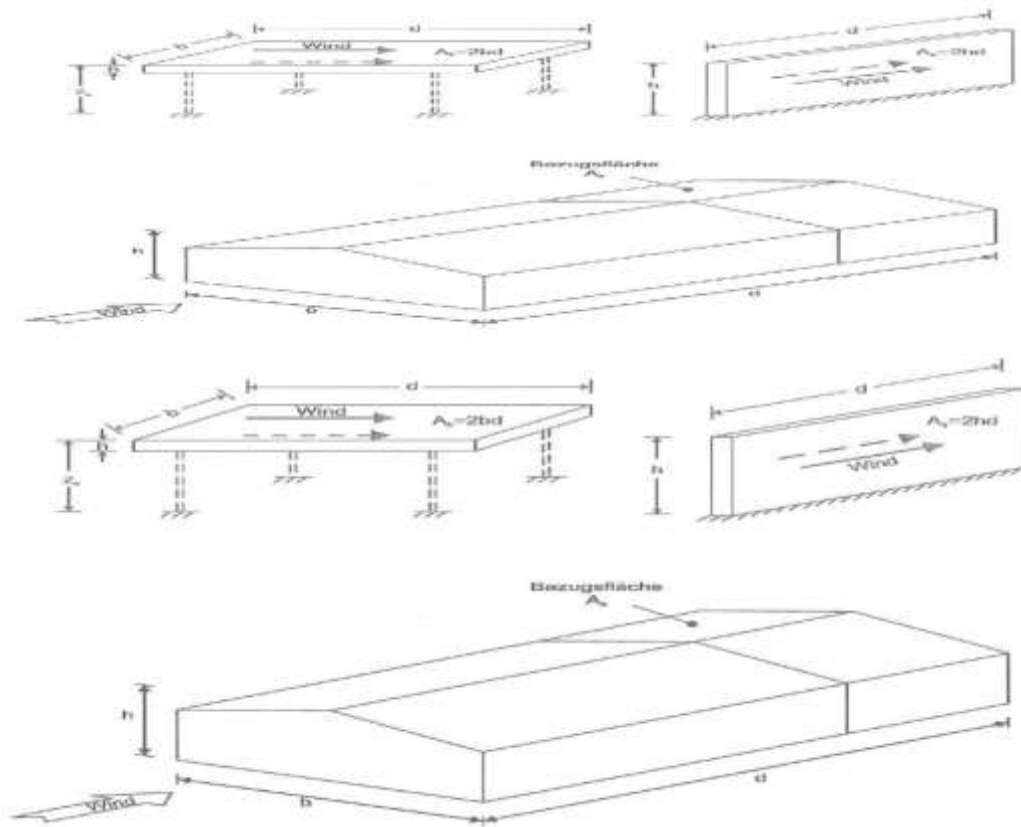


Рисунок 7.22 – Базовая площадь для трения

7.6 Конструктивные элементы конструкций с прямоугольным сечением

(1) Коэффициент усилия c_f для конструктивных элементов с прямоугольным поперечным сечением при направлении набегающего потока нормально стороне поперечного сечения определяют по формуле

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda, \quad (7.9)$$

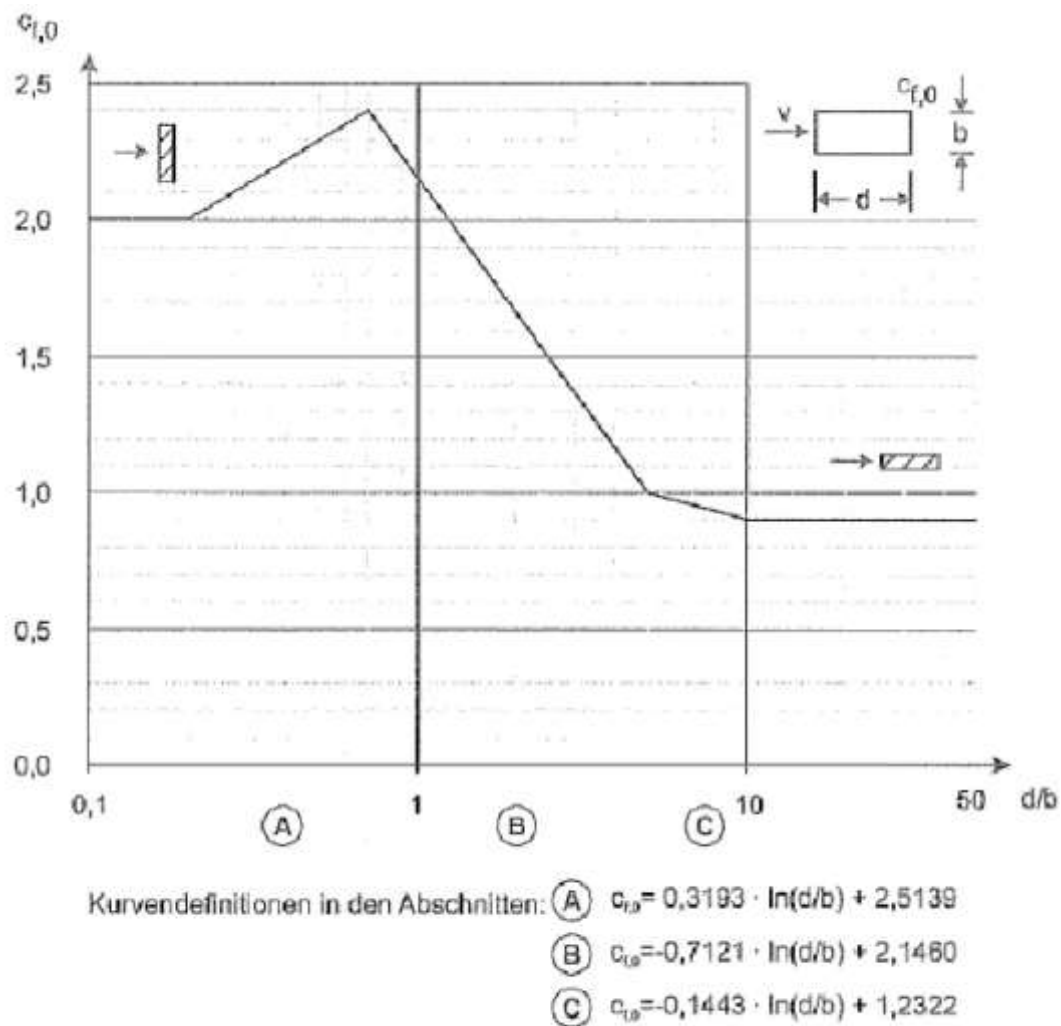
где $c_{f,0}$ – коэффициент усилия для конструкций прямоугольного поперечного сечения с острыми углами без обтекания свободных концов, как показано на рисунке 7.23;

ψ_r – понижающий коэффициент для конструкций квадратного поперечного сечения со скругленными углами в зависимости от числа Рейнольдса;

ψ_λ – коэффициент, учитывающий концевой эффект для конструкций со свободным обтеканием концов, как определено в 7.13.

Примечание 1 – Числовые значения коэффициента ψ_r могут быть указаны в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые верхние предельные значения указаны на рисунках 7.24 и 7.25. Они определены для условий слабой турбулентности и являются безопасными.

Примечание 2 – Рисунок 7.24 можно также применять для зданий с $h/d > 5,0$.



Kurvendefinitionen in der Abschnitten

Определения кривых в сечениях

Рисунок 7.23 – Коэффициенты трения $c_{f,0}$ для конструкций прямоугольного поперечного сечения с острыми углами без обтекания свободного конца

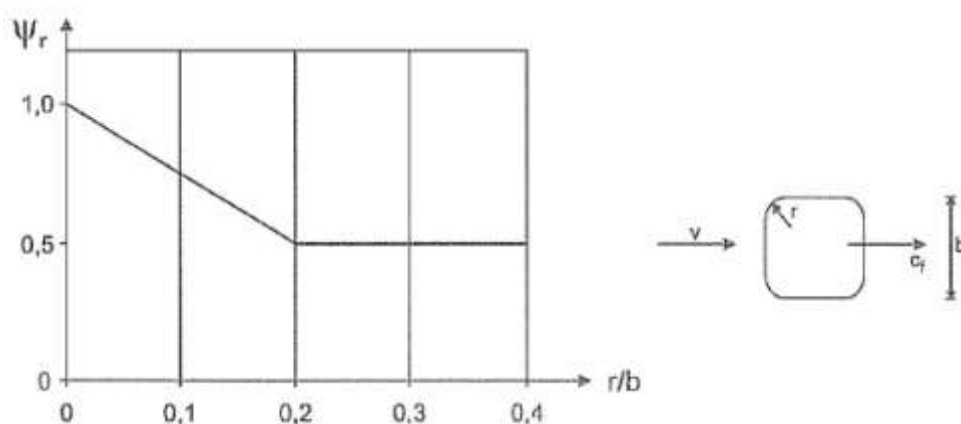


Рисунок 7.24 – Понижающий коэффициент ψ_r для конструкций квадратного поперечного сечения со скругленными углами

(2) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = lb, \quad (7.10)$$

где l – длина рассматриваемого участка.

Базовая высота z_e равна верхней отметке рассматриваемого участка над верхней точкой местности.

(3) Для пластинчатых поперечных сечений ($d/b < 0,2$) подъемные силы при определенных углах атаки набегающего потока могут приводить к повышению значений c_f до 25 % включительно.

7.7 Конструктивные элементы с острыми кромками в сечении

(1) Коэффициент усилия c_f конструктивных элементов с острыми кромками в сечении (рисунок 7.25) следует рассчитывать по формуле

$$c_f = c_{f,0} \psi \lambda, \quad (7.11)$$

где $\psi \lambda$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13).

Примечание 1 – Числовые значения $c_{f,0}$ могут быть указаны в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение для всех элементов конструкции без свободного обтекания концов $c_{f,0} = 2,0$. Это значение основывается на измерениях при слабых турбулентных условиях и дает безопасный результат.

Примечание 2 – Формула (7.11) и рисунок 7.25 могут применяться также для зданий с $h/d > 5,0$.

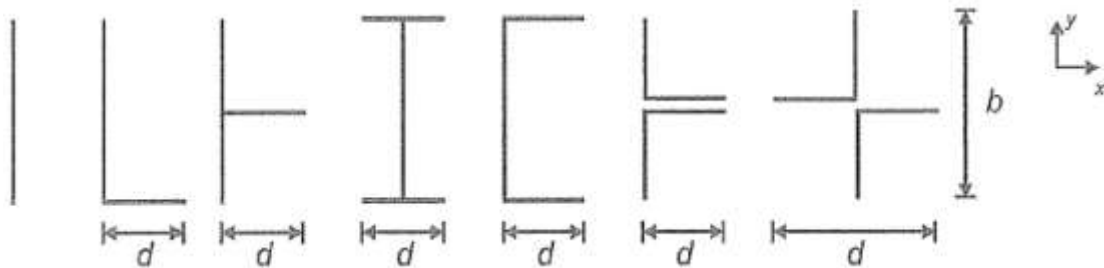


Рисунок 7.25 – Конструкции с острыми кромками в сечении

(2) Следует принимать следующие значения базовой площади A_{ref} (см. рисунок 7.25):

- в направлении x $A_{ref,x} = lb$;
- в направлении y $A_{ref,y} = ld$,

где l – длина рассматриваемого конструктивного элемента.

(3) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

7.8 Конструктивные элементы с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника

(1) Коэффициент усилия c_f конструктивных элементов с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника с пятью или семью гранями равен

$$c_f = c_{f,0} \psi \lambda, \quad (7.13)$$

где $\psi \lambda$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект, определяемый по 7.13;

$c_{f,0}$ – коэффициент усилия для конструктивных элементов без обтекания свободного конца.

Примечание – Числовые значения $c_{f,0}$ могут устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые консервативные значения, полученные измерениями при слабых турбулентных условиях, указаны в таблице 7.11.

(2) Для зданий при $h/d > 5$ значение c_f допускается определять по формуле (7.13).

Примечание – См. также таблицу 7.11 и рисунок 7.26.

(3) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = lb, \quad (7.14)$$

где l – длина рассматриваемого элемента конструкции;

b – диаметр описанной окружности, см. рисунок 7.26.

(4) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

Таблица 7.11 – Коэффициент усилия $c_{f,0}$ для конструкций с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника

Число сторон	Поперечное сечение	Обработка поверхности и ребер	Число Рейнольдса $Re^a)$	$c_{f,0}$
5	Пятиугольник	Любая	Все значения	1,80
6	Шестиугольник	Любая	Все значения	1,60
8	Восьмиугольник	Гладкая поверхность $r/b < 0,075^b)$	$Re \leq 2,4 \cdot 10^5$	1,45
			$Re \geq 3 \cdot 10^5$	1,30
		Гладкая поверхность $r/b \geq 0,075^b)$	$Re \leq 2 \cdot 10^5$	1,30
			$Re \geq 7 \cdot 10^5$	1,10
10	Десятиугольник	Любая	Все	1,30
12	Двенадцатиугольник	Гладкая поверхность со скругленными ребрами ^{c)}	$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,90
		Любая другая	$Re < 4 \cdot 10^5$	1,30
			$Re > 4 \cdot 10^5$	1,10
16–18	Шестнадцатиугольник – восемнадцатиугольник	Гладкая поверхность со скругленными ребрами ^{c)}	$Re < 2 \cdot 10^5$	Рассматривать как круговой цилиндр (см. 7.9)
			$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,70

a) Число Рейнольдса Re при $v = v_m$ и v_m , приведенной в 4.3, определено в 7.9.
b) r – радиус закругления; b – диаметр описанной окружности, см. рисунок 7.26.
c) По результатам аэродинамических испытаний секционных моделей с поверхностью из оцинкованной стали, сечение которых имеет параметр $b = 0,3$ м и радиус закругления $0,06b$.

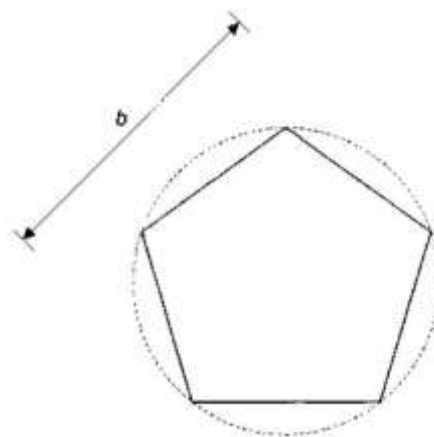


Рисунок 7.26 – Конструктивный элемент с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника

7.9 Круговой цилиндр

7.9.1 Коэффициенты внешнего давления

(1) Коэффициент наружного давления c_{pe} для кругового цилиндра зависит от числа Рейнольдса Re , которое определяется по формуле

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{\nu}, \quad (7.15)$$

где b – диаметр;

ν – кинематическая вязкость воздуха ($\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$);

$v(z_e)$ – пиковое значение скорости ветра в соответствии с примечанием 2 к рисунку 7.27 на высоте z_e (см. рисунок 6.1).

(2) Коэффициент наружного давления c_{pe} для кругового цилиндра равен

$$c_{pe} = c_{p,0} \psi \lambda_0, \quad (7.16)$$

где $c_{p,0}$ – коэффициент наружного давления для цилиндра с бесконечной гибкостью λ (см. (3));

$\psi \lambda_a$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект для кругового цилиндра (см. (4)).

(3) На рисунке 7.27 представлен коэффициент внешнего давления $c_{p,0}$ для различных значений чисел Рейнольдса в зависимости от угла α .

(4) Коэффициент для кругового цилиндра без обтекания свободного конца $\psi \lambda_0$ равен

$$\begin{aligned} \psi \lambda_0 &= 1 && \text{при } 0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_{\min}; \\ \psi \lambda_0 &= \psi \lambda + (1 - \psi \lambda) \cdot \cos \left(\frac{x}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_A - \alpha_{\min}} \right) \right) && \text{при } \alpha_{\min} < \alpha < \alpha_A; \\ \psi \lambda_0 &= \psi \lambda && \text{при } \alpha_A \leq \alpha \leq 180^\circ, \end{aligned} \quad (7.17)$$

где α_A – положение отрыва потока на окружности (рисунок 7.27);

$\psi \lambda$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13).

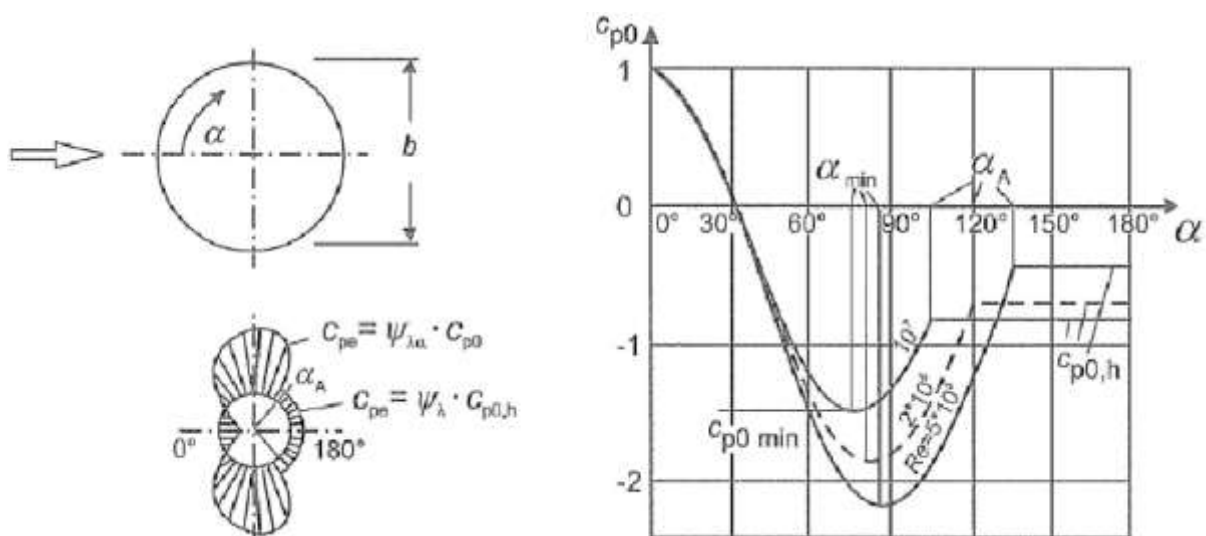


Рисунок 7.27 – Распределение давления по поперечному сечению кругового цилиндра без обтекания свободного конца

Примечание 1 – Промежуточные значения допускается принимать линейной интерполяцией.

Примечание 2 – Характерные значения Re , $\alpha_{\min}$, $c_{p0, \min}$, α_A и $c_{p0, h}$ указаны в таблице 7.12. Рисунок 7.27 и таблица 7.12 базируются на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ и q_p по 4.5.

Примечание 3 – Рисунок 7.27 базируется на эквивалентной шероховатости k/b , не превышающей $5 \cdot 10^{-4}$. Характерные значения эквивалентной шероховатости k указаны в таблице 7.13.

Таблица 7.12 – Характерные значения Re , $\alpha_{\min}$, $c_{p0, \min}$, α_A и $c_{p0, h}$ для поперечного сечения кругового цилиндра без обтекания свободного конца

Re	$\alpha_{\min}$	$c_{p0, \min}$	α_A	$c_{p0, h}$
$5 \cdot 10^5$	85°	-2,2	135°	-0,4
$2 \cdot 10^5$	80°	-1,9	120°	-0,7
10^7	75°	-1,5	105°	-0,8

$\alpha_{\min}$ – положение минимального давления;
 $c_{p0, \min}$ – значение минимального коэффициента давления;
 α_A – положение отрыва потока;
 $c_{p0, h}$ – основной коэффициент давления.

(5) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = lb. \quad (7.18)$$

(6) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

7.9.2 Коэффициенты усилия

(1) Коэффициент усилия c_f конечного кругового цилиндра равен

$$c_f = c_{f,0} \psi \lambda, \quad (7.19)$$

где $c_{f,0}$ – коэффициент усилия кругового цилиндра без обтекания свободного конца (рисунок 7.28);

$\psi \lambda$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13).

Примечание 1 – Рисунок 7.28 может также применяться для зданий с $h/d > 5,0$.

Примечание 2 – Рисунок 7.28 базируется на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ и q_p по 4.5.

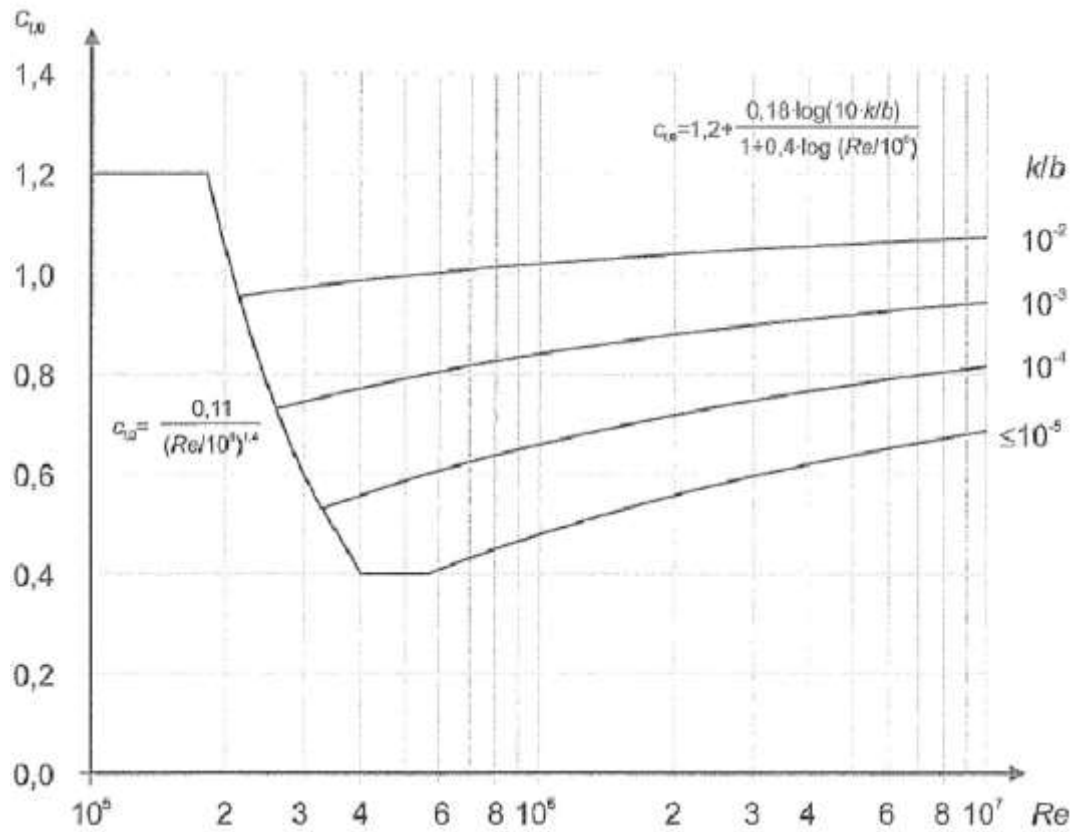


Рисунок 7.28 – Коэффициент усилия $c_{f,0}$ круговых цилиндров с бесконечной гибкостью для разных значений эквивалентной шероховатости k/b

(2) Значения эквивалентной шероховатости k для поверхностей, не подвергавшихся воздействию окружающей среды, приведены в таблице 7.13.

Примечание – Для поверхностей, испытывавших воздействие окружающей среды в течение определенного времени, значения эквивалентной шероховатости k могут быть приведены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3) Коэффициент усилия $c_{f,0}$ для проволочных канатов применяют независимо от числа Рейнольдса, $c_{f,0} = 1,2$.

Таблица 7.13 – Эквивалентная шероховатость k

Поверхность	Эквивалентная шероховатость k , мм	Поверхность	Эквивалентная шероховатость k , мм
Стекло	0,0015	Гладкий бетон	0,2
Полированный металл	0,002	Строганное дерево	0,5
Высококачественная окраска	0,006	Шероховатый бетон	1,0
Окраска напылением	0,02	Грубо распиленная древесина	2,0
Сталь со светлой поверхностью (без покрытия)	0,05	Ржавчина	2,0
Чугун	0,2	Кирпичная кладка	3,0
Гальванизированная сталь	0,2		

(4) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = lb, \quad (7.20)$$

где l – длина рассматриваемого конструктивного элемента.

(5) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

(6) Для цилиндров с относительно ровной поверхностью с расстоянием в свету $z_g/b < 1,5$ над уровнем земли (рисунок 7.29) требуются специальные исследования.

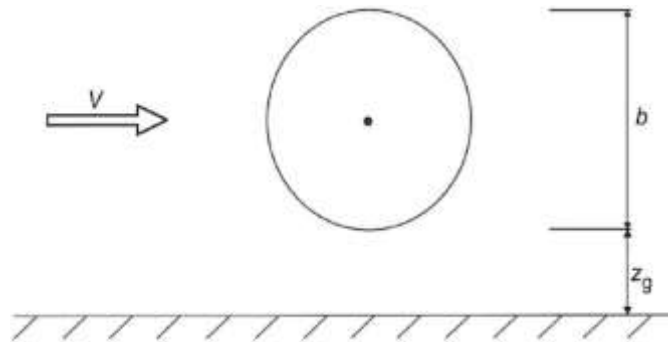


Рисунок 7.29 – Цилиндр с относительно ровной поверхностью

7.9.3 Коэффициенты усилия для вертикальных цилиндров, расположенных в ряд

При расположении цилиндров в ряд коэффициент усилия $c_{f,0}$ зависит от направления ветра относительно оси ряда и от отношения расстояния, а к среднему диаметру b – см. таблицу 7.14. Коэффициент усилия c_f для любого цилиндра равен

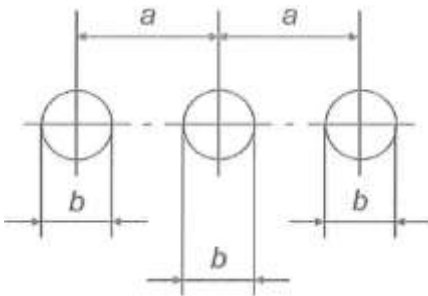
$$c_f = c_{f,0} \psi \lambda \kappa, \quad (7.21)$$

где $c_{f,0}$ – коэффициент усилия кругового цилиндра без обтекания свободного конца (см. 7.9.2);

$\psi \lambda$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13);

κ – коэффициент в соответствии с таблицей 7.14 (для самого неблагоприятного направления набегающего потока).

Таблица 7.14 – Коэффициент κ для круговых цилиндров, расположенных в ряд

a/b	κ	
$2,5 < a/b < 3,5$	1,15	
$3,5 < a/b < 30$	$210 - \frac{a}{b}$	
	180	
$a/b > 30$	1,00	
a – расстояние; b – диаметр.		
Примечание – При $a/b < 2,5$ значения κ могут быть приведены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».		

7.10 Сферы

(1) Коэффициент усилия $c_{f,x}$ для сфер в направлении действия ветра представляет собой функцию числа Рейнольдса Re (см. 7.9.1) и эквивалентной шероховатости k/b (см. таблицу 7.13).

Примечание 1 – Значения коэффициента усилия $c_{f,x}$ могут устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения на основании измерений при слабых турбулентных условиях представлены на рисунке 7.30. Рисунок 7.30 базируется на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ и q_p по 4.5.

Примечание 2 – Значения на рисунке 7.30 ограничены значениями $z_g > b/2$, где z_g – расстояние в свету между сферой и плоской поверхностью, а b – диаметр сферы (рисунок 7.31). При $z_g < b/2$ коэффициент усилия $c_{f,x}$ умножают на коэффициент 1,6.

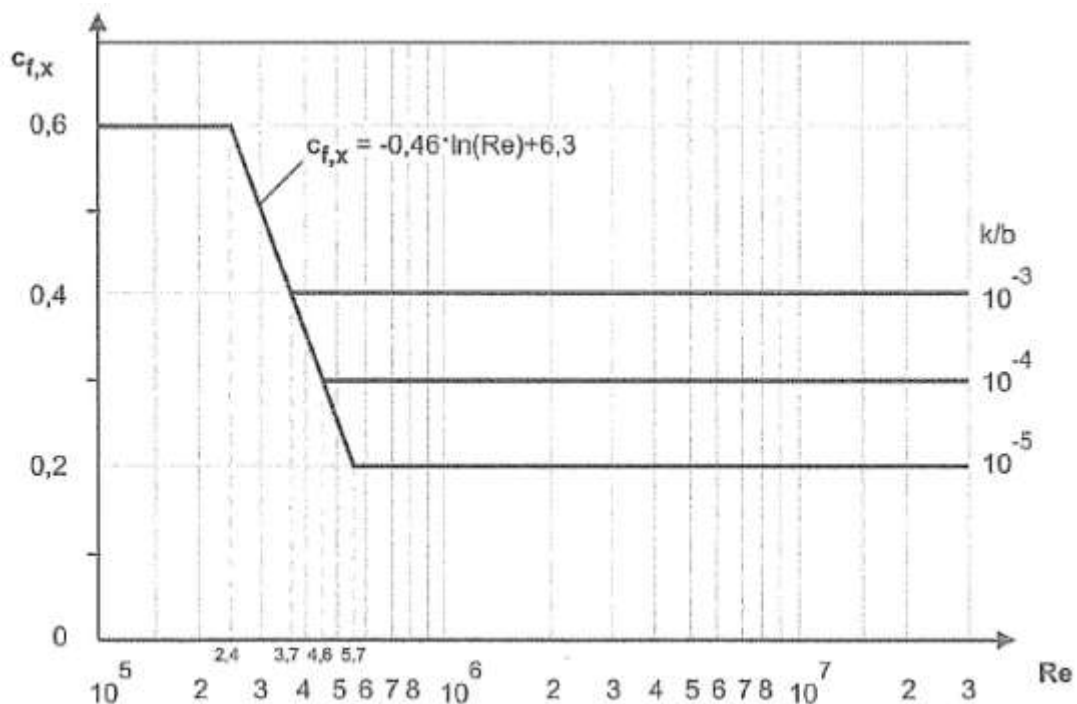


Рисунок 7.30 – Коэффициент усилия сферы в направлении действия ветра

(2) Вертикальный коэффициент усилия $c_{f,x}$ сфер определяют следующим образом:

$$\begin{aligned} c_{f,x} &= 0 && \text{при } z_g > \frac{b}{2}; \\ c_{f,x} &= +0,60 && \text{при } z_g < \frac{b}{2}. \end{aligned} \quad (7.22)$$

(3) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = \pi \cdot \frac{b^2}{4}. \quad (7.23)$$

(4) Базовую высоту следует определять по формуле

$$z_e = z_g + \frac{b}{2}. \quad (7.24)$$

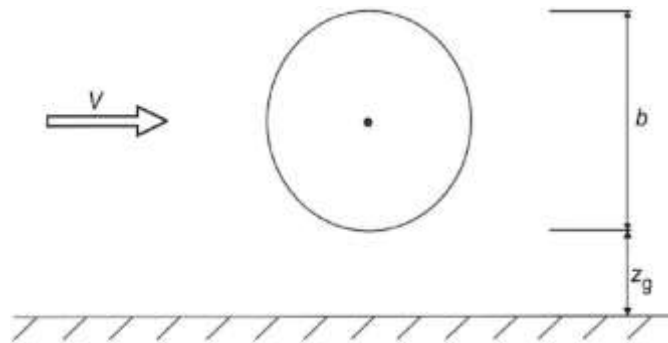


Рисунок 7.31 – Сфера вблизи плоской поверхности

7.11 Решетчатые конструкции и леса

(1) Коэффициент усилия c_f для решетчатых конструкций и лесов следует определять по формуле

$$c_f = c_{f,0} \psi \lambda, \quad (7.25)$$

где $c_{f,0}$ – коэффициент усилия решетчатых конструкций и лесов без обтекания свободного конца. Он указан на рисунках 7.33–7.35 как функция коэффициента проемности φ (см. 7.11(2)) и числа Рейнольдса Re ;

Re – число Рейнольдса, принимаемое на основании среднего диаметра стержня b , см. примечание 1;

$\psi \lambda$ – коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13), который рассчитывается с применением l и ширины $b = d$, по рисунку 7.32.

Примечание 1 – Рисунок 7.35 базируется на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{p}}$ и q_p по 4.5.

Примечание 2 – Понижающие коэффициенты для лесов без воздухопроницаемого ограждения, на которые оказывают влияние затенения сплошных сооружений, могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения указаны в EN 12811.

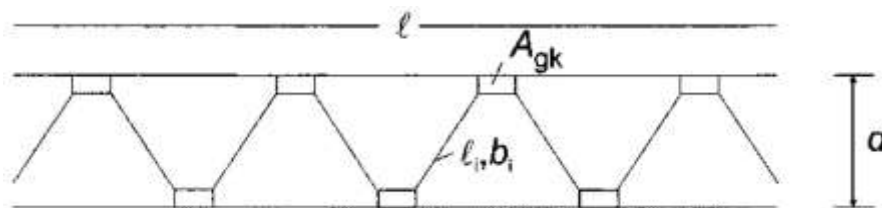


Рисунок 7.32 – Решетчатые конструкции или леса

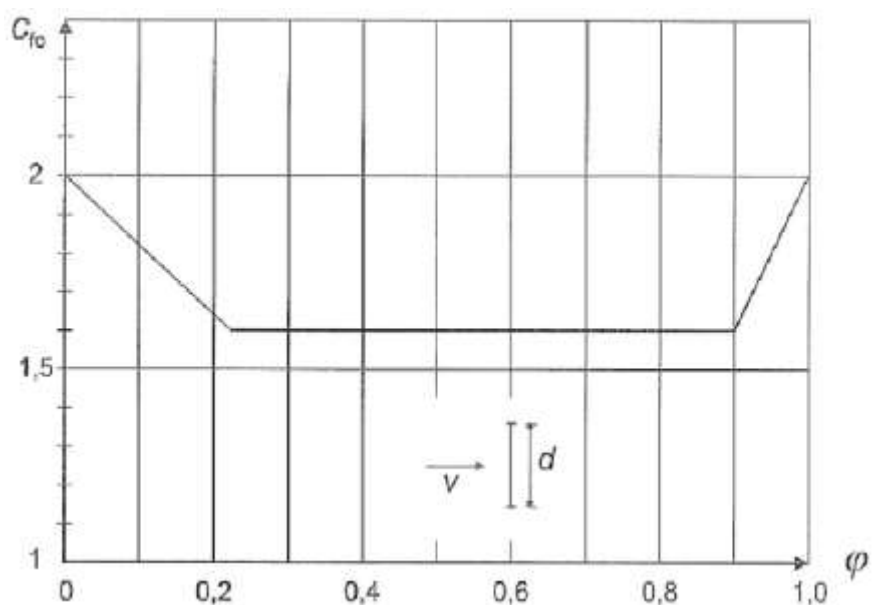


Рисунок 7.33 – Коэффициент усилия $c_{f,0}$ решетчатых конструкций из угловых профилей с острыми кромками в зависимости от коэффициента проемности φ

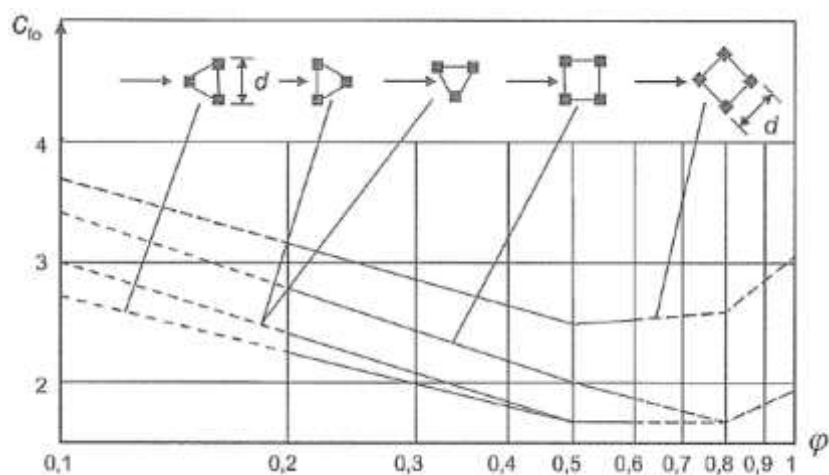


Рисунок 7.34 – Коэффициент усилия $c_{f,0}$ для пространственной решетчатой конструкции из угловых профилей и из профилей с острыми кромками в зависимости от коэффициента проемности φ

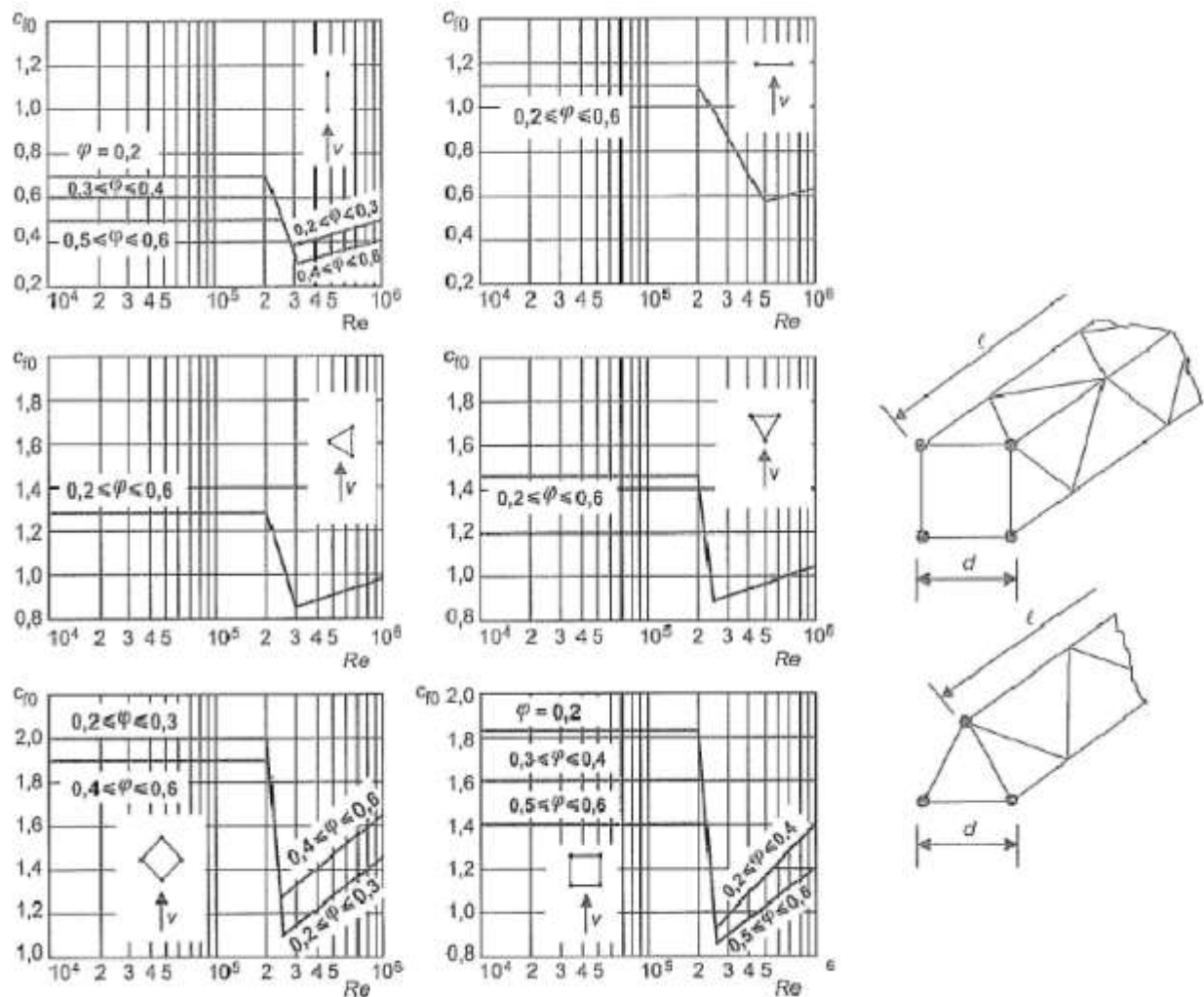


Рисунок 7.35 – Коэффициент усилия $c_{f,0}$ для плоских и пространственных решетчатых конструкций из профилей с круглым поперечным сечением

(2) Коэффициент проемности φ следует определять по формуле

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.26)$$

где A – сумма площадей проекций стержней и узловых накладок, проецируемых на рассматриваемую сторону, $A = \sum_i b_i l_i + \sum_k A_{gk}$. В пространственных решетчатых конструкциях следует рассматривать наветренную сторону;

A_c – площадь вертикальной проекции, ограниченной контурами конструкции, $A_c = dl$;

l – длина решетчатой конструкции;

d – ширина решетчатой конструкции;

b_i, l_i – проекция ширины и длины отдельного стержня i (см. рисунок 7.32);

A_{gk} – площадь узловой накладки k .

(3) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = A. \quad (7.27)$$

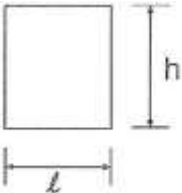
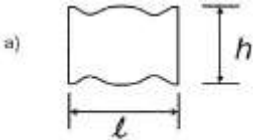
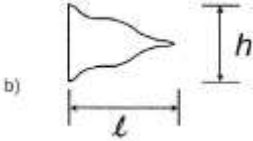
(4) Базовая высота z_e равна высоте до верхней отметки рассматриваемого сечения.

7.12 Флаги

(1) Коэффициенты усилия c_f и базовая площадь A_{ref} для флагов приведены в таблице 7.15.

(2) Базовая высота z_e равна высоте до верхней отметки флага над поверхностью земли.

Таблица 7.15 – Коэффициенты усилия c_f для флагов

Флаги	A_{ref}	C_f
Флаги, закрепленные со всех сторон	hl	1,8
Сила действует по нормали к плоскости флага 		
Незакрепленные флаги  	hl $0,5hl$	$0,02 + 0,7 \cdot \frac{m_r}{\rho h} \cdot \left(\frac{A_{ref}}{h^2} \right)^{-1,25}$
Сила действует в плоскости флага m_r – масса на единицу площади флага; ρ – плотность воздуха (см. 4.5(1), примечание 2); z_e – высота флага над уровнем земли. Примечание – Формулы для незакрепленных флагов содержат динамические силы на основании эффекта развевания (флаттера).		

7.13 Эффективная гибкость λ и коэффициент, учитывающий концевые эффекты $\psi\lambda$

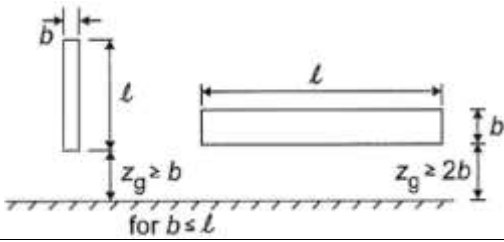
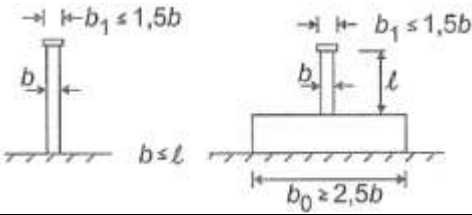
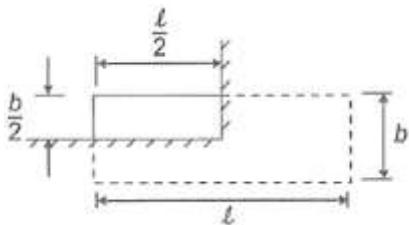
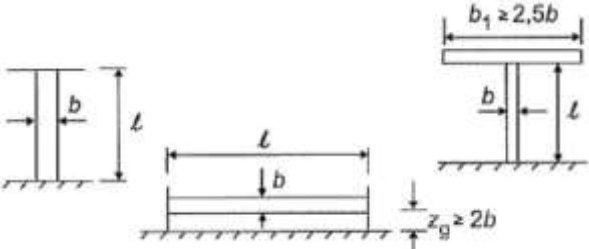
(1) В уместных случаях следует определять коэффициент, учитывающий концевые эффекты в зависимости от эффективной гибкости λ .

Примечание – Коэффициенты усилия c_{f0} в 7.12 основываются на исследованиях конструкций без обтекания свободных концов, удаленных от земли (основания). Коэффициент, учитывающий пониженное сопротивление конструкции вследствие обтекания ветра вокруг конца (концевой эффект). Рисунок 7.36 и таблица 7.16 основываются на измерениях при слабых турбулентных течениях. Значения, учитывающие влияние турбулентности, могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Эффективная гибкость λ зависит от размеров конструктивного элемента и его положения.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть установлены значения эффективной гибкости λ и $\psi\lambda$. Рекомендуемые значения λ указаны в таблице 7.16. Ориентировочные значения $\psi\lambda$ для различных коэффициентов проемности φ приведены на рисунке 7.36.

Таблица 7.16 – Значения эффективной гибкости λ для цилиндров, многоугольных и прямоугольных поперечных сечений, конструктивных элементов с острыми кромками и решетчатых конструкций

Номер	Положение конструкции при направлении набегающего потока по нормали к плоскости чертежа	Эффективная гибкость λ
1		Для многоугольных, прямоугольных поперечных сечений и поперечных сечений с острыми кромками, а также для решетчатых конструкций: при $l \geq 50$ м, $\lambda = 1,4l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является меньшее значение
2		при $l < 15$ м, $\lambda = 2l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является меньшее значение
3		при $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является меньшее значение
4		при $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является большее значение при $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является большее значение Промежуточные значения принимаются линейной интерполяцией

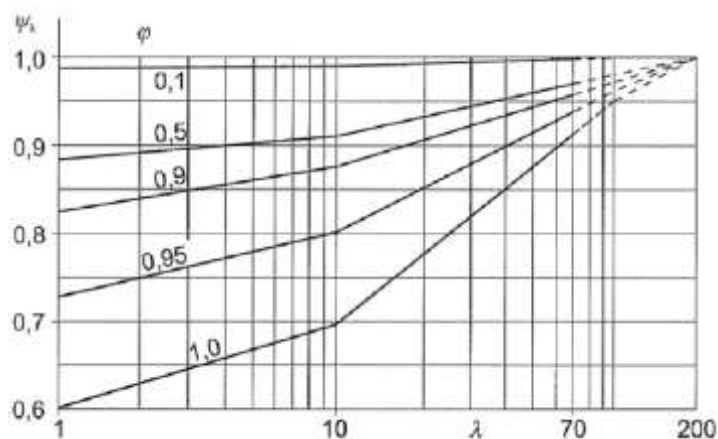


Рисунок 7.36 – Коэффициент $\psi\lambda$ в зависимости от эффективной гибкости λ и для разных коэффициентов пористости ϕ

(3) Коэффициент проемности φ следует определять следующим образом (см. рисунок 7.37):

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.28)$$

где A – сумма проецируемых площадей отдельных конструктивных элементов;
 A_c – площадь ограждения, $A_c = lb$.

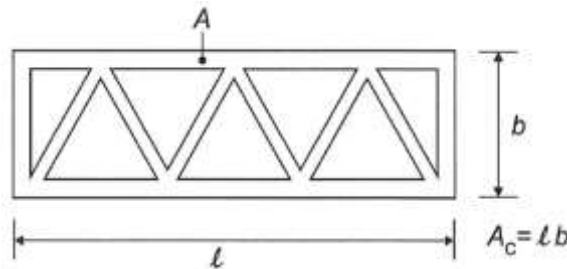


Рисунок 7.37 – Определение коэффициентов проемности φ

8 Ветровые воздействия на мосты

8.1 Общие положения

(1) Данный раздел распространяется только на однопролетные и многопролетные мосты с постоянной высотой сооружения и одинарной пролетной конструкцией с поперечными сечениями по рисунку 8.1.

Примечание 1 – Ветровые воздействия для других типов мостов (арочных, вантовых, крытых, подвижных мостов и мостов с несколькими или несколько изогнутыми пролетными конструкциями) могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – Угол уклона направления действия набегающего потока по отношению к пролетной конструкции и в горизонтальной плоскости может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Ветровые нагрузки на пролетные конструкции рассматриваются в 8.2 и 8.3, нагрузки на опоры моста – в 8.4. Ветровые нагрузки на различные элементы моста следует учитывать как действующие одновременно, в случаях неблагоприятного влияния.

(3) Воздействия ветра на конструкции мостов вызывают силы в направлениях x , y и z в соответствии с рисунком 8.2. В этом случае:

направление x – в направлении, параллельном направлению транспортных путей, по нормали к пролету;

направление y – в направлении, продольном оси пролета;

направление z – по нормали к направлению транспортных путей.

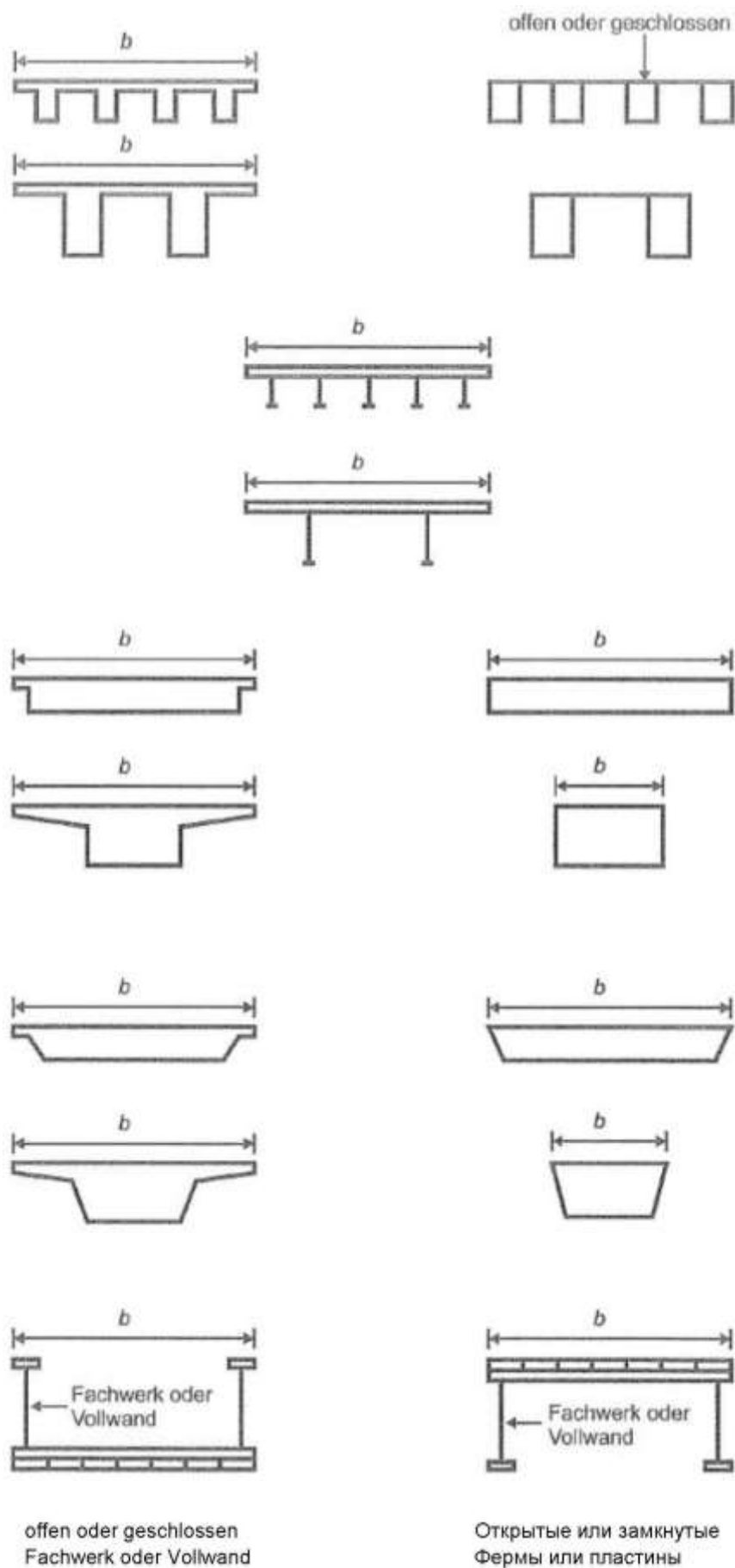


Рисунок 8.1 – Примеры поперечных сечений стандартных пролетных конструкций моста

Силы в направлениях x и y вызываются воздействиями ветра в различных направлениях и обычно не возникают одновременно. Силы в направлении z могут

возникать в различных направлениях, их следует учитывать как одновременно действующие с силами других направлений, в случае неблагоприятности их действия.

Примечание – Система обозначений, применяемая для мостов, отличается от установленной в 1.7. Для конструкций мостов применяют следующие обозначения (рисунок 8.2):

L – длина в направлении y ;
 b – ширина в направлении x ;
 d – высота в направлении z .

Наименования геометрических параметров L , b и d , указанных на рисунке 8.2, при необходимости, уточняются в различных разделах в соответствии с их применением. При ссылках на разделы 5–7 наименования для b и d необходимо соответственно корректировать.

Размеры L , b и d , представленные на рисунке 8.2, более точно определены в последующих разделах. При ссылках на разделы 5–7 обозначения b и d необходимо соответственно корректировать.

(4) При необходимости одновременного учета воздействия ветра и дорожного движения (см. EN 1990, приложение А, А.2.2.1 и А.2.2.2) сопутствующее воздействие $\psi_c F_{wk}$ от ветра и транспортных средств на мост ограничивают значением F'_w , заменяя основное значения базовой скорости $v_{b,0}$ значением $v'_{b,0}$.

Примечание – Значение $v'_{b,0}$ может устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение равно 23 м/с.

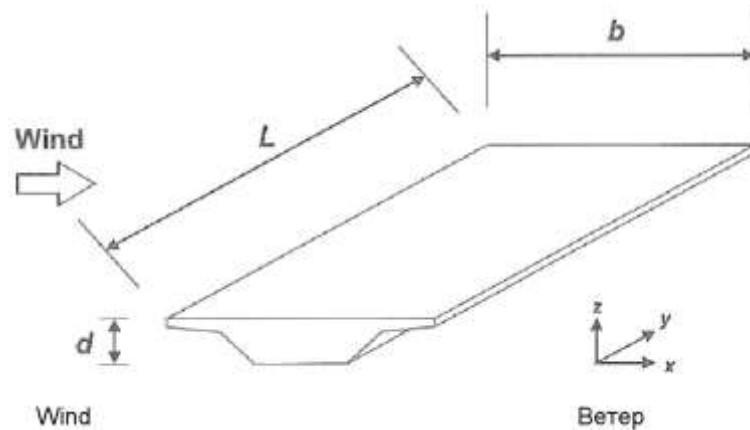


Рисунок 8.2 – Направления воздействий ветра на пролетные конструкции моста

(5) При необходимости одновременного учета воздействия ветра и железнодорожного движения (см. EN 1990, приложение А, А.2.2.1 и А.2.2.2) сопутствующее воздействие $\psi_c F_{wk}$ от ветра и поездов на мост ограничивают значением F''_w , заменяя основное значение исходной скорости $v_{b,0}$ значением $v''_{b,0}$.

Примечание – Значение $v''_{b,0}$ может устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение равно 25 м/с.

8.2 Выбор методов расчета системы

(1) Необходимо проверить необходимость расчета динамических реакций системы для конструкции моста или достаточность применения квазистатических проектных нагрузок.

Примечание 1 – Критерии и методы расчета могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – Если динамический расчет не требуется, можно применять значение $c_s c_d = 1,0$.

Примечание 3 – Для обычных дорожных и железнодорожных пролетных конструкций моста с шириной пролета менее 40 м учет динамических реакций системы, как правило, не требуется. Под обычными пролетными конструкциями могут пониматься конструкции из стали, бетона, алюминия или дерева, а также комбинированные конструкции, поперечное сечение которых соответствует формам на рисунке 8.1.

8.3 Коэффициенты усилия

(1) Коэффициенты усилия для парапетов и ограждений мостов необходимо учитывать, если они относятся к порядку величин, которыми нельзя пренебречь.

Примечание – Коэффициенты усилия для парапетов и щитов мостов могут указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуется применять 7.4.

8.3.1 Коэффициенты усилия в направлении x (общий метод)

(1) Коэффициенты усилия воздействий ветра на пролетные конструкции моста в направлении x равны

$$C_{f,x} = C_{fx,0}, \quad (8.1)$$

где $C_{fx,0}$ – аэродинамический коэффициент для конструкций без обтекания свободных концов (см. 7.13).

Примечание 1 – Пролетные конструкции мостов, как правило, не содержат свободно обтекаемых элементов, так как при обтекании отклонение вызывается только двумя сторонами (верхней стороной и нижней стороной пролетной конструкции).

Примечание 2 – Для обычных мостов допускается применять $C_{fx,0} = 1,3$. Альтернативно допускается применять значение $C_{fx,0}$ по рисунку 8.3, где приведены некоторые типичные случаи определения $A_{ref,x}$ (согласно 8.3.1(4)) и d_{tot} .

Примечание 3 – Если угол уклона набегающего потока превышает 10° , то могут потребоваться специальные исследования для аэродинамического коэффициента. Такой угол уклона может сводиться к уклону местности с наветренной стороны моста.

Примечание 4 – Если в одной плоскости находятся две практически идентичные пролетные конструкции и они разделены только в поперечном направлении зазором, не превышающим или незначительно превышающим 1 м, то силу ветра с наветренной стороны допускается рассчитывать как для составной конструкции.

В других случаях целесообразны специальные исследования, касающиеся взаимодействий между конструкциями моста.

Тип моста

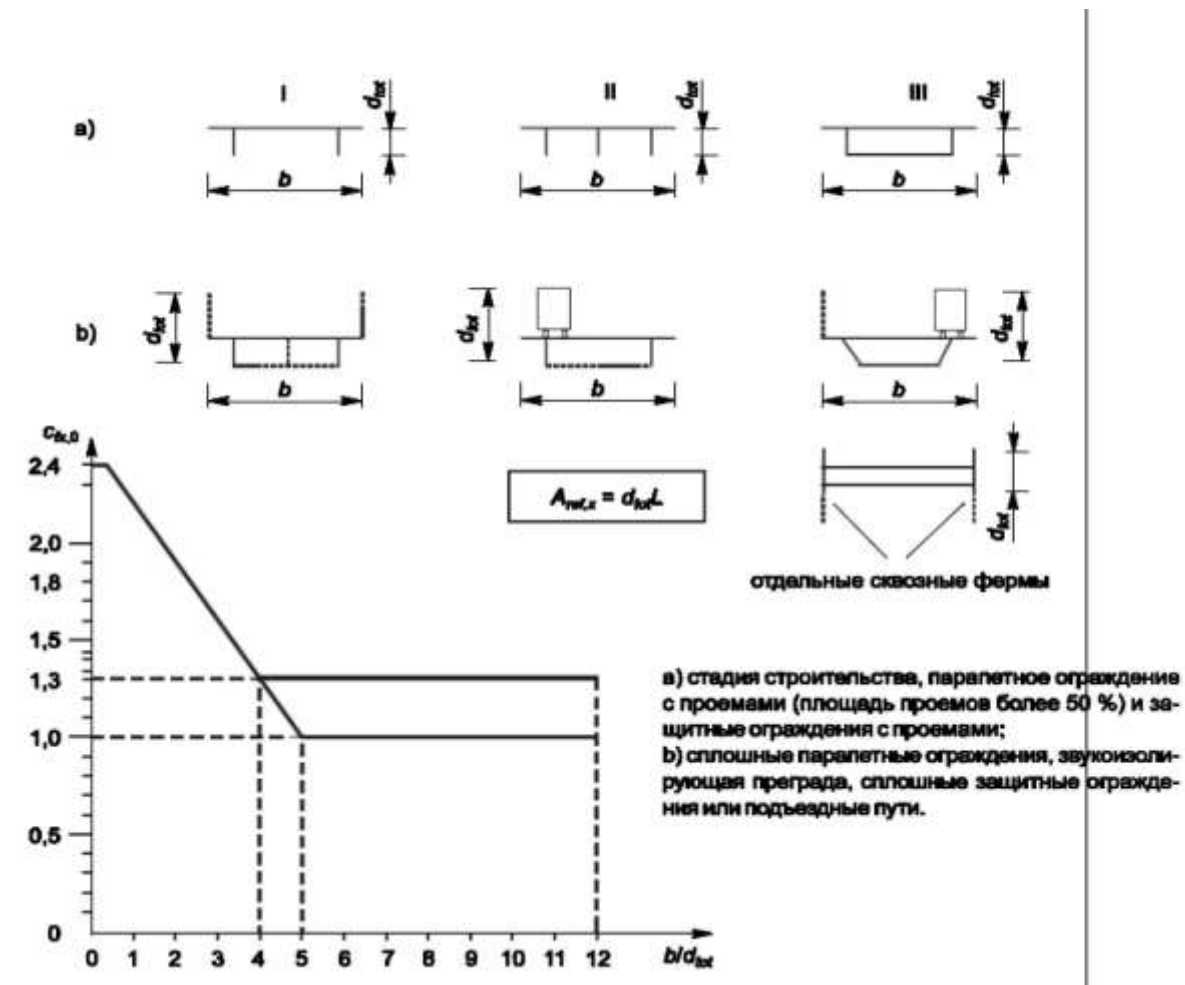


Рисунок 8.3 – Коэффициенты усилия $c_{fx,0}$ для мостов

(2) Если поверхность воздействия ветра по рисунку 8.4 имеет уклон к вертикали, то коэффициент усилия $c_{fx,0}$ уменьшают относительно вертикали на 0,5 % на каждый градус угла наклона α , но не более чем на 30 %.

Примечание – Это снижение не применимо к величине F_w , как определено в 8.3.3, за исключением случаев, когда в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» установлены специальные правила.

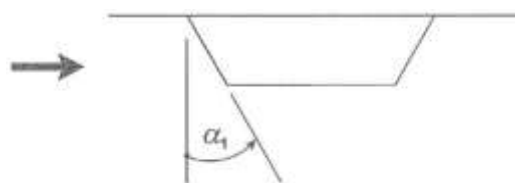


Рисунок 8.4 – Мосты с наклонной поверхностью в направлении действия ветра

(3) Если мостовое полотно имеет уклон в поперечном направлении, то $c_{fx,0}$ увеличивают на 3 % на каждый градус уклона, но не более чем на 25 %.

(4) Базовые площади $A_{ref,x}$ для сочетаний нагрузок без транспортной составляющей определяют с учетом соответствующего значения d_{tot} согласно рисунку 8.5 и таблице 8.1:

a) для пролетной конструкции в виде плоской балочной системы – сумму:

1) видимой площади лицевой стороны главной балки;

2) видимой площади выступающих над ней элементов других главных балок;

3) видимой площади элементов карнизов, пешеходных дорожек или балластных путей, выступающей над лицевой стороной главной балки;

4) видимой площади сплошных ограждений или шумозащитных стен, которые выступают над зоной 3), или, при отсутствии таких элементов, 0,3 м для каждого открытого парапета или ограждения;

b) для пролетной конструкции в виде решетчатой фермы – сумму:

1) видимой площади элементов карнизов, пешеходных дорожек или балластных путей;

2) сплошных элементов решетчатой конструкции, расположенных по нормали к направлению обтекания и выступающих над или под зоной 1);

3) видимой площади сплошных ограждений или шумозащитных стен, которые выступают над зоной 1), или, при отсутствии таких элементов, 0,3 м для каждого открытого парапета или ограждения.

Однако суммарная базовая площадь не должна превышать площадь рассматриваемой плоской балочной системы с такой же высотой и со всеми перечисленными выше зонами;

с) для пролетной конструкции в виде нескольких плоских балочных систем для этапа производства строительных работ до монтажа дорожного покрытия применяют видимую поверхность двух главных балок.

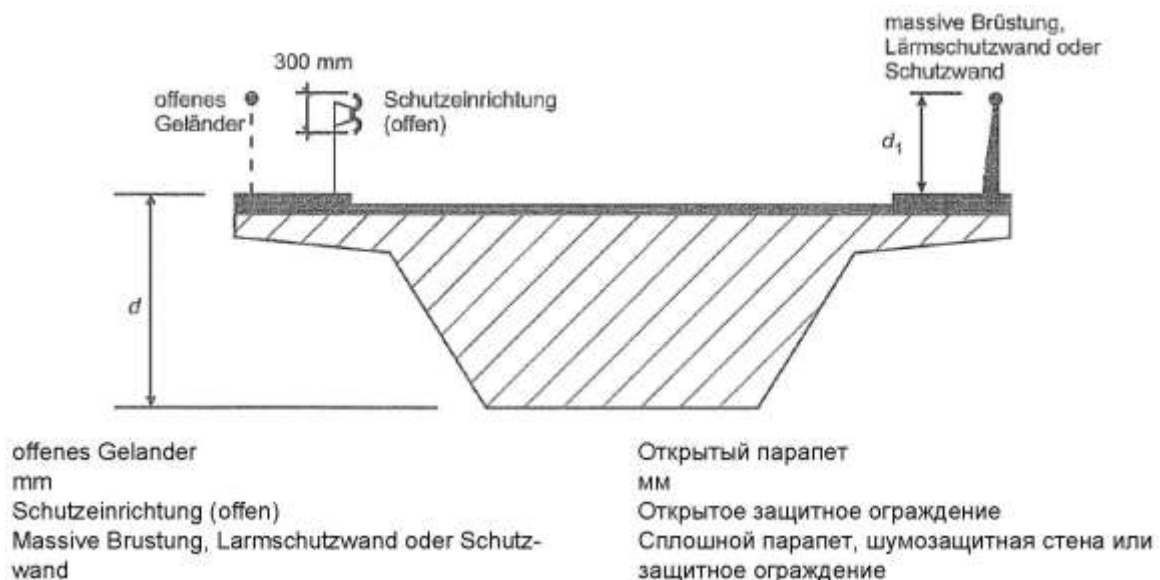


Рисунок 8.5 – Применяемые высоты поперечного сечения для $A_{ref,x}$

Таблица 8.1 – Значения высоты d_{tot} , используемые для определения $A_{ref,x}$

Защитная система проезжей части	С одной стороны	С обеих сторон
Открытый парапет или открытое защитное ограждение	$d + 0,3$ м	$d + 0,6$ м
Закрытый парапет или закрытое защитное ограждение	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Открытый парапет и открытое защитное ограждение	$d + 0,6$ м	$d + 1,2$ м

(5) Базовую площадь $A_{ref,x}$, при учете сочетания нагрузок дорожного движения, рассчитывают как базовую площадь в (4), применяя вместо площадей, указанных в а) 3) и 4) и б) 3), следующие площади, если они превышают первоначальные:

а) для автодорожных мостов дорожное полотно высотой 2 м над проезжей частью при самой неблагоприятной длине независимо от положения воспринимаемой вертикальной транспортной нагрузки;

б) для железнодорожных мостов дорожное полотно высотой 4 м над рельсами по всей длине моста.

(6) За базовую высоту z_e принимают расстояние от самой низкой точки местности под мостом до середины пролетной конструкции моста. Другие элементы моста (например, парапеты) не учитывают.

(7) Воздействия ветрового давления вследствие движения транспортных средств не входят в область применения настоящих строительных норм. Воздействия ветрового давления вследствие движения поездов – см. EN 1991-2.

8.3.2 Усилия в направлении x – упрощенный метод

(1) В случаях, когда динамический расчет реакции конструкции моста не требуется, силу ветра в направлении x рассчитывают по следующей формуле

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho v_b^2 C A_{ref,x}, \quad (8.2)$$

где v_b – базовое значение скорости ветра (см. 4.2 (2));

C – коэффициент ветровой нагрузки, $C = c_e c_{f,x}$ (c_e – коэффициент экспозиции по 4.5, а $c_{f,x}$ – по 8.3.1(1));

$A_{ref,x}$ – базовая площадь по 8.3.1;

ρ – плотность воздуха (см. 4.5).

Примечание – Значения C могут устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения указаны в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Коэффициенты усилия C для мостов

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ м	$z_e = 50$ м
$\leq 0,5$	5,7	7,1
$\geq 4,0$	3,1	3,8

Примечание – Значения, приведенные в данной таблице, основаны на следующих допущениях:

- тип местности II в соответствии с таблицей 4.1;
- коэффициент усилия $c_{f,x}$ в соответствии с 8.3.1(1);
- $c_o = 1,0$;
- $k_i = 1,0$.

Промежуточные значения b/d_{tot} и z_e допускается определять линейной интерполяцией.

8.3.3 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении z

(1) Коэффициенты усилий $c_{f,x}$ ветра в направлении z устанавливают как направленные вверх, так и вниз (коэффициент подъемной силы). Значение $c_{f,z}$ нельзя применять для расчета вертикальных колебаний пролетных конструкций.

Примечание 1 – Значение $c_{f,z}$ может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Если не проводятся исследования с использованием аэродинамической трубы, то рекомендуется применять значение $c_{f,z} = \pm 0,9$. Это значение учитывает возможный поперечный уклон пролетной конструкции, возможный уклон местности и влияние угла уклона набегающего потока на основании турбулентности.

Альтернативно $c_{f,z}$ можно применять по рисунку 8.6. При этом необходимо учитывать следующее:

– высота d_{tot} должна ограничиваться высотой пролетной конструкции, при этом дорожное движение и оснастку моста можно не учитывать;

– для плоской горизонтальной местности в качестве угла уклона набегающего потока относительно горизонтали применяют угол $\alpha \pm 5^\circ$ как следствие турбулентности набегающего потока. Данное условие распространяется также на холмистую местность, если высота пролетной конструкции не менее 30 м над уровнем земли.

Примечание 2 – Вертикальная сила имеет значение только в случае, когда она относится к величине такого же порядка, что и нагрузка от собственного веса.

(2) Базовая площадь $A_{ref,z}$ соответствует площади вертикальной проекции (см. рисунок 8.2):

$$A_{ref,z} = bL. \quad (8.3)$$

(3) Влияние гибкости не учитывают.

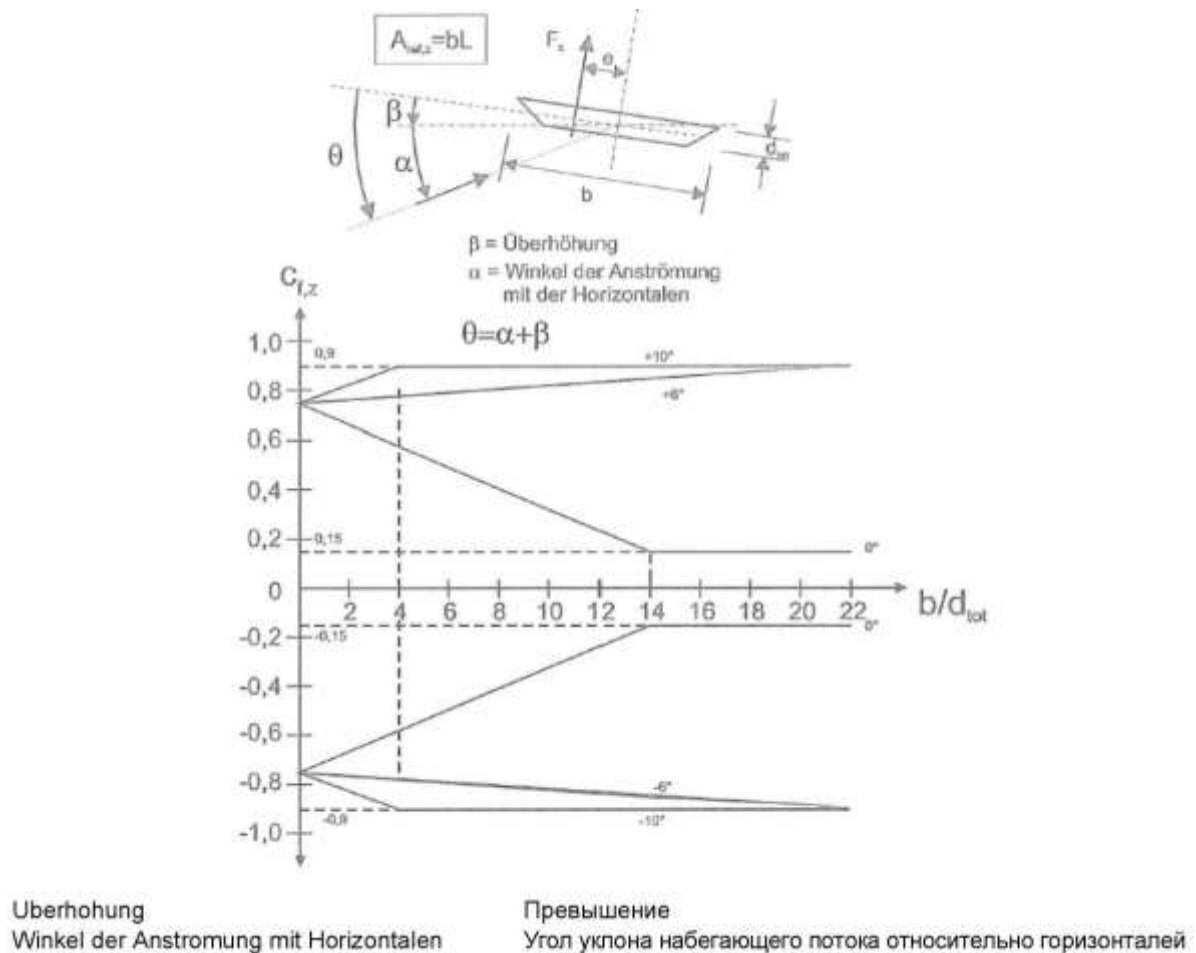


Рисунок 8.6 – Коэффициенты усилия для мостов с поперечным уклоном и угловым направлением набегающего потока

(4) Базовая высота такая же, как при определении $c_{f,x}$ (см. 8.3.1(6)).

(5) В качестве эксцентриситета силы в направлении x применяют $e = b/4$.

8.3.4 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении y

(1) При необходимости определяют также продольные силы ветра в направлении y .

Примечание – Значения силы ветра могут устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемыми значениями являются:

- для мостов со сплошными стенами – 25 % силы ветра в направлении x ;
- для мостов решетчатой конструкции – 50 % силы ветра в направлении x .

8.4 Опоры моста

8.4.1 Направления ветра и расчетные ситуации

(1) Воздействия ветра на пролетные конструкции моста и на несущие опоры рассчитывают с учетом наиболее неблагоприятного для всей конструкции направления ветра.

(2) Для этапа производства строительных работ воздействия ветра определяют специально, если невозможна горизонтальная передача или перераспределение силы ветра через пролетные конструкции. Если на этапе производства строительных работ опоры воспринимают нагрузки от выступающих элементов пролетных конструкций или элементов опалубки, то необходимо учитывать возможное асимметричное ветровое воздействие на такие элементы.

Примечание – Этапы производства строительных работ обычно более критичны для опор моста и некоторых типов пролетных конструкций, чем для постоянных расчетных ситуаций, возникающих после завершения строительных работ. Нормативные значения для временных расчетных ситуаций на этапе производства строительных работ указаны в EN 1991-1-6. Влияние лесов см. в 7.11.

8.4.2 Ветровые воздействия на опоры моста

(1) Воздействия ветра на опоры моста определяют методом, установленным в настоящих строительных нормах. При расчете результирующей нагрузки необходимо учитывать условия 7.6, 7.8 или 7.9.2.

Примечание 1 – Упрощенные правила могут устанавливаться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть приведены методы расчета с учетом асимметричной нагрузки. Рекомендуемым методом является полное исключение расчетной ветровой нагрузки на элементы конструкции, для которых эти воздействия создают благоприятный эффект (см. 7.1.2(1)).

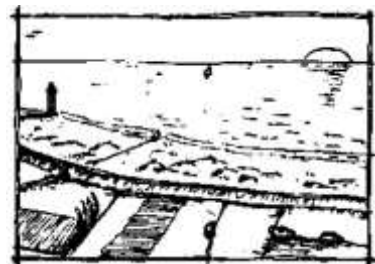
Приложение А

Влияние шероховатости местности и орографии

А.1 Графическое представление максимальных шероховатостей различных типов местности

Тип местности 0

Моря или открытые побережья морей



Тип местности I

Озера или плоская местность с незначительной растительностью без преград



Тип местности II

Открытая местность с низкой, как трава, растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот



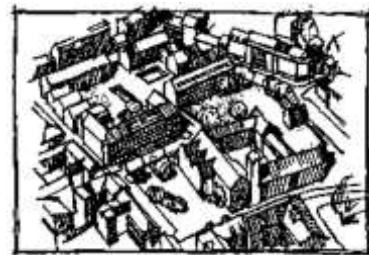
Тип местности III

Местность с равномерной растительностью или зданиями или преградами, расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот (деревни, пригородные зоны, протяженные лесные массивы)



Тип местности IV

Территории, в пределах которых, по крайней мере, 15 % поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м



A.2 Переходы между типами местности 0, I, II, III и IV

(1) Переходы между зонами с различной шероховатостью учитывают при расчете q_p и $C_s C_d$.

Примечание – Методы устанавливают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Ниже приведены два рекомендуемых метода.

Первый метод.

Если здание находится вблизи места изменения шероховатости местности на расстоянии:

- менее 2 км от типа местности 0;
- менее 1 км от типа местности I–III,

то применяют меньшую шероховатость местности в направлении наветренной стороны.

Небольшие зоны (площадью менее 10 % от учитываемых в других случаях) с шероховатостью, отличающейся от основной поверхности, можно не учитывать.

Второй метод:

а) определить шероховатости местности в направлении наветренной стороны в секторах обтекания, которые необходимо учитывать;

б) определить расстояния x между зданием и местом изменения шероховатости в каждом секторе;

с) если расстояние x между зданием и зоной смены неровности меньше значения, указанного в таблице A.1, то для неровности в рассматриваемом секторе применяют меньшее значение. Если расстояние x больше значения, указанного в таблице A.1, то для неровности применяют большее значение.

Небольшие зоны (площадью менее 10 % от учитываемых в других случаях) с шероховатостью, отличающейся от основной поверхности, можно не учитывать.

Если в таблице A.1 не указано расстояние x или если высота здания превышает 50 м, то применяют меньшую шероховатость.

Для промежуточных значений высоты z допускается линейная интерполяция.

Здание, расположенное в определенном типе местности можно рассчитывать с применением меньшей шероховатости местности, если оно находится на расстоянии, не превышающем пределов, определенных в таблице A.1.

Таблица А.1 – Расстояние x

Высота z , м	Между I и II зоной, км	Между I и III зоной, км	Между II и III зоной, км	Между II и IV зоной, км	Между III и IV зоной, км
5	0,5	5	0,3	2,0	0,20
7	1,0	10	0,5	3,5	0,35
10	2,0	20	1,0	7,0	0,70
15	5,0		3,0	20,0	2,00
20	12,0		7,0		4,50
30	20,0		10,0		7,00
50	50,0		30,0		20,00

А.3 Численный расчет орографических коэффициентов

(1) На изолированных возвышенностях (холмах), горных хребтах или скалах и склонах возникают разные скорости ветра из-за уклона местности $\Phi = H/L_u$ в направлении набегающего потока. В этом случае H обозначает высоту, а L_u – фактическую длину, как представлено на рисунке А.1.

(2) Наибольшее возрастание скорости ветра происходит у вершины склона и описывается орографическим коэффициентом c_o (см. рисунок А.1). Склон не оказывает существенного влияния на стандартное отклонение турбулентности, как описано в 4.4(1).

Примечание – Интенсивность турбулентности снижается с увеличением скорости ветра, стандартное отклонение, напротив, не меняется.

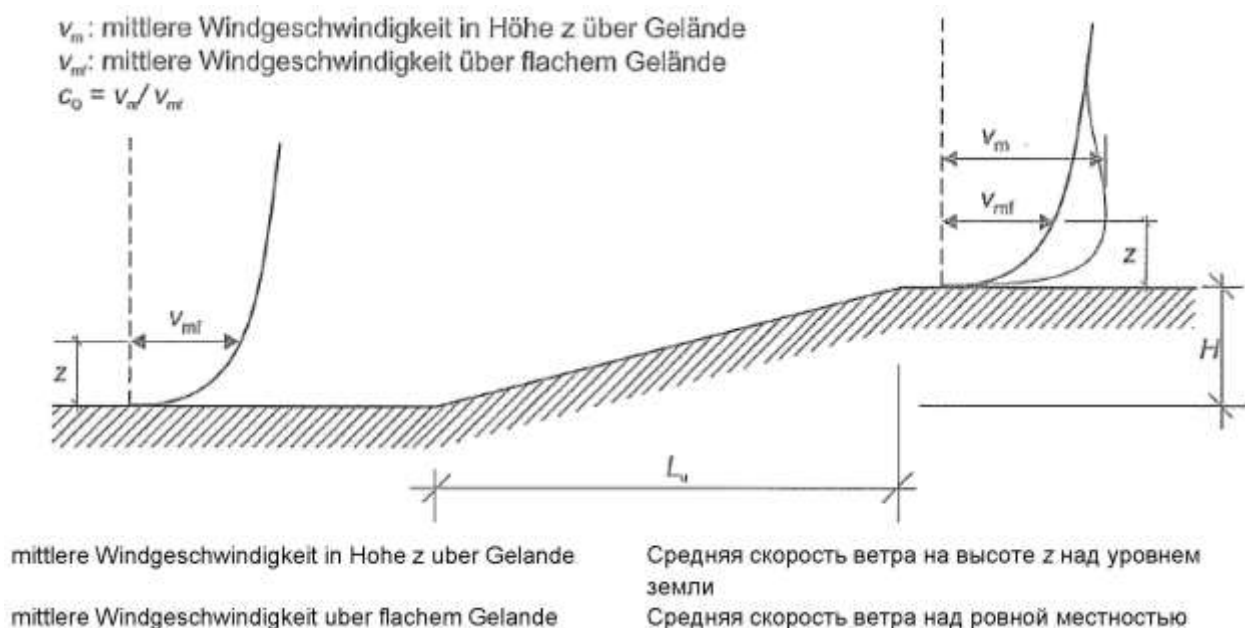


Рисунок А.1 – Графическое представление увеличения скорости ветра над орографией

(3) Орографический коэффициент $c_o(z) = v_m/v_{mf}$ описывает возрастание средней скорости ветра для изолированных гор или склонов (не для холмистой местности или горных районов). Он относится к скорости ветра у подножия горы или склона. Влияние орографии необходимо учитывать в следующих ситуациях:

- для мест с наветренными склонами холмов или горных хребтов:
 - если $0,05 < \Phi \leq 0,3$ и $|x| \leq L_u/2$;
- для мест с подветренными склонами холмов или горных хребтов:
 - если $\Phi < 0,3$ и $|x| \leq L_d/2$;
 - если $\Phi \geq 0,3$ и $|x| < 1,6H$;

- с) для мест с наветренными склонами скал или крутыми склонами:
 – если $0,05 < \Phi \leq 0,3$ и $|x| \leq L_u/2$;
 д) для мест с подветренными склонами скал или крутыми склонами:
 – если $\Phi < 0,3$ и $|x| \leq 1,5L_e$;
 – если $\Phi \geq 0,3$ и $|x| < 5H$.
 c_o определяют следующим образом:

$$c_o = 1 \text{ для } \Phi < 0,5; \quad (\text{A.1})$$

$$c_o = 1 + 2s\Phi \text{ для } 0,05 < \Phi < 0,3; \quad (\text{A.2})$$

$$c_o = 1 + 0,6s \text{ для } \Phi > 0,3, \quad (\text{A.3})$$

где s – локальный орографический коэффициент по рисунку А.2 или А.3 относительно эффективной длины L_e проекции подветренной стороны;

Φ – уклон по нормали к направлению действия ветра (см. рисунки А.2 и А.3);

L_e – эффективная длина проекции наветренной стороны по таблице А.2;

L_u – фактическая длина проекции наветренной стороны (проекция на горизонталь);

L_d – фактическая длина проекции подветренной стороны;

H – эффективная высота перепада высот местности;

x – горизонтальное расстояние между рассматриваемой и наивысшей точкой местности;

z – вертикальное расстояние между рассматриваемой и наивысшей точкой местности.

Таблица А.2 – Значения эффективной длины L_e

Плоский ($0,05 < \Phi \leq 0,3$)	Крутой ($\Phi > 0,3$)
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

Примечание – Расчетные функции на рисунках А.2 и А.3 превышают определенные выше диапазоны применения. Учет влияния орографии вне этого диапазона является необязательным.

(4) В долинах допускается устанавливать коэффициент $c_o(z)$, равный 1,0, если можно исключить ускорения, вызванные эффектом диффузирования. Для расположенных в долинах сооружений или для мостов, перекрывающих такие долины, следует проверить необходимость учета повышения скорости ветра.

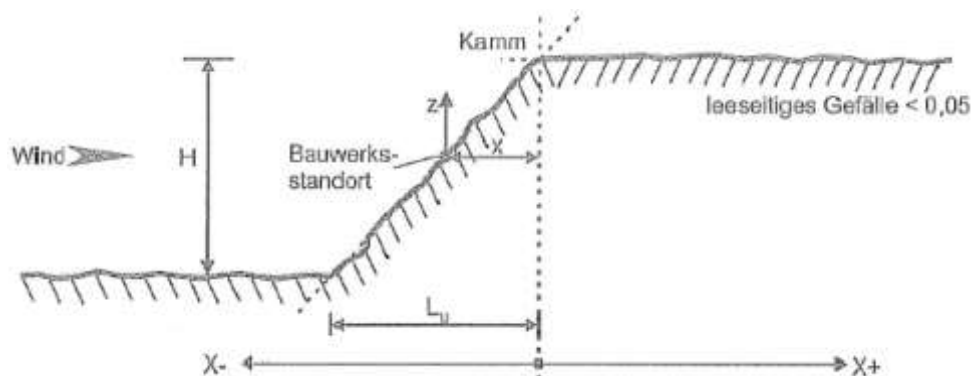




Рисунок А.2 – Коэффициент s для склонов скал или крутых склонов

(5) Формулы (А.4)–(А.7) и (А.11) могут применяться для расчетов орографического коэффициента. Так как эти формулы получены эмпирическим путем, то чрезвычайно важно, чтобы используемые параметры находились в заданных пределах, так как в противном случае следствием являются ошибочные результаты.

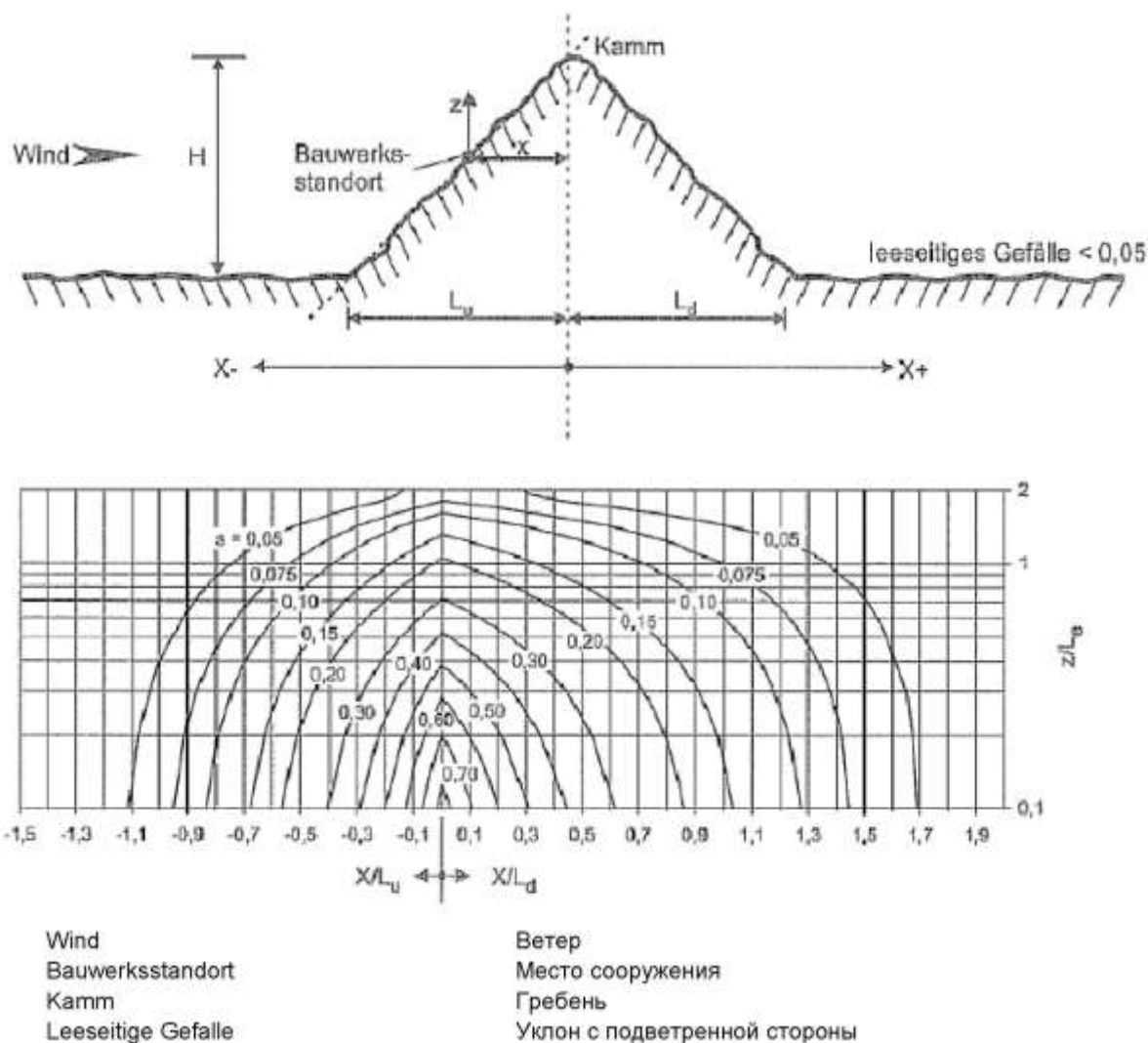


Рисунок А.3 – Коэффициент s для гор или горных хребтов

а) Наветренная зона при любой орографии (см. рисунки А.2 и А.3)

В зонах

$$-1,5 \leq \frac{X}{L_u} \leq 0 \text{ и } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

применяют:

$$s = Ae^{\left(\frac{B \cdot X}{L_u}\right)}, \quad (\text{A.4})$$

$$\text{где } A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124; \quad (\text{A.5})$$

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,0577 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 2,6456. \quad (\text{A.6})$$

Для $\frac{X}{L_u} < -1,5$ или $\frac{z}{L_e} > 2$ применяют $s = 0$.

б) Подветренная зона склонов скал или крутых склонов (см. рисунок А.2)

В зонах

$$0,1 \leq \frac{X}{L_e} \leq 3,5 \text{ и } 0,1 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

применяют:

$$s = A \cdot \left(\log \left[\frac{X}{L_e}\right]\right)^2 + B \cdot \left(\log \left[\frac{X}{L_e}\right]\right) + C, \quad (\text{A.7})$$

$$\text{где } A = -1,3420 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8222 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,4609 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e}\right] - 0,0791; \quad (\text{A.8})$$

$$B = -1,0196 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8910 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,5343 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e}\right] - 0,1156; \quad (\text{A.9})$$

$$C = 0,8030 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 + 0,4236 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 - 0,5738 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e}\right] + 0,1606. \quad (\text{A.10})$$

В зонах $0 \leq \frac{X}{L_e} \leq 0,1$ проводят интерполяцию между значениями для $\frac{X}{L_e} = 0$ ($s = A$ в формуле (А.5)) и $\frac{X}{L_e} = 0,1$.

При $\frac{z}{L_e} < 0,1$ применяют значения $\frac{z}{L_e} = 0,1$.

При $X/L_e > 3,5$ или $\frac{z}{L_e} > 2,0$ применяют $s = 0$.

с) Подветренная зона холмов или горных хребтов (см. рисунок А.3)

В зонах

$$0 \leq \frac{X}{L_d} \leq 2,0 \text{ и } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

применяют:

$$s = Ae^{\left(\frac{B \cdot X}{L_d}\right)}, \quad (\text{А.11})$$

$$\text{где } A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124; \quad (\text{А.12})$$

$$B = 0,3056 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 + 1,0212 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) - 1,7637. \quad (\text{А.13})$$

Для $\frac{X}{L_d} > 2,0$ или $\frac{z}{L_e} > 2,0$ применяют $s = 0$.

Примечание – Формулы (А.5) и (А.12) идентичны.

А.4 Влияние более высокого близлежащего здания

(1) Если здание более чем вдвое выше средней высоты h_{ave} близлежащего здания, то в первом приближении расчет данного близлежащего здания может проводиться с применением пикового значения скоростного напора на высоте z_n ($z_0 = z_n$) над уровнем земли (формула А.14), см. рисунок А.4.

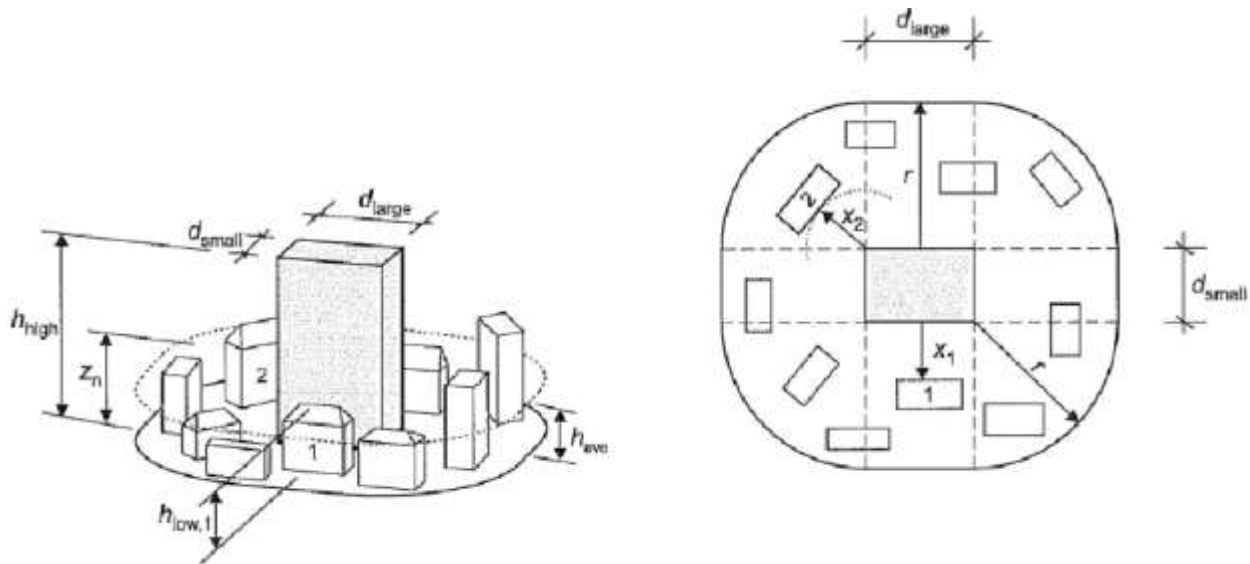


Рисунок А.4 – Влияние высокого здания на два разных соседних здания (1 и 2)

Высоту z_n определяют по формуле (А.14):

$$\text{– при } x \leq r \quad z_n = \frac{1}{2} \cdot r;$$

$$\text{– при } r < x < 2r \quad z_n = \frac{1}{2} \cdot \left(r - \left(1 - \frac{2h_{low}}{r} \right) \cdot (x - r) \right); \quad (\text{А.14})$$

$$\text{– при } x \geq 2r \quad z_n = h_{low}.$$

Радиус r определяют следующим образом:

$$r = h_{high}, \text{ если } h_{high} \leq 2d_{large};$$

$$r = 2d_{large}, \text{ если } h_{high} > 2d_{large}.$$

Высота здания h_{low} , радиус r , расстояние x и размеры d_{small} и d_{large} представлены на рисунке А.4. Повышение скорости ветра можно не учитывать, если h_{low} превышает половину высоты h_{high} более высокого здания. Базовая высота в этом случае равна $z_n = h_{low}$.

А.5 Высота смещения

(1) При расположении зданий на типе местности IV близлежащие здания и другие преграды вызывают смещение профиля ветра вверх. Эта высота смещения обозначается h_{dis} и может определяться по формуле (А.15), см. рисунок А.5. Профиль скоростного напора как функцию высоты (см. рисунок 4.2) допускается смещать вверх на величину высоты смещения h_{dis} :

$$\text{– при } x \leq 2h_{ave} \quad h_{dis} \text{ – меньшее значение из } 0,8h_{ave} \text{ и } 0,6h;$$

$$\text{– при } 2h_{ave} < x < 6h_{ave} \quad h_{dis} \text{ – меньшее значение из } 1,2h_{ave} - 0,2x \text{ и } 0,6h; \quad (\text{А.15})$$

$$\text{– при } x \geq 6h_{ave} \quad h_{dis} = 0^*.$$

При отсутствии более подробной информации для типа местности IV для средней высоты преград допускается применять значение $h_{ave} = 15$.

Применение этих правил зависит от направления ветра; при этом значения h_{ave} и x должны быть установлены для каждого углового сектора 30° согласно 4.3.2.

* Исправлена опечатка.

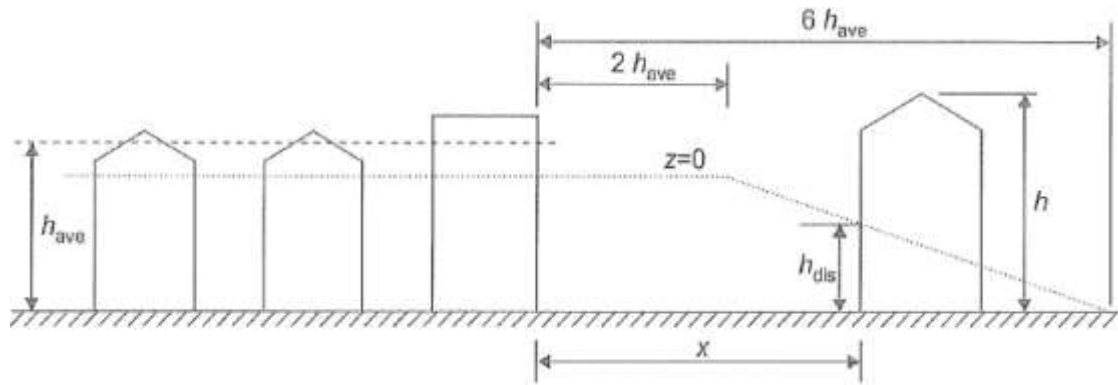


Рисунок А.5 – Высота смещения и расстояние с наветренной стороны

Приложение В

Первый метод расчета для определения конструктивного коэффициента c_{sd}

В.1 Турбулентность ветра

(1) Масштаб длины турбулентности $L(z)$ представляет среднюю величину порывов естественного ветра. Для высоты z ниже 200 м масштаб длины турбулентности рассчитывают по формуле (В.1):

$$L(z) = L_t \cdot \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha \quad \text{при } z \geq z_{\min},$$

$$L(z) = L(z_{\min}) \quad \text{при } z < z_{\min},$$
(В.1)

принимая базовую высоту $z_t = 200$ м, базовый масштаб длины $L_t = 300$ м, $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0)$ и параметр шероховатости z_0 , м. Минимальная высота $z_{\min}$ указана в таблице 4.1.

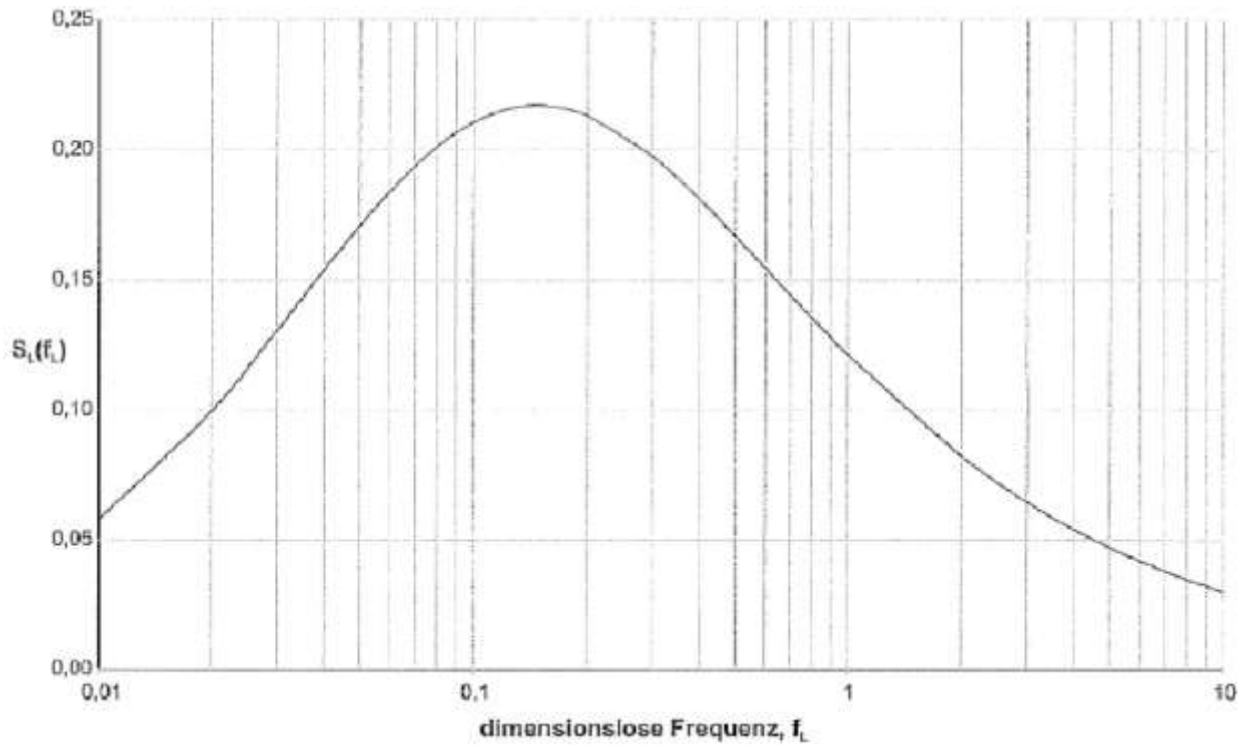
(2) Распределение воздушного потока в диапазоне частот определяется безразмерной функцией спектральной плотности силы ветра $S_L(z, n)$. Расчет осуществляется по формуле

$$S_L(z, n) = \frac{n \cdot S_v(z, n)}{\sigma_v^2} = \frac{6,8 \cdot f_L(z, n)}{(1 + 10,2 \cdot f_L(z, n))^{5/3}},$$
(В.2)

где $S_v(z, n)$ – односторонний дисперсный спектр ветра;

$$f_L(z, n) = \frac{n \cdot L(z)}{v_m(z)} - \text{безразмерная частота, определяемая по } n = n_{1,x}, \text{ собственной}$$

частоте изгибных колебаний сооружения, Гц, средней скорости ветра $v_m(z)$ и масштабу длины турбулентности $L(z)$, как представлено на рисунке В.1. Функция безразмерной спектральной плотности силы ветра представлена на рисунке В.1.



dimensionslose Frequenz

Безразмерная частота

Рисунок В.1 – Функция спектральной плотности $S_L(f_L)$

В.2 Конструкционный коэффициент c_{scd}

- (1) Конструкционный коэффициент c_{scd} определен в 6.3.1.
- (2) Фоновая составляющая реакции B^2 учитывает отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции и может рассчитываться по формуле

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left(\frac{b + h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}, \quad (\text{В.3})$$

где b, h – ширина и высота сооружения, см. рисунок 6.1.

$L(z_s)$ – масштаб длины турбулентности в соответствии с В.1(1) для базовой высоты z_s , как определено на рисунке 6.1. С целью безопасности может применяться $B^2 = 1$.

(3) Пиковый коэффициент k_p определяют как отношение максимального значения пульсационной составляющей реакции сооружения к его стандартному отклонению. Он рассчитывается по формуле (В.4) и представлен на рисунке В.2.

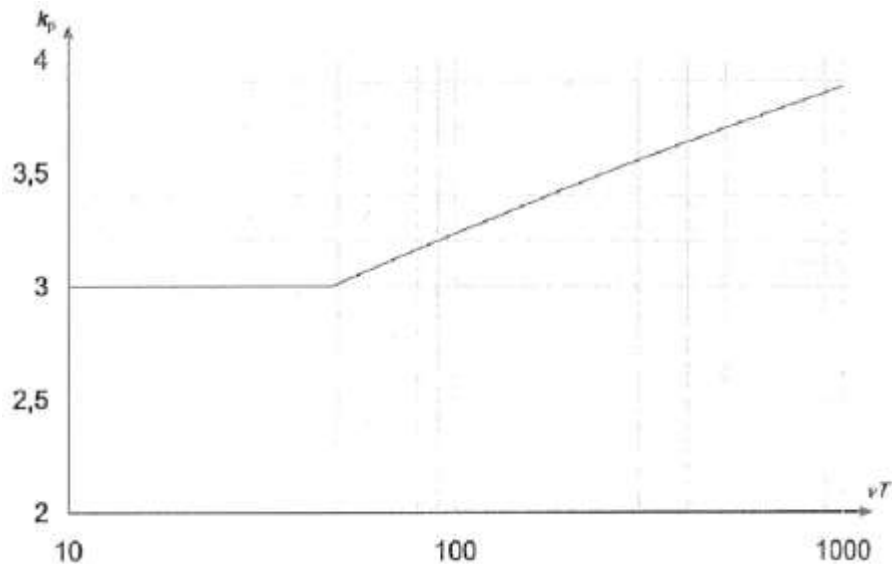


Рисунок В.2 – Пиковый коэффициент

$$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)}} \text{ или } k_p = 3, \text{ определяющим является большее значение,} \quad (\text{В.4})$$

где v – частота восходящего потока согласно (4);

T – период осреднения для средней скорости ветра, $T = 600$ с.

(4) Частоту восходящего потока v определяют по формуле

$$v = n_{1,x} \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}}; v \geq 0,08 \text{ Гц,} \quad (\text{В.5})$$

где $n_{1,x}$ – собственная частота изгибных колебаний сооружения, которую можно определять согласно приложению F. Ограничение $v \geq 0,08$ Гц соответствует пиковому коэффициенту 3,0.

(5) Резонансная составляющая реакции R^2 определяет резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности и определяется по формуле

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b), \quad (\text{В.6})$$

где δ – логарифмический декремент затухания согласно приложению F (F.5);

S_L – безразмерная функция спектральной плотности, как указано в В.1(2);

R_h, R_b – функции аэродинамической проводимости, определяемые по формулам (В.7) и (В.8).

(6) Функции аэродинамической проводимости R_h и R_b для формы основных изгибных колебаний могут рассчитываться по формулам (В.7) и (В.8):

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_h}); \quad R_h = 1 \quad \text{для} \quad \eta_h = 0; \quad (\text{В.7})$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_b}); \quad R_b = 1 \quad \text{для} \quad \eta_b = 0. \quad (\text{В.8})$$

$$\text{С применением } \eta_h = \frac{4,6h}{L(z_s)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x}) \text{ и } \eta_b = \frac{4,6b}{L(z_s)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x}).$$

Примечание – Для форм колебаний с дополнительными узлами колебаний требуются более точные исследования.

В.3 Количество циклов загрузений для динамической реакции

(1) На рисунке В.3 показано количество N_g , при котором величина воздействия ветра ΔS достигается или превышает в течение 50 лет. ΔS – доля значения S_k , в процентах, при этом S_k является определяющим ветровым воздействием, определенным с периодом повторяемости 50 лет.

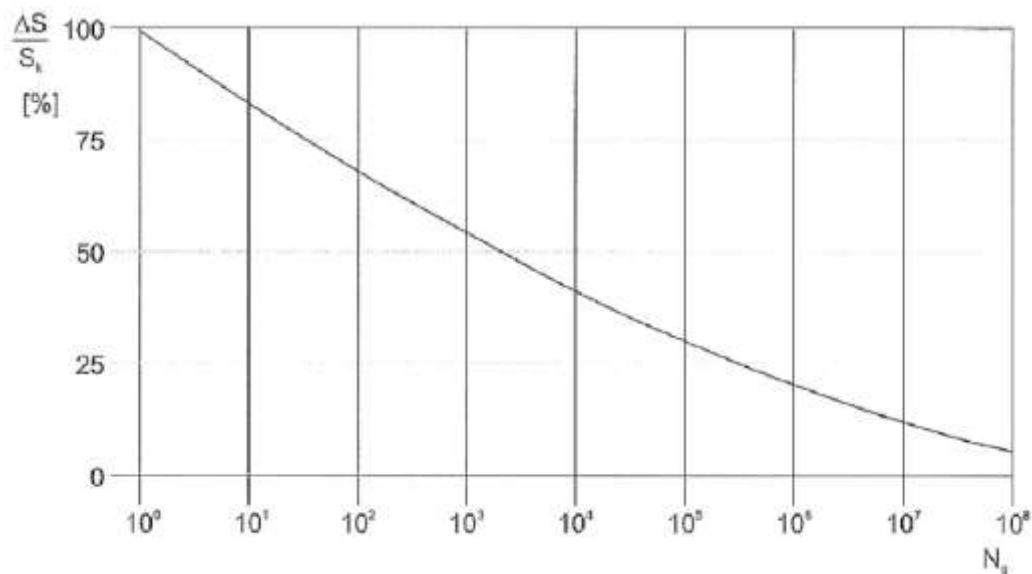


Рисунок В.3 – Количество циклов загрузений N_g при воздействии $\Delta S/S_k$ в течение 50 лет

Зависимость между $\Delta S/S_k$ и N_g указана в формуле

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0,7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17,4 \cdot \log(N_g) + 100. \quad (\text{В.9})$$

В.4 Перемещения и ускорения для оценки эксплуатационной пригодности вертикальных конструкций

(1) Максимальное перемещение вдоль направления ветра устанавливают по эквивалентному статическому ветровому усилию, определяемому в соответствии с требованиями 5.3.

(2) Стандартное отклонение $\sigma_{a,x}$ характеристического ускорения конструкции по направлению ветра на высоте z определяется по формуле

$$\sigma_{a,x}(z) = \frac{c_f \cdot \rho \cdot b \cdot l_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s)}{m_{1,x}} \cdot R \cdot K_x \cdot \Phi_{1,x}(z), \quad (\text{В.10})$$

где c_f – коэффициент усилия, см. раздел 7;

ρ – плотность воздуха, см. 4.5(1);

b – ширина здания, как определено на рисунке 6.1;

$I_v(z_s)$ – интенсивность турбулентности в направлении действия ветра на высоте $z = z_s$ по 4.4 и рисунку 6.1;

$v_m(z_s)$ – средняя скорость ветра $v_m(z)$ для $z = z_s$, см. 4.3.1(1);

z_s – базовая высота, см. рисунок 6.1;

R – квадратный корень из резонансной составляющей реакции, см. В.2(5);

K_x – безразмерный коэффициент, приведенный в формуле (В.11);

$m_{1,x}$ – эквивалентная масса на единицу длины в направлении действия ветра, см. приложение F (F.4(1));

$n_{1,x}$ – собственная частота изгибных колебаний параллельно направлению действия ветра; более подробная информация приведена в приложении F;

$\Phi_{1,x}(z)$ – основная форма собственных колебаний параллельно направлению действия ветра; в качестве первого приближения могут использоваться формулы из приложения F.

(3) Безразмерный коэффициент K_x определяют следующим образом:

$$K_x = \frac{\int_0^h v_m^2(z) \cdot \Phi_{1,x}^2(z) dz}{v_m^2(z_s) \cdot \int_0^h \Phi_{1,x}^2(z) dz}, \quad (\text{В.11})$$

где h – высота сооружения в соответствии с рисунком 6.1.

Примечание – При применении $\Phi_{1,x}(z) = (z/h)\zeta$ (см. приложение F) и $c_0(z) = 1$ (плоская местность, см. 4.3.3) выражение (В.11) может быть аппроксимировано с применением формулы (В.12). Эта аппроксимация представлена на рисунке В.4.

$$K_x = \frac{(2\zeta + 1) \cdot \left\{ (\zeta + 1) \cdot \left[\ln\left(\frac{z_s}{z_0}\right) + 0,5 \right] - 1 \right\}}{(\zeta + 1)^2 \cdot \ln\left(\frac{z_s}{z_0}\right)}, \quad (\text{В.12})$$

где z_0 – параметр шероховатости (см. таблицу 4.1);

ζ – экспонента формы колебаний (см. приложение F).

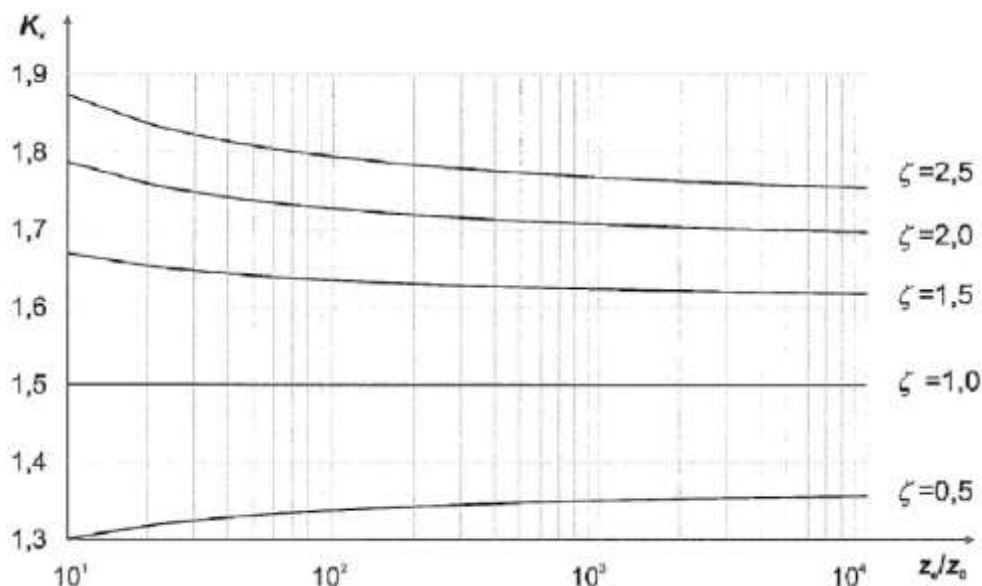


Рисунок В.4 – Аппроксимация безразмерного коэффициента K_x в соответствии с формулой (В.12)

(4) Характеристические пиковые значения ускорения определяют умножением стандартного отклонения, указанного в (2), на пиковый коэффициент по В.2(3) (приложение В) с использованием собственной частоты изгибных колебаний, т. е. $v = n_{1,x}$.

Приложение С

Второй метод расчета для определения конструкционного коэффициента $c_s c_d$

С.1 Турбулентность ветра

(1) Турбулентность определяют по формуле В.1 (приложение В).

С.2 Конструкционный коэффициент $c_s c_d$

(1) Конструкционный коэффициент $c_s c_d$ определен в 6.3.1.

(2) Фоновая составляющая реакции B^2 учитывает отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции и может рассчитываться по формуле

$$B^2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{b}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{h}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{b}{L(z_s)} \cdot \frac{h}{L(z_s)}\right)^2}}, \quad (\text{C.1})$$

где b, h – ширина и высота сооружения, см. рисунок 6.1;

$L(z_s)$ – масштаб длины турбулентности в соответствии с В.1(1) (приложение В) для базовой высоты z_s , как определено на рисунке 6.1. С целью безопасности может применяться $B^2 = 1$.

(3) Для определения значения пикового коэффициента k_p может быть использовано В.2(3) (приложение В).

(4) Резонансная составляющая реакции R^2 определяет резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности и определяется по формуле

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot K_s(n_{1,x}), \quad (\text{C.2})$$

где δ – логарифмический декремент затухания в соответствии с F.5 (приложение F);

S_L – безразмерная функция спектральной плотности, как указано в В.1(2) (приложение В);

$n_{1,x}$ – собственная частота изгибных колебаний параллельно направлению действия ветра, значение которой может быть определено по приложению F;

K_s – функция уменьшения размера, как указано в (5).

(5) Функция уменьшения размера K_s может быть аппроксимирована с применением формулы

$$K_s(n) = \frac{1}{1 + \sqrt{(G_y \cdot \varphi_y)^2 + (G_z \cdot \varphi_z)^2 + \left(\frac{2}{\pi} \cdot G_y \cdot \varphi_y \cdot G_z \cdot \varphi_z\right)^2}}, \quad (\text{C.3})$$

где $\varphi_y = \frac{c_y b n}{v_m(z_s)}, \varphi_z = \frac{c_z h n}{v_m(z_s)}.$

Постоянные G_y и G_z зависят от изменения формы собственных изгибных колебаний параллельно горизонтальной оси y и вертикальной оси z (в указанной последовательности). Обе постоянные затухания c_y и c_z равны 11,5.

(6) Постоянная G , приведенная в (5), и постоянная K для расчета ускорений представлены в таблице С.1.

Таблица С.1 – G и K как функции форм колебаний

Форма колебаний	Равномерная	Линейная	Параболическая	Синусоидальная
G	1/2	3/8	5/18	$4/\pi^2$
K	1	3/2	5/3	$4/\pi$

Примечание 1 – Для зданий с равномерной горизонтальной и линейной вертикальной формами колебаний применяют: $\Phi(y,z) = z/h$, $G_y = 1/2$, $G_z = 3/8$, $K_y = 1$ и $K_z = 3/2$.
Примечание 2 – Для дымовых труб с равномерной горизонтальной и параболической вертикальной формами колебаний применяют: $\Phi(y,z) = z^2/h^2$, $G_y = 1/2$, $G_z = 5/18$, $K_y = 1$ и $K_z = 5/3$.
Примечание 3 – Для мостов с синусоидальной горизонтальной формой колебаний применяют: $\Phi(y,z) = \sin(\pi \cdot y/b)$, $G_y = 4/\pi^2$, $G_z = 1/2$, $K_y = 4/\pi$, $K_z = 1$.

С.3 Количество циклов нагружений для динамической реакции

(1) Количество нагружений может быть принято в соответствии с приложением В (В.3).

С.4 Перемещения и ускорения для оценки эксплуатационной пригодности вертикальных конструкций

(1) Максимальное перемещение по направлению действия ветра устанавливают по эквивалентному статическому ветровому усилию в соответствии с требованиями 5.3.

(2) Стандартное отклонение $\sigma_{a,x}$ характеристического ускорения конструкции по направлению действия ветра на высоте z определяется по формуле

$$\sigma_{a,x}(y, z) = c_f \rho l_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s) \cdot R \cdot \frac{K_y \cdot K_z \cdot \Phi(y, z)}{\mu_{ref} \Phi_{max}}, \quad (C.4)$$

где c_f – коэффициент усилия, см. раздел 7;

ρ – плотность воздуха, см. 4.5(1);

$l_v(z_s)$ – интенсивность турбулентности в направлении действия ветра на высоте $z = z_s$ по 4.4 и рисунку 6.1;

$v_m(z_s)$ – средняя скорость ветра для $z = z_s$, см. 4.3.1(1);

z_s – базовая высота, см. рисунок 6.1;

R – квадратный корень из резонансной составляющей реакции, см. С.2(4);

K_y, K_z – постоянные, как указано в С.2(6);

μ_{ref} – базовая масса на единицу площади, см. приложение F (F.5(3));

$\Phi(y, z)$ – форма колебаний;

Φ_{max} – значение амплитудной точки формы колебания.

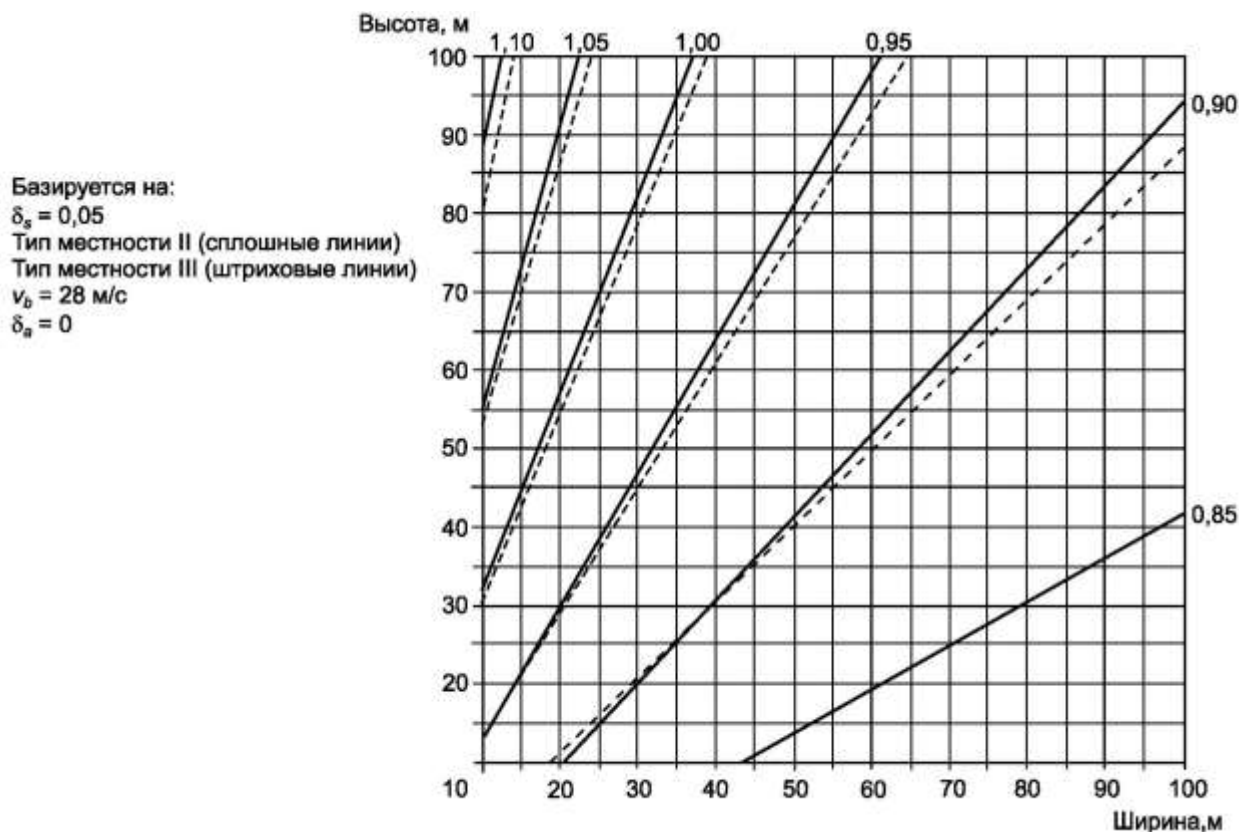
(3) Характеристические пиковые значения ускорения определяют умножением стандартного отклонения, указанного в (2), на пиковый коэффициент из приложения В (В.2(3)) с использованием собственной частоты изгибных колебаний, т. е. $v = n_{1,x}$.

Приложение D

Значения конструкционного коэффициента c_{scd} для разных типов зданий

(1) Собственные частоты и формы колебаний конструкций, которые представлены в данном приложении, получены аналитически или с использованием формул из приложения F.

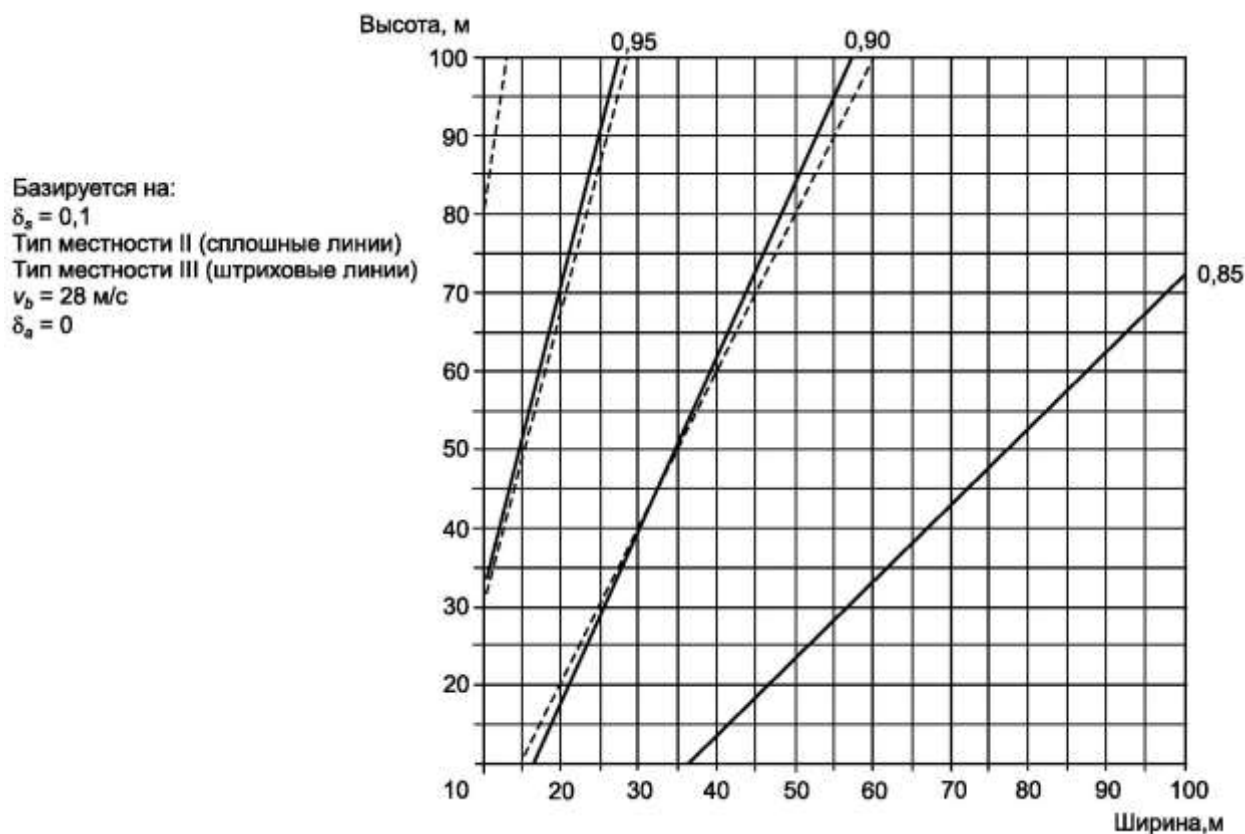
c_{scd} для многоэтажных зданий со стальным каркасом



Примечание – Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.1 – Значения конструкционного коэффициента c_{scd} для многоэтажных зданий со стальным каркасом прямоугольных в плане и с вертикальными наружными ограждениями, а также с равномерно распределенными массами и жесткостями (частота в соответствии с формулой (F.2))

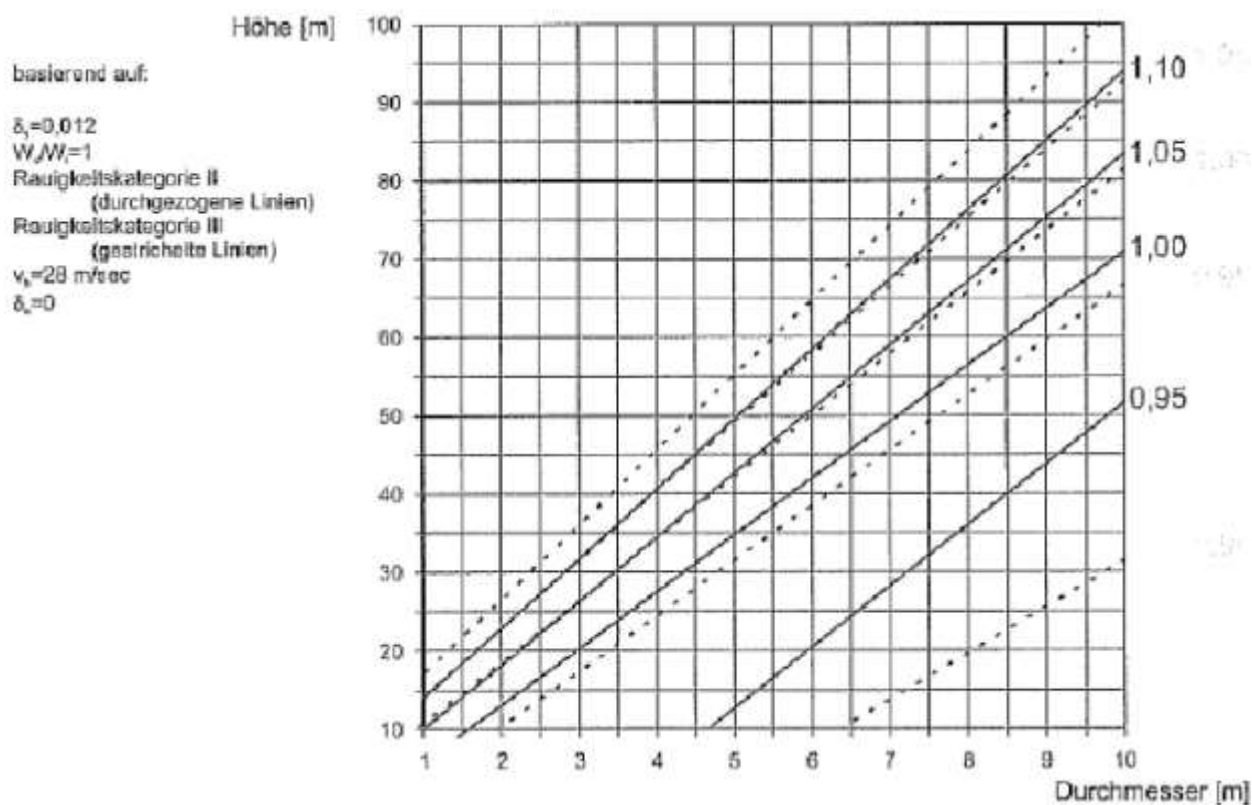
$c_s c_d$ для многоэтажных зданий с железобетонным каркасом



Примечание – Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.2 – Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для многоэтажных зданий с железобетонным каркасом прямоугольных в плане и с вертикальными наружными ограждениями, а также с равномерно распределенными массами и жесткостями (частота в соответствии с формулой (F.2))

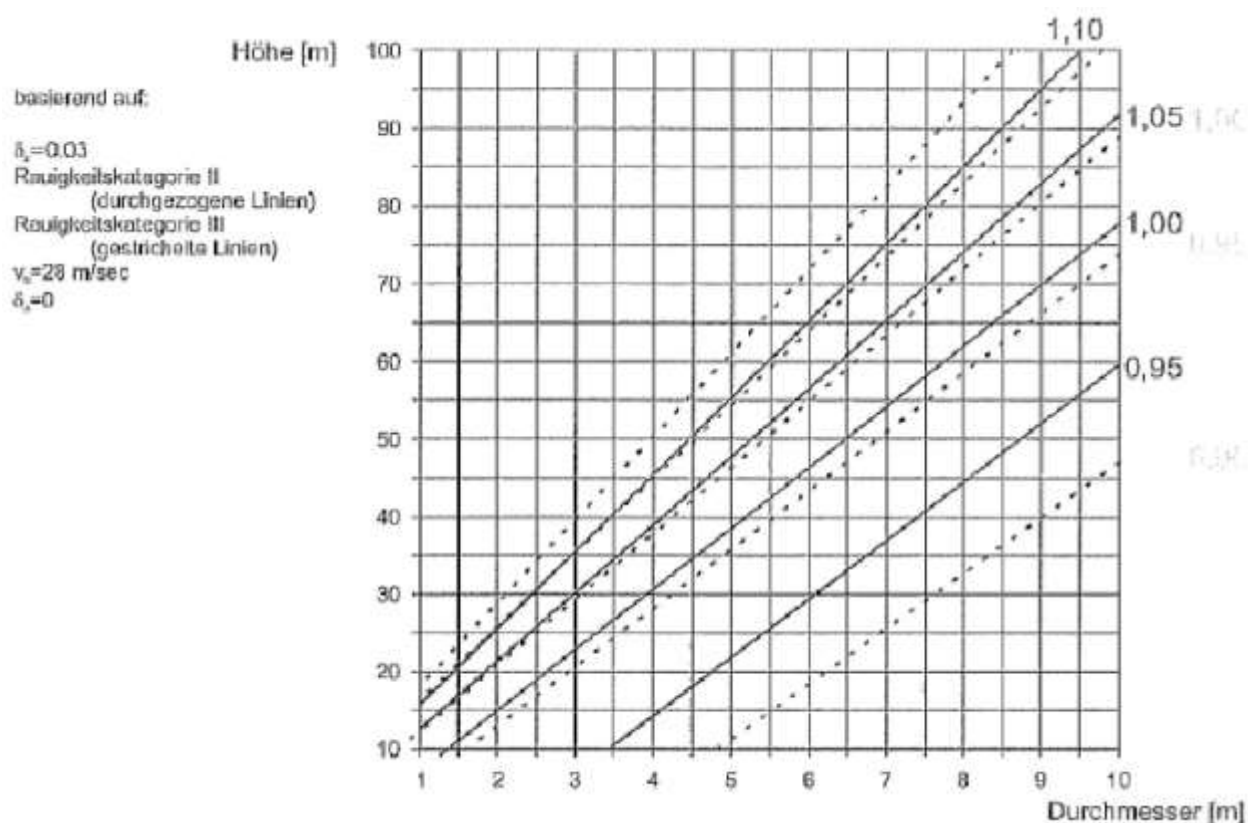
c_{scd} для стальных дымовых труб без футеровки



Примечание – Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_{scd} = 0,85$).

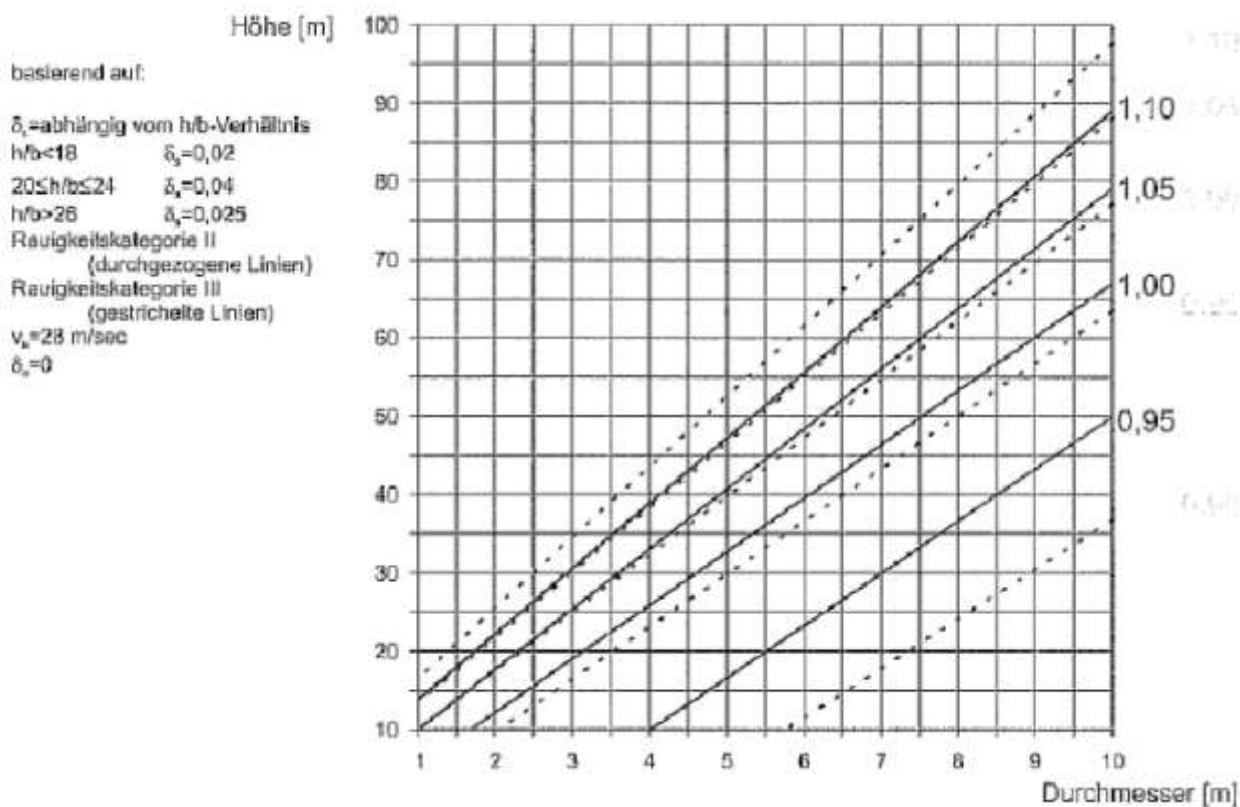
Рисунок D.3 – Значения конструкционного коэффициента c_{scd} для стальных дымовых труб без футеровки (частота в соответствии с формулой (F.3), при $\varepsilon_1 = 1\,000$ и $W_s/W_t = 1,0$)

$c_s c_d$ для железобетонных дымовых труб без футеровки



Примечание – Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.4 – Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для железобетонных дымовых труб без футеровки (частота в соответствии с формулой (F.3), при $\varepsilon_1 = 700$ и $W_s/W_t = 1,0$)

$c_s c_d$ для стальных дымовых труб с футеровкой

Примечание – Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.5 – Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для стальных дымовых труб с футеровкой (частота в соответствии с формулой (F.3), при $\varepsilon_1 = 1000$ и $W_s/W_t = 1,0$)

Приложение Е

Вихревое возбуждение и динамические неустойчивости

Е.1 Вихревое возбуждение

Е.1.1 Общие положения

(1) Вихревое возбуждение возникает, если вихри попеременно распространяются от противоположных сторон конструкции, в результате чего возникает переменная нагрузка, нормальная направлению действия ветра. Если частота вихревых возбуждений равняется собственной частоте конструкции, в конструкции могут возникнуть колебания. Это условие имеет место, если скорость ветра соответствует критической скорости ветра, определенной в Е.1.3.1. Обычно критическая скорость ветра является часто появляющейся скоростью, так что циклическая нагрузка и связанное с ней количество циклов нагружения могут стать важными для расчета.

(2) Реакция системы вследствие вызываемых вихревым возбуждением колебаний состоит из широкого и узкого диапазона частот. Широкий диапазон реакций существует всегда, независимо от того, перемещается конструкция или нет. Узкий диапазон частот возникает, если действует ветровая нагрузка, вызывающая колебания.

Примечание 1 – Широкий диапазон реакций конструкции особенно важен для железобетонных или тяжелых металлических конструкций.

Примечание 2 – Узкий диапазон реакций конструкции особенно важен для легких металлоконструкций.

Е.1.2 Критерии для вихревого возбуждения

(1) Эффект вихревого возбуждения должен исследоваться, если отношение максимального размера конструкции к минимальному в плоскости, нормальной направлению действия ветра, превышает значение, равное 6.

(2) Вызываемое вихревое возбуждение исследовать не нужно, если

$$v_{crit,i} > 1,25v_m, \quad (E.1)$$

где $v_{crit,i}$ – критическая скорость ветра согласно Е.1.3.1 для i -ой собственной формы колебаний;

v_m – средняя скорость ветра, соответствующая 10-минутному интервалу осреднения по 4.3.1(1) в зоне поперечного сечения, где возникает вихревое возбуждение (рисунок Е.3).

Е.1.3 Базовые параметры для вихревого возбуждения

Е.1.3.1 Критическая скорость ветра $v_{crit,i}$

(1) Критическая скорость ветра i -ой формы изгибного колебания определена как скорость ветра, при которой частота вихревого возбуждения равна частоте собственных колебаний (модельная форма i) конструкции или конструктивного элемента. Она рассчитывается по формуле

$$v_{crit,i} = \frac{bn_{i,y}}{St}, \quad (E.2)$$

где b – базовая ширина поперечного сечения в зоне вихревого возбуждения, в которой возникает максимальное модальное перемещение конструкции или конструктивного элемента; для круговых цилиндров базовая ширина равна наружному диаметру;

$n_{i,y}$ – собственная частота i -ой формы изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра. Приближенные формулы указаны в приложении F (F.2);

St – число Струхала в соответствии с Е.1.3.2.

(2) Критическая скорость ветра для эллиптической формы колебаний цилиндрических оболочек определяется как скорость ветра, при которой частота колебаний вихревого возбуждения вдвое больше собственной частоты колебаний i -ой эллиптической формы цилиндрической оболочки:

$$v_{crit,i} = \frac{bn_{i,0}}{2 \cdot St}, \quad (E.3)$$

где b – внешний диаметр оболочки;

St – число Струхала в соответствии с Е.1.3.2;

$n_{i,0}$ – собственная частота эллиптической i -ой формы колебаний оболочки.

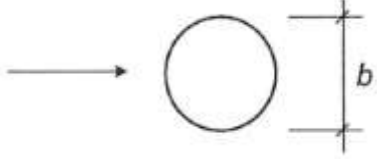
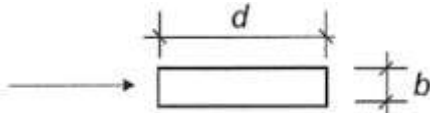
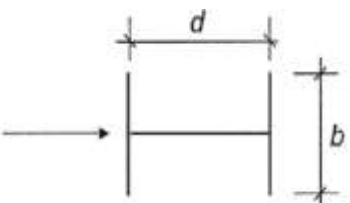
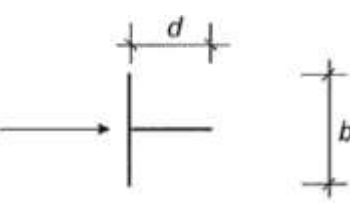
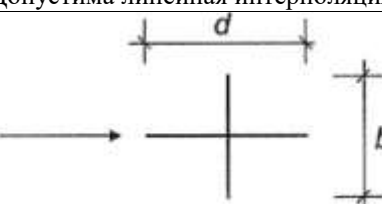
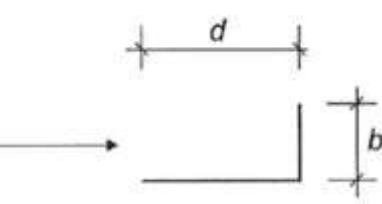
Примечание 1 – Для оболочек без колец жесткости значение n_0 указано в приложении F (F.2(3)).

Примечание 2 – Методы расчета эллиптических колебаний оболочек в приложении Е не указаны.

Е.1.3.2 Число Струхала St

(1) Число Струхала St для разных поперечных сечений указано в таблице Е.1.

Таблица Е.1 – Числа Струхала St для разных поперечных сечений

Поперечное сечение		St
 Для всех чисел Рейнольдса		0,18
 $0,5 \leq d/b \leq 10$		По рисунку Е.1
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,11
	$d/b = 1,5$	0,10
	$d/b = 2$	0,14
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,13
	$d/b = 2$	0,08
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,16
	$d/b = 2$	0,12
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1,3$	0,11
	$d/b = 2,0$	0,07

Примечание – Экстраполяция чисел Струхала как функции d/b не допускается.

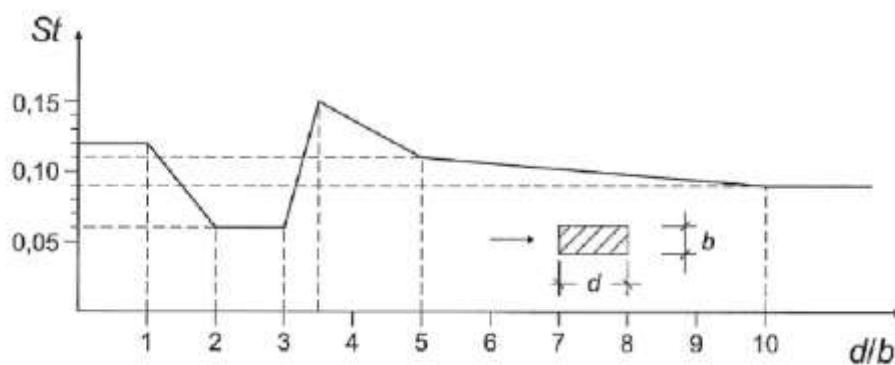


Рисунок Е.1 – Число Струхала St для прямоугольных поперечных сечений с острыми кромками

Е.1.3.3 Число Скрутона Sc

(1) Восприимчивость к колебаниям зависит от амортизации (демпфирования) конструкции и от отношения массы сооружения к массе текучей среды. Это отношение выражается как число Скрутона по формуле

$$Sc = \frac{2\delta_s m_{i,e}}{\rho b^2}, \quad (\text{Е.4})$$

где δ_s – амортизация (демпфирование) конструкции, выраженная логарифмическим декрементом затухания;

ρ – плотность воздуха;

$m_{i,e}$ – эквивалентная масса на единицу длины по формуле (F.14) (приложение F);

b – базовая ширина поперечного сечения в зоне вихревого возбуждения.

Примечание – Значение плотности воздуха ρ может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендованное значение составляет около 1,25 кг/м³.

Е.1.3.4 Число Рейнольдса Re

(1) У круговых цилиндров нагрузка от вихревого возбуждения колебаний зависит от числа Рейнольдса Re при критической скорости ветра $v_{crit,i}$. Число Рейнольдса рассчитывают по формуле

$$Re(v_{crit,i}) = \frac{bv_{crit,i}}{\nu}, \quad (\text{Е.5})$$

где b – наружный диаметр кругового цилиндра;

ν – кинетическая вязкость воздуха ($\nu \approx 15 \cdot 10^{-5}$ м²/с);

$v_{crit,i}$ – критическая скорость ветра по Е.1.3.1.

Е.1.4 Нагрузка вследствие вихревого возбуждения

(1) Нагрузки вследствие колебаний от вихревого возбуждения рассчитывают из сил инерции системы. Силы инерции на единицу длины $F_w(s)$, которые действуют на конструкцию нормально направлению действия ветра в месте s , могут рассчитываться по формуле

$$F_w(s) = m(s) \cdot (2\pi \cdot n_{i,y})^2 \cdot \Phi_{i,y}(s) \cdot y_{F,\max}, \quad (\text{Е.6})$$

где $m(s)$ – колеблющаяся масса конструкции, отнесенная к длине, кг/м;

$n_{i,y}$ – собственная частота i -ой формы колебаний конструкции;

$\Phi_{i,y}(s)$ – форма колебаний конструкции, нормированная к единице в точке с максимальным перемещением (амплитудой колебаний);

$y_{F,\max}$ – максимальное перемещение во времени (амплитуда колебаний) в точке с $\Phi_{i,y}(s) = 1$, см. Е.1.5.

Е.1.5 Расчет амплитуды поперечных колебаний

Е.1.5.1 Общие положения

(1) В Е.1.5.2 и Е.1.5.3 указаны два разных метода расчета амплитуд поперечных колебаний.

Примечание 1 – Выбор метода расчета или альтернативного принципа расчета может быть установлен в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – Непосредственное сравнение приближенных методов по Е.1.5.2 и Е.1.5.3 невозможно, так как некоторые входные параметры выбираются для разных условий окружающей среды. В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть указаны границы применения соответствующего метода.

Примечание 3 – Совместное применение методов расчета по Е.1.5.2 и Е.1.5.3 не допускается, за исключением случаев, когда на это явно указано в тексте.

(2) Метод расчета по Е.1.5.2 может применяться для различных видов конструкций и различных форм колебаний. Метод включает влияние турбулентности ветра и шероховатости и может применяться для нормальных климатических условий.

(3) Метод расчета по Е.1.5.3 может применяться для определения реакции консольных конструкции на первую форму колебаний. Условиями являются постоянные размеры нормально направлению действия ветра параллельно основной оси. Метод обычно применим для дымовых труб и мачт. Метод не может применяться для сгруппированных или расположенных в ряд цилиндров. Этот метод позволяет учитывать различные интенсивности турбулентности, которые могут возникать из-за метеорологических условий. В районах, в которых вероятны низкие температуры и стратифицированное течение (например, в прибрежных районах Северной Европы), можно применять принцип расчета по Е.1.5.3.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут указываться те регионы, в которых вероятны низкие температуры и стратифицированное течение. Для этих регионов наиболее подходящим является расчет по второму методу из Е.1.5.3. Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может определять входные параметры (как например, K_a или интенсивность турбулентности), применяемые в этом методе.

Е.1.5.2 Первый метод для расчета амплитуды поперечных колебаний

Е.1.5.2.1 Расчет перемещения

(1) Максимальное перемещение $y_{F,max}$ рассчитывают по формуле

$$\frac{y_{F,max}}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{1}{Sc} \cdot KK_w c_{lat}, \quad (E.7)$$

где St – число Струхала по таблице Е.1;

Sc – число Скрудона по Е.1.3.3;

K_w – коэффициент приведенной длины по Е.1.5.2.4;

K – коэффициент формы колебаний по Е.1.5.2.5;

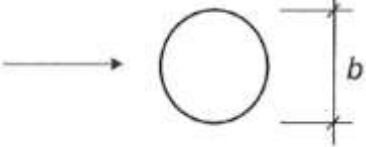
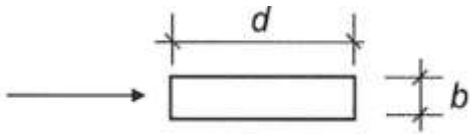
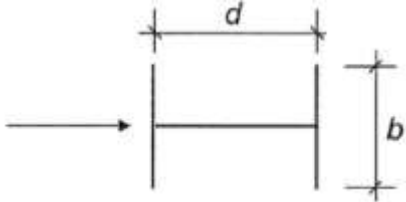
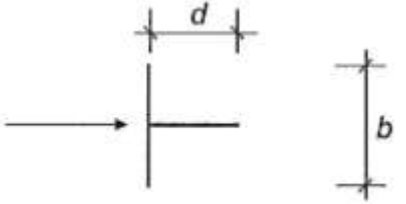
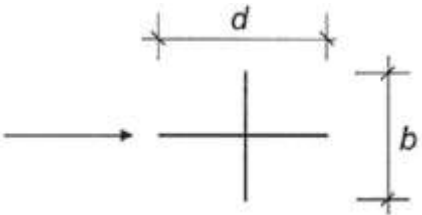
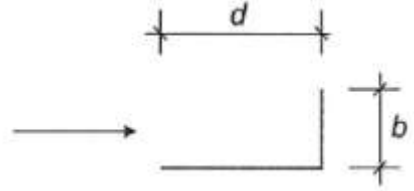
c_{lat} – аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения по таблице Е.3.

Примечание – Аэродинамические силы учитываются через коэффициент корреляции длины K_w .

Е.1.5.2.2 Аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения c_{lat}

(1) Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения $c_{lat,0}$ указаны в таблице Е.2.

Таблица Е.2 – Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения c_{lat} для разных поперечных сечений

Поперечное сечение		$c_{lat,0}$
 Для всех чисел Рейнольдса		См. рисунок Е.2
 $0,5 \leq d/b \leq 10$		1,1
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,8
	$d/b = 1,5$	1,2
	$d/b = 2$	0,3
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	1,6
	$d/b = 2$	2,3
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	1,4
	$d/b = 2$	1,1
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1,3$	0,8
	$d/b = 2,0$	1,0

Примечание – Экстраполяция коэффициентов вихревого возбуждения как функции d/b не допускается.

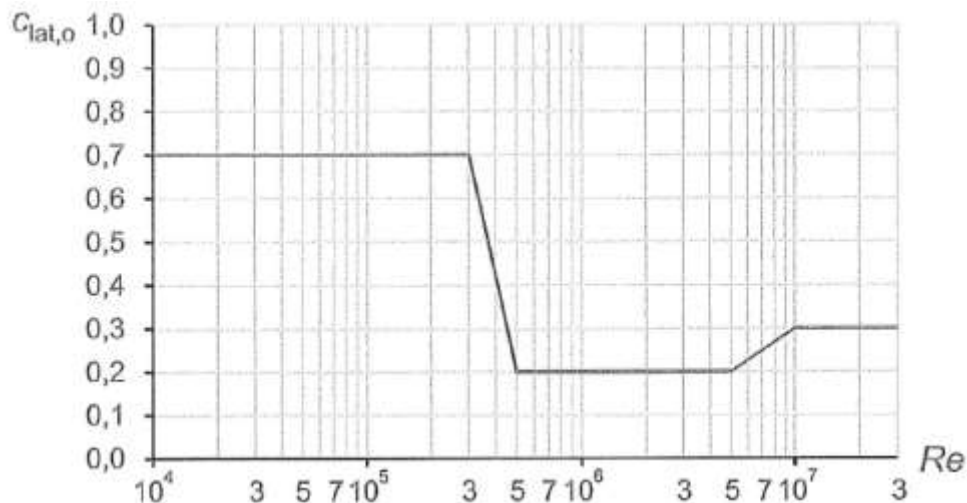


Рисунок Е.2 – Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения $C_{lat,0}$ в зависимости от числа Рейнольдса $Re(v_{crit,i})$ для круговых цилиндров (см. Е.1.3.4)

(2) Аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения C_{lat} указан в таблице Е.3.

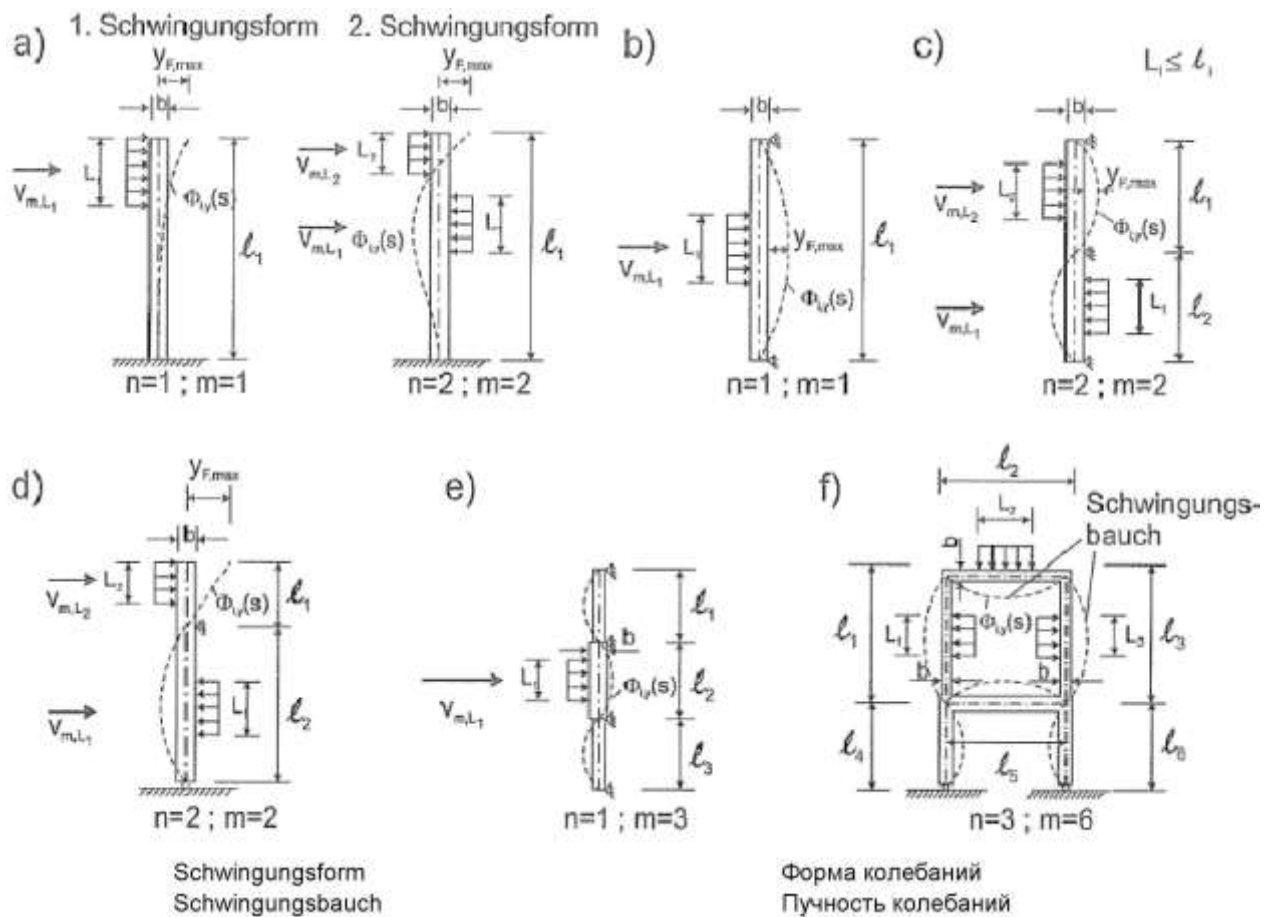
Таблица Е.3 – Аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения C_{lat} в зависимости от отношения критической скорости ветра к средней скорости ветра $v_{crit,i} / v_{m,Lj}$

Критическое отношение скоростей ветра	C_{lat}
$\frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 0,83$	$C_{lat} = C_{lat,0}$
$0,83 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 1,25$	$C_{lat} = \left(3 - 2,4 \cdot \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \right) \cdot C_{lat,0}$
$1,25 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}}$	$C_{lat} = 0$

$C_{lat,0}$ – основное значение C_{lat} по таблице Е.2 и для круговых цилиндров по рисунку Е.2;
 $v_{crit,i}$ – критическая скорость ветра (см. Е.1.3.1);
 $v_{m,Lj}$ – средняя скорость ветра (см. 4.3.1) в середине эффективной приведенной длины по рисунку Е.3.

Е.1.5.2.3 Корреляционная длина L_j

(1) Корреляционная длина L_j должна размещаться в области пучности колебаний. Примеры приведены на рисунке Е.3. Для мачтовых вышек с оттяжками и многопролетных мостов требуются специальные исследования.



Примечание – При указании более одной корреляционной длины, их применяют одновременно с использованием наибольшего значения C_{lat} .

Рисунок Е.3 – Примеры использования корреляционной длины L_j ($j = 1, 2, 3$)

Таблица Е.4 – Корреляционная длина L_j как функция амплитуды колебаний $y_F(s_j)$

$y_F(s_j)/b$	L_j/b
$<0,1$	6
$0,1-0,6$	$4,8 + 12 \cdot \frac{y_F(s_j)}{b}$
$>0,6$	12

Е.1.5.2.4 Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w

(1) Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w следует определять по формуле

$$K_w = \frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds} \leq 0,6, \quad (\text{Е.8})$$

где $\Phi_{i,y}$ – i -ая форма колебаний (см. приложение F, F.3);
 L_j – корреляционная длина;

l_j – длина конструкции между двумя узловыми точками (см. рисунок Е.3);
для консольных систем длина идентична высоте конструкции;

n – количество зон, в которых одновременно возникает вихревое возбуждение (см. рисунок Е.3);

m – количество пучностей колебаний учитываемой формы колебаний $\Phi_{i,y}$ колеблющейся системы;

s – координата по рисунку Е.5.

(2) Для некоторых простых конструкций, которые колеблются в основной форме и на которые воздействует вихревое возбуждение, как в таблице Е.5, коэффициент приведенной длины K_w допускается определять приближенно по формулам, приведенным в таблице Е.5.

Таблица Е.5 – Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w и коэффициент K формы колебаний простых конструкций

Конструкция	Форма колебаний $\Phi_{i,y}(s)$	K_w	K
	См. F.3 (приложение F) $\zeta = 2,0$; $n = 1$; $m = 1$	$3 \cdot \frac{L_j / b}{\lambda} \cdot \left[1 - \frac{L_j / b}{\lambda} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{L_j / b}{\lambda} \right)^2 \right]$	0,13
	См. таблицу F.1 (приложение F) $n = 1$; $m = 1$	$\cos \left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(1 - \frac{L_j / b}{\lambda} \right) \right]$	0,10
	См. таблицу F.1 (приложение F) $n = 1$; $m = 1$	$\frac{L_j / b}{\lambda} + \frac{1}{\pi} \cdot \sin \left[\pi \cdot \left(1 - \frac{L_j / b}{\lambda} \right) \right]$	0,11
	Модальный анализ $n = 3$; $m = 3$	$\frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} \Phi_{i,y}(s) ds }{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} \Phi_{i,y}(s) ds }$	0,10

Примечание 1 – Форму колебаний $\Phi_{i,y}(s)$ определяют, как приведено в приложении F (F.3). Параметры n и m определены в формуле (Е.8) и указаны на рисунке Е.3.

Примечание 2 – $\lambda = l/b$.

Е.1.5.2.5 Коэффициент формы колебаний

(1) Коэффициент формы колебаний K определяют по формуле

$$K = \frac{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{4\pi \cdot \sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}^2(s)| ds}, \quad (\text{Е.9})$$

где m – определяют по Е.1.5.2.4(1);

$\Phi_{i,y}(s)$ – i -ая форма поперечных колебаний (см. приложение F, F.3);

l_j – длина конструкции между двумя узловыми точками (см. рисунок Е.3).

(2) Для некоторых простых конструкций, колеблющихся в основной форме колебаний, коэффициент указан в таблице Е.5.

Е.1.5.2.6 Количество циклов нагружений

(1) Количество N циклов нагружений, вызываемых вихревым возбуждением колебаний, можно определять по формуле

$$N = 2T \cdot n_y \cdot \varepsilon_0 \cdot \left(\frac{v_{crit}}{v_0} \right)^2 \cdot \exp \left(- \left(\frac{v_{crit}}{v_0} \right)^2 \right), \quad (\text{Е.10})$$

где n_y – собственная частота, Гц, i -ой формы поперечных колебаний конструкции; приближенные методы указаны в приложении F;

v_{crit} – критическая скорость ветра, м/с, по Е.1.3.1;

v_0 – $\sqrt{2}$ -кратное наиболее вероятного значения (модальная величина v_{mod}) распределения вероятностей Вейбулла средней скорости ветра, м/с;

T – проектный срок службы в секундах, соответствующий $3,2 \cdot 10^7$ -кратному требуемому сроку службы в годах;

ε_0 – коэффициент ширины диапазона частот, описывающий ширину диапазона скоростей ветра, индуцирующих вихревое возбуждение колебаний.

Примечание 1 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» можно устанавливать минимальное значение N . Рекомендуемое значение $N \geq 10^4$.

Примечание 2 – Для значения v_0 может приниматься 20 % характеристической средней скорости ветра на высоте поперечного сечения, где возникает вихревое возбуждение (см. 4.3.1(1)).

Примечание 3 – Коэффициент ширины диапазона частот ε_0 может принимать значения от 0,1 до 0,3. Он может приниматься как $\varepsilon_0 = 0,3$.

Е.1.5.2.7 Резонансное вихревое возбуждение для сгруппированных или расположенных в ряд вертикальных цилиндров

(1) У сгруппированных или расположенных в ряд круговых цилиндров со связью и без нее (см. рисунок Е.4) могут возникать вызываемые вихревым возбуждением колебания.

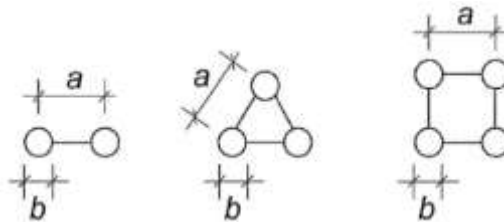


Рисунок Е.4 – Сгруппированные или расположенные в ряд цилиндры

(2) Максимальное перемещение может оцениваться по формуле (Е.7) и с применением методов расчета по Е.1.5.2 и модификаций соответственно формулам (Е.11) и (Е.12).

Для цилиндров, расположенных в ряд, без связи применяют:

$$\begin{aligned}
 c_{lat} &= 1,5c_{lat(single)} && \text{для } 1 \leq \frac{a}{b} \leq 10; \\
 c_{lat} &= c_{lat(single)} && \text{для } \frac{a}{b} \geq 15; \\
 \text{линейную интерполяцию} &&& \text{для } 10 \leq \frac{a}{b} \leq 15; \\
 St &= 0,1 + 0,085 \cdot \log\left(\frac{a}{b}\right) && \text{для } 1 \leq \frac{a}{b} \leq 9; \\
 St &= 0,18 && \text{для } \frac{a}{b} \geq 9,
 \end{aligned} \tag{Е.11}$$

где $c_{lat(single)} = c_{lat}$ по таблице Е.3.

Для цилиндров со связями применяют:

$$c_{lat} = K_{iv}c_{lat(single)} \quad \text{для } 1,0 \leq a/b \leq 3,0, \tag{Е.12}$$

где K_{iv} – коэффициент интерференции для вихревого возбуждения (таблица Е.8);

St – число Струхаля по таблице Е.8;

Sc – число Скрутона по таблице Е.8.

Для цилиндров со связями при $a/b > 3,0$ требуются специальные исследования.

Примечание 1 – Коэффициент $1,5c_{lat}$ для круговых цилиндров без связи является грубым приближением. Это приближение рассматривается как консервативное.

Е.1.5.3 Второй метод для расчета амплитуды поперечных колебаний

(1) Характеристическое максимальное перемещение $y_{\max}$ для точки с наибольшей деформацией можно рассчитать по формуле

$$y_{\max} = \sigma_y k_p, \tag{Е.13}$$

где σ_y – стандартное отклонение для перемещения, см. (2);

k_p – пиковый коэффициент, см. (6).

(2) Стандартное отклонение σ_y для перемещения, отнесенное к ширине b в точке с наибольшей деформацией ($\Phi = 1$), может рассчитываться по формуле

$$\frac{\sigma_y}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{C_c}{\sqrt{\frac{Sc}{4\pi} - K_a \cdot \left(1 - \left(\frac{\sigma_y}{b \cdot a_L}\right)^2\right)}} \cdot \sqrt{\frac{\rho b^2}{m_e}} \cdot \sqrt{\frac{b}{h}}, \quad (\text{E.14})$$

где C_c – аэродинамическая постоянная, зависящая от формы поперечного сечения, а для круговых цилиндров – также от числа Рейнольдса Re , которое определено в Е.1.3.4(1) и указано в таблице Е.6;

K_a – постоянная аэродинамического затухания;

a_L – нормированная предельная амплитуда, которая определяет перемещение конструкций с очень незначительными значениями затухания; приведена в таблице Е.6;

Sc – число Скрутона согласно Е.1.3.3

St – число Струхала согласно таблице Е.1;

ρ – плотность воздуха в условиях поперечных колебаний, см. примечание 1;

m_e – эффективная масса на единицу длины, по F.4(1);

h , b – высота и ширина конструкции. Для конструкции с переменной шириной используется ширина с наибольшим перемещением.

Примечание 1 – Значение плотности воздуха ρ может указываться в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение равно 1,25 кг/м³.

Примечание 2 – Аэродинамическая постоянная C_c зависит от подъемной силы, действующей на неподвижную конструкцию.

Примечание 3 – Вызываемые движением ветровые нагрузки учитывают за счет применения K_a и a_L .

(3) Решение формулы (Е.14) приведено в формуле (Е.15).

$$\left(\frac{\sigma_y}{b}\right)^2 = c_1 + \sqrt{c_1^2 + c_2}. \quad (\text{E.15})$$

При этом постоянные c_1 и c_2 определены следующим образом:

$$c_1 = \frac{a_L^2}{2} \cdot \left(1 - \frac{Sc}{4\pi K_a}\right); \quad c_2 = \frac{\rho b^2}{m_e} \cdot \frac{a_L^2}{K_a} \cdot \frac{C_c^2}{St^4} \cdot \frac{b}{h}. \quad (\text{E.16})$$

(4) постоянная аэродинамического затухания K_a снижается с возрастанием интенсивности турбулентности. При интенсивности турбулентности 0 % постоянная аэродинамического затухания принимает значение $K_{a,\max}$, которое приведено в таблице Е.6.

Примечание – Если для интенсивности турбулентности используется значение $K_{a,\max}$ больше 0 %, то получают консервативный прогноз перемещения. В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может указываться более точная информация о влиянии турбулентности на значение $K_{a,\max}$.

(5) Для круговых цилиндров и квадратных поперечных сечений постоянные C_c , $K_{a,\max}$ и a_L указаны в таблице Е.6.

Таблица Е.6 – Постоянные для определения воздействия вихревого возбуждения

Постоянная	Круговой цилиндр $Re \leq 10^5$	Круговой цилиндр $Re = 5 \cdot 10^5$	Круговой цилиндр $Re \geq 10^6$	Квадратное поперечное сечение
C_s	0,02	0,005	0,01	0,04
$K_{a,max}$	2	0,5	1	6
a_L	0,4	0,4	0,4	0,4

Примечание – Для круговых цилиндров принимается, что значения постоянных C_s и $K_{a,max}$ пропорциональны логарифму числа Рейнольдса для диапазона $10^5 < Re < 5 \cdot 10^5$ и $5 \cdot 10^5 < Re < 10^6$.

(6) Следует учитывать пиковый коэффициент k_p .

Примечание – Пиковый коэффициент может быть определен в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». По формуле (Е.17) получают рекомендуемые значения.

$$k_p = \sqrt{2} \cdot \left\{ 1 + 1,2 \cdot \arctan \cdot \left(0,75 \cdot \left(\frac{Sc}{4\pi K_a} \right)^4 \right) \right\}. \quad (\text{Е.17})$$

(7) Количество N циклов загрузки, вызываемых вихревым возбуждением колебаний, определяют по Е.1.5.2.6 с использованием коэффициента ширины диапазона частот $\varepsilon_0 = 0,15$.

Е.1.6 Мероприятия по предотвращению возникновения вихревых возбуждений

(1) Резонансные амплитуды вихревых возбуждений можно снижать за счет использования аэродинамических мер (только при выполнении определенных условий, например для чисел Скрутона $Sc \geq 8$) или с помощью мер, повышающих демпфирование. При использовании аэродинамических мер нужно учитывать, что аэродинамический коэффициент усилия может расти до значения $c_a = 1,4$. Аэродинамические и повышающие демпфирование меры требуют специальных исследований.

(2) По дополнительной информации дается ссылка на специальные правила, распространяемые на типы конструкции.

Е.2 Галопирование

Е.2.1 Общие положения

(1) Галопирование – это самовозбуждающиеся колебания гибких конструкций или конструктивных в форме изгибных колебаний по нормали к направлению ветра. Некруглые поперечные сечения, включая сечения I-, U-, L- и Т-образной формы, склонны к возникновению галопирования. Обледенение также может вызывать неустойчивость поперечного сечения.

(2) Колебания при галопировании начинаются с определенной начальной скорости v_{CG} . Амплитуды в этом случае быстро растут с увеличением скорости ветра.

Е.2.2 Начальная скорость

(1) Начальную скорость при галопировании v_{CG} определяют по формуле

$$v_{CG} = \frac{2Sc}{a_G} \cdot n_{1,y} b, \quad (\text{Е.18})$$

где Sc – число Скрудона по формуле (Е.4);

$n_{1,y}$ – основная собственная частота изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра. Приближенные формулы для определения основной собственной частоты указаны в приложении F (F.2);

b – ширина поперечного сечения по таблице Е.7;

a_G – коэффициент неустойчивости при галопировании (таблица Е.7). Если не известно ни одного значения, то расчеты можно проводить с применением $a_G = 10$.

(1) Следует обеспечить:

$$v_{CG} > 1,25v_m, \quad (\text{Е.19})$$

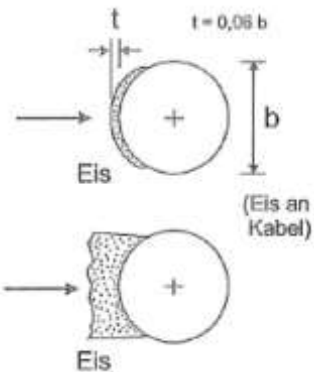
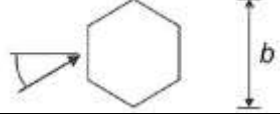
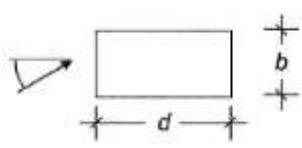
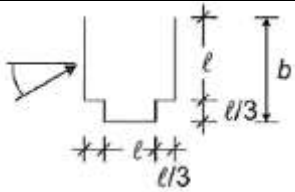
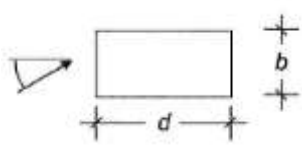
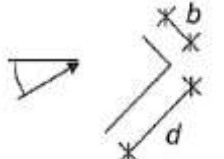
где v_m – средняя скорость ветра, м/с, определенная по формуле (4.3), на высоте, при которой ожидается течение галопирования; как правило, это точки, в которых появляются наибольшие амплитуды колебаний.

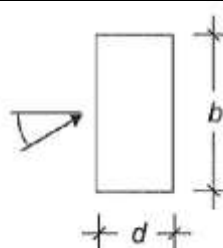
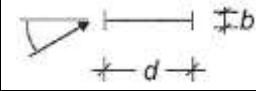
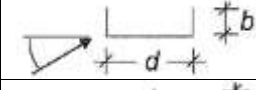
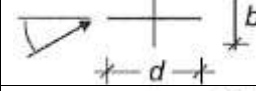
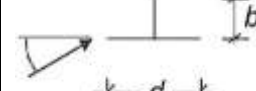
(1) При критической скорости ветра v_{crit} , вызываемой вихревым возбуждением, почти равной начальной скорости v_{CG} галопирования,

$$0,7 < \frac{v_{CG}}{v_{crit}} < 1,5, \quad (\text{Е.20})$$

вероятно влияние взаимодействия между вихревым возбуждением и галопированием. В этом случае рекомендуются специальные исследования.

Таблица Е.7 – Коэффициент неустойчивости при галопировании a_G

Поперечное сечение		Коэффициент неустойчивости a_G	Поперечное сечение		Коэффициент неустойчивости a_G
		1,0			1,0
		2,0			4,0
	$d/b = 2$	2,0		$d/b = 2$	0,7
	$d/b = 1,5$	1,7		$d/b = 2,7$	5,0

 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	1,2		$d/b = 5$	7,0
	$d/b = 2/3$	1,0		$d/b = 3$	7,5
	$d/b = 1/2$	0,7		$d/b = 3/4$	3,2
	$d/b = 1/3$	0,4		$d/b = 2$	1,0
Примечание – Экстраполяция коэффициента a_G в виде функции d/b не допустима.					
Eis an Kabel			Обледенение троса		

Е.2.3 Классическое галопирование цилиндров со связями

(1) В цилиндрах со связями (см. рисунок Е.4) может возникнуть классическое галопирование.

(2) Начальная скорость v_{CG} классического галопирования цилиндров со связями может определяться по формуле

$$v_{CG} = \frac{2 \cdot S_c}{a_G} \cdot n_{1,y} b, \quad (\text{Е.21})$$

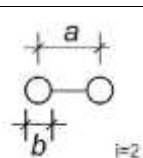
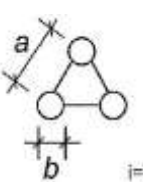
при этом применяют установленные в таблице Е.8 значения для S_c , a_G и b , параметр $n_{1,y}$ является основной собственной частотой изгибного колебания (см. приложение F (F.2)).

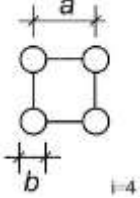
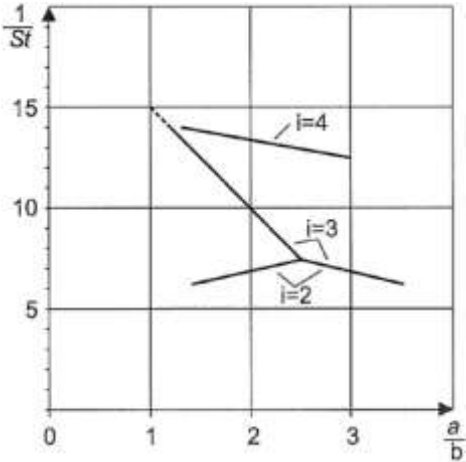
(3) Следует обеспечить:

$$v_{CG} > 1,25v_m(z), \quad (\text{Е.22})$$

где $v_m(z)$ – средняя скорость ветра, м/с, определенная по формуле (4.3), на высоте, при которой ожидается течение галопирования; как правило, это точки, в которых появляются наибольшие амплитуды колебаний.

Таблица Е.8 – Значения для оценки реакции системы по нормали к направлению ветра для цилиндров со связями рядового или группового расположения

Расположение цилиндров	Число Скрутона $S_c = \frac{2\delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho b^2}$ (сравнить с формулой (Е.4))			
	$a/b = 1$ $K_{iv} = 1,5$	$a/b \geq 2$ $K_{iv} = 1,5$	$a/b \leq 1,5$ $a_G = 1,5$	$a/b \geq 2,5$ $a_G = 3,0$
 $i=2$				
 $i=3$	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 6,0$	$a_G = 3,0$

	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 1,0$	$a_G = 2,0$
	Допустима линейная интерполяция  Обратные величины числа Струхала для цилиндров со связями рядового или группового расположения			

Е.3 Интерференционное галопирование двух или более отдельно стоящих цилиндров

(1) Интерференционное галопирование – это самовозбуждающееся колебание, которое может возникнуть, если два или более цилиндра расположены на незначительном расстоянии друг от друга без связи друг с другом.

(2) Если угол набегающего потока находится в диапазоне критического направления потока β_k , а также при $a/b < 3$ (рисунок Е.5) начальная скорость v_{CIG} может определяться по формуле

$$v_{CIG} = 3,5n_{1,y}b \cdot \sqrt{\frac{\frac{a}{b} \cdot Sc}{a_{IG}}}, \quad (E.23)$$

где Sc – число Скрутона, как определено в Е.1.3.3(1);

a_{IG} – комбинированный коэффициент стабильности; $a_{IG} = 3,0$;

$n_{1,y}$ – основная собственная частота изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра. Приближенные значения указаны в приложении F (F.2);

a – расстояние;

b – диаметр.

Примечание – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может содержать дополнительные данные для значения a_{IG} .

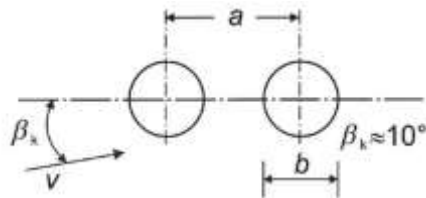


Рисунок Е.5 – Геометрические размеры для интерференционного галопирования

(3) Интерференционное галопирование может предотвращаться установкой связей между отдельно стоящими цилиндрами. Но в этом случае может появляться классическое галопирование (см. Е.2.3).

Е.4 Дивергенция и флаттер

Е.4.1 Общие положения

(1) Дивергенция и флаттер – это виды динамической неустойчивости, которые могут возникать только в подверженных деформациям пластинчатых конструкциях, например рекламные щиты, или пролетных конструкциях вантовых мостов, при превышении определенного порогового значения или критической скорости ветра. Эти виды динамической неустойчивости возникают, если деформации конструкции вызывают переменные аэродинамические нагрузки.

(2) Дивергенция и флаттер должны принципиально исключаться.

(3) Приведенные далее методы расчета позволяют проверить восприимчивость конструкции к данным неустойчивостям с помощью простых конструктивных критериев. Если эти условия не выполнены, проводят специальные исследования.

Е.4.2 Критерии для пластинчатых конструкций

(1) Чтобы быть восприимчивым к дивергенции или флаттеру, конструкция должна одновременно выполнять три следующих условия. Условия проверяют в указанной последовательности. Если одно из условий не выполнено, то сооружение или элемент конструкции не подвергается угрозе дивергенции или флаттера.

Конструкция или ее существенная часть должна иметь протяженное в длину сечение (подобное плоской пластине) с отношением размеров b/d менее 0,25 (рисунок Е.6).

Ось кручения должна быть параллельна плоскости пластины, перпендикулярна направлению ветра и должна быть расположена на расстоянии не менее $d/4$ от наветренной стороны пластины в направлении ветра, где d – ширина пластины, измеренная перпендикулярно оси кручения. Это относится к общим случаям, когда центр кручения расположен в центре тяжести конструкции, как, например, у рекламного щита, имеющего опору в центре, или у отдельно стоящего навеса с точкой опоры посередине, а также когда ось кручения расположена на подветренной стороне – у консольного отдельно стоящего навеса.

Минимальная частота собственных колебаний должна относиться к крутящим колебаниям или частота собственных колебаний кручения должна быть меньше двойного значения минимальной частоты собственных поступательных колебаний.

Е.4.3 Скорость дивергенции

(1) Критическую скорость ветра для дивергенции определяют по формуле

$$v_{div} = \left[\frac{2k_{\theta}}{\rho d^2 \cdot \frac{dc_M}{d\theta}} \right], \quad (E.24)$$

где k_{θ} – крутильная жесткость;

c_M – аэродинамический коэффициент момента, определяемый по формуле

$$c_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \cdot \rho v^2 d^2}; \quad (E.25)$$

$dc_M / d\theta$ – производная аэродинамического коэффициента момента после оборота вокруг оси кручения. При этом θ выражается в радианах;

здесь M – аэродинамический момент на единицу длины конструкции;

ρ – плотность воздуха, как указано в 4.5;

d – высота сооружения в направлении действия ветра (хорда) (рисунок Е.6);

b – ширина, как определено на рисунке Е.6.

(2) Значения $dc_M / d\theta$ для прямоугольных сечений относительно центра тяжести плоскости сечения указаны на рисунке Е.6.

(3) Следует обеспечить:

$$v_{div} > 2v_m(z_e), \quad (E.26)$$

где $v_m(z_e)$ – средняя скорость ветра по формуле (4.3) на высоте z_e (как определено на рисунке 6.1).

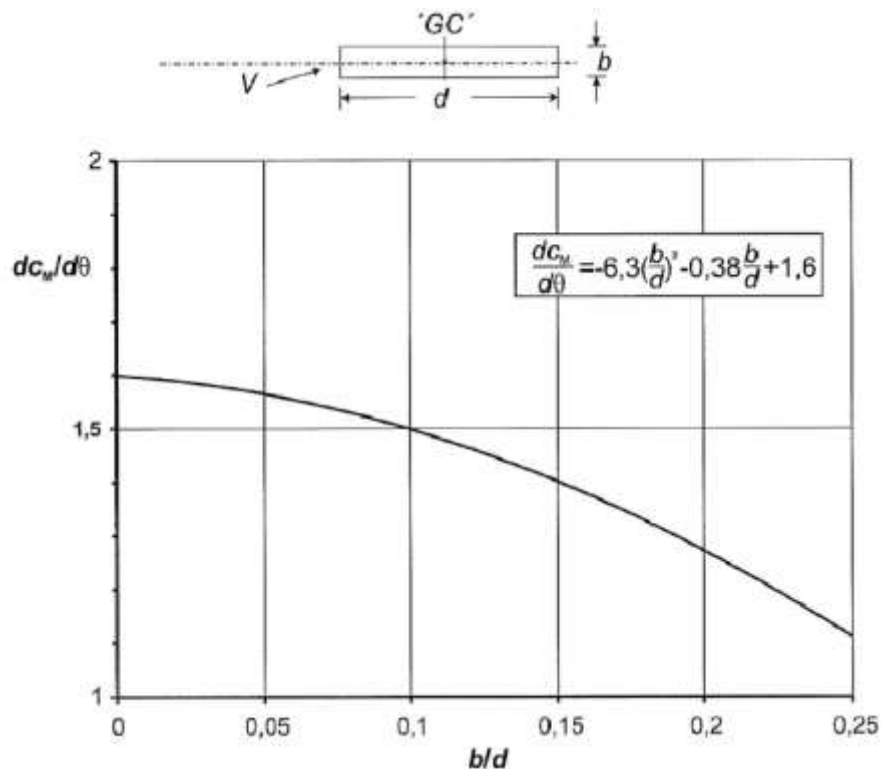


Рисунок Е.6 – Скорость изменения коэффициента аэродинамического момента $dc_M/d\theta$ относительно центра тяжести прямоугольного сечения «GC»

Приложение F

Динамические свойства сооружений

F.1 Общие положения

(1) Методы расчета, указанные в настоящем разделе, применяют при условии, что конструкции работают в упругой стадии с учетом классических форм собственных колебаний. В этом случае динамические свойства сооружения выражаются:

- собственными частотами;
- модальными формами;
- эквивалентными массами;
- логарифмическими декрементами затухания.

(2) Собственные частоты, модальные формы, эквивалентные массы и логарифмические декременты затухания определяют теоретическим или экспериментальным путем с помощью структурно-динамических методов.

(3) Основополагающая динамическая характеристика может быть определена с применением упрощенных аналитических, полуэмпирических или эмпирических приближенных формул при условии достаточной апробированности. Некоторые из этих формул указаны в F.2–F.5.

F.2 Основная собственная частота

(1) Для консольных конструкций с центром масс (одной массой) на конце стержня для расчета основной собственной частоты изгиба n_1 конструкции может применяться упрощенная формула

$$n_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{x_1}}, \quad (\text{F.1})$$

где g – ускорение свободного падения, равно $9,81 \text{ м/с}^2$;

x_1 – максимальное перемещение под действием собственного веса в направлении колебаний, м.

(2) Основная собственная изгибная частота n_1 , Гц, для многоэтажных зданий высотой более 50 м может определяться по формуле

$$n_1 = \frac{46}{h}, \quad (\text{F.2})$$

где h – высота здания, м.

Эту формулу можно применять как вспомогательную для одноэтажных зданий и мачт.

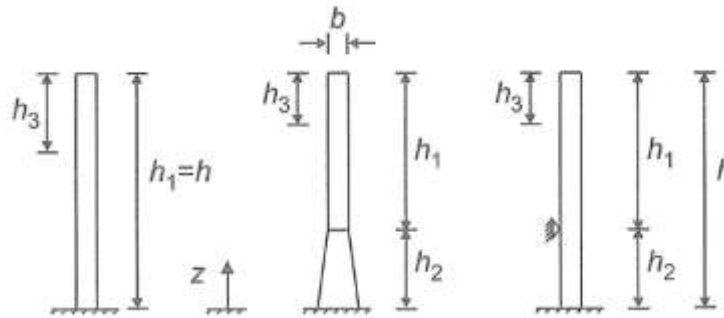
(3) Основная собственная изгибная частота n_1 , Гц, дымовых труб может оцениваться по формуле

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot b}{h_{\text{eff}}^2} \cdot \sqrt{\frac{W_s}{W_t}}, \quad (\text{F.3})$$

с применением

$$h_{eff} = h_1 + \frac{h}{3}, \quad (F.4)$$

где b – верхний диаметр дымовой трубы, м;
 h_{eff} – эффективная высота дымовой трубы, м, h_1 и h_2 указаны на рисунке F.1;
 W_s – вес элементов конструкции дымовой трубы, способствующих жесткости;
 W_t – общий вес дымовой трубы;
 ε_1 – 1000 – для стальных дымовых труб и 700 – для дымовых труб из железобетона или кирпичной кладки.



Примечание – $h_3 = h_1/3$; h_3 – см. F.4(2).

Рисунок F.1 – Размеры для дымовых труб

(4) Основная частота $n_{1,0}$ эллиптических колебаний длинной цилиндрической оболочки без колец жесткости может рассчитываться по формуле

$$n_{1,0} = 0,492 \cdot \sqrt{\frac{t^3 E}{\mu_s \cdot (1 - \nu^2) \cdot b^4}}, \quad (F.5)$$

где E – модуль упругости, Н/м²;
 t – толщина оболочки, м;
 ν – коэффициент Пуассона;
 μ_s – масса оболочки на единицу площади, кг/м²;
 b – диаметр оболочки, м.

По формуле (F.5) получают минимальную собственную частоту оболочки. Кольца жесткости повышают собственную частоту n_0 .

(5) Минимальная вертикальная собственная изгибная частота $n_{1,B}$ мостов пластинчатого или коробчатого сечения может приближенно определяться по формуле

$$n_{1,B} = \frac{K^2}{2\pi L^2} \cdot \sqrt{\frac{E I_b}{m}}, \quad (F.6)$$

где L – длина основного пролета, м;
 E – модуль упругости, Н/м²;
 I_b – момент инерции площади поперечного сечения в центре пролета для вертикального изгиба, м⁴;
 m – масса на единицу длины общего поперечного сечения в центре пролета (для нагрузки от собственного веса и других стационарных грузов), кг/м;

K – безразмерный коэффициент, который зависит от распределения пролета, как определено ниже:

а) для однопролетных мостов:

$K = \pi$, если опоры шарнирные;

$K = 3,9$, если с заделанными концами с одной стороны и с опорой на шарнирах с другой;

$K = 4,7$, если с заделанными концами с двух сторон;

б) для двухпролетных неразрезных мостов:

K получают из рисунка F.2, с использованием кривой для мостов с двумя пролетами, где L_1 – длина крайнего пролета и $L \geq L_1$;

с) для трехпролетных неразрезных мостов:

K получают из рисунка F.2, с использованием соответствующей кривой для мостов с тремя пролетами,

где L_1 – длина наибольшего крайнего пролета;

L_1 – длина другого крайнего пролета и $L \geq L_1 \geq L_2$.

Данное условие распространяется также на мосты с тремя пролетами, у которых основной пролет подвешен.

Если $L_1 > L$, то K может определяться по кривой для мостов с двумя пролетами, без учета самого короткого крайнего пролета и применяя самый длинный крайний пролет в качестве основного пролета, эквивалентного двухпролетному мосту;

д) для симметричных четырехпролетных неразрезных мостов (например, мостов, симметричных относительно средней опоры) значение K можно определять по кривой для мостов с двумя пролетами по рисунку F.2, рассматривая каждую половину моста как эквивалентный мост с двумя пролетами;

е) для несимметричных четырехпролетных неразрезных мостов и неразрезных мостов с количеством пролетов свыше четырех K можно получить из рисунка F.2 с использованием кривой для мостов с тремя пролетами и считая основной пролет наибольшим пролетом.

Примечание 1 – Если значение $\sqrt{\frac{El_b}{m}}$ на опоре более чем в 2 раза превышает значение в центре пролета или составляет менее 80 % значения в центре пролета, то формулу (F.6) не применяют, за исключением случаев, когда приемлемы очень грубые оценки.

Примечание 2 – Для определения $n_{1,B}$ в циклах в секунду следует выбирать согласующиеся исходные величины.

(6) Собственная частота кручения балочных мостов идентична основной собственной изгибной частоте, рассчитываемой по формуле (F.6), если средняя инерция продольного изгиба на единицу ширины не менее 100-кратной средней инерции поперечного изгиба на единицу длины.

(7) Собственная частота кручения мостов коробчатого сечения может приближенно определяться по формуле

$$n_{1,T} = n_{1,B} \cdot \sqrt{P_1 \cdot (P_2 + P_3)}, \quad (F.7)$$

с применением:

$$P_1 = \frac{mb^2}{l_p}, \quad (F.8)$$

$$P_2 = \frac{\sum r_j^2 l_j}{b^2 l_p}, \quad (\text{F.9})$$

$$P_3 = \frac{L^2 \cdot \sum r_j^2 J_j}{2K^2 b^2 l_p \cdot (1 + \nu)}, \quad (\text{F.10})$$

где $n_{1,в}$ – основная частота изгиба, Гц;
 b – общая ширина моста;
 m – масса на единицу длины, определяемая в F.2(5);
 ν – коэффициент Пуассона материала опоры;
 r_j – расстояние от центра тяжести коробчатого сечения до центра тяжести поперечного сечения моста;
 l_j – статический момент инерции единичного коробчатого сечения в центре пролета для вертикального изгиба, отнесенный к единице длины, включая эффективную ширину работающей совместно пролетной части;
 l_p – статический момент инерции поперечного сечения в центре пролета, отнесенный к единице длины; рассчитывают по формуле

$$l_p = \frac{m_d b^2}{12} + \sum (l_{pj} + m_j r_j^2), \quad (\text{F.11})$$

здесь m_d – масса на единицу длины пролетной конструкции в центре пролета;
 l_{pj} – статический момент инерции единичного коробчатого сечения в центре пролета;
 m_j – масса единичного коробчатого сечения на единицу длины в центре пролета, без учета работающей совместно пролетной части;
 J_j – постоянная кручения единичного коробчатого сечения в центре пролета; определяют по формуле

$$J_j = \frac{4 \cdot A_j^2}{\oint \frac{ds}{t}}, \quad (\text{F.12})$$

A_j – включенная площадь полости коробчатого сечения в центре пролета;
 $\oint \frac{ds}{t}$ – интеграл отношения ширины стенки коробчатого сечения к толщине стенки коробчатого сечения по его периметру в центре пролета.

Примечание – Потеря точности очень незначительна, если формулу (F.12) применяют для многоячейстых мостов коробчатого сечения, для которых отношение длины пролета к его ширине не превышает 6.

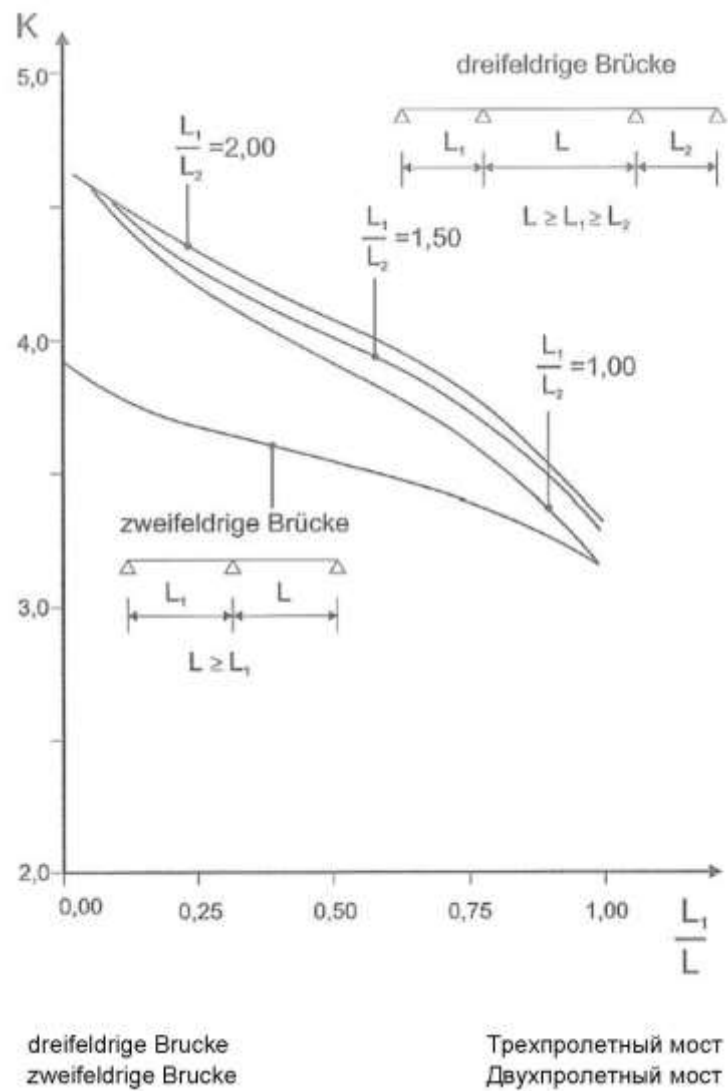


Рисунок F.2 – Коэффициент K для определения основной собственной изгибной частоты

F.3 Основная форма колебания

(1) Основная изгибная форма $\Phi_1(z)$ для консольных конструкций, таких как здания, мачты и дымовые трубы, может быть определена по формуле (F.13), см. рисунок F.3.

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h} \right)^\zeta, \quad (\text{F.13})$$

где $\zeta = 0,6$ – для гибких рамных каркасов без диафрагм жесткости;

$\zeta = 1,0$ – для зданий с центральным ядром и периметрическими колоннами или развитыми колоннами и элементами жесткости;

$\zeta = 1,5$ – для гибких консольных зданий и зданий, поддерживаемых центральными железобетонными ядрами;

$\zeta = 2,0$ – для мачт и дымовых труб;

$\zeta = 2,5$ – для металлических мачт решетчатой конструкции.

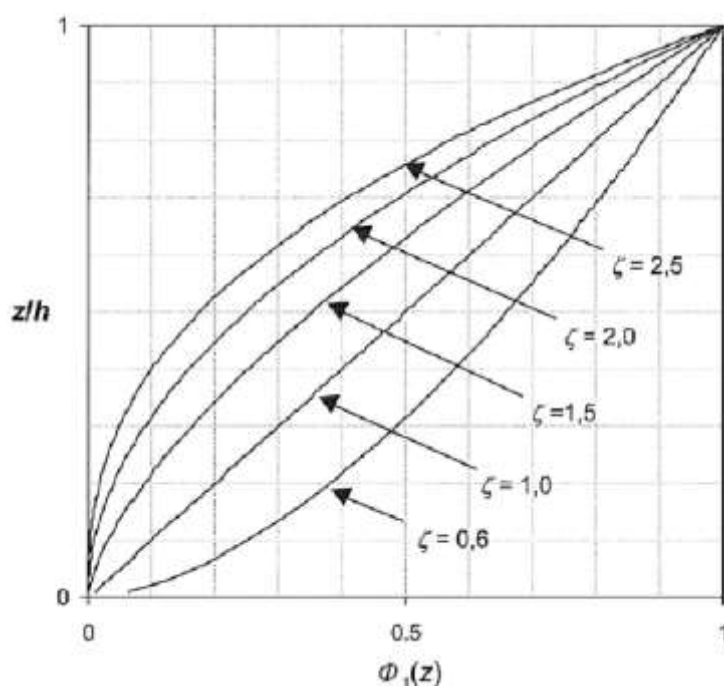


Рисунок F.3 – Основная форма изгибных колебаний для зданий, мачт и дымовых труб, работающих как консольные конструкции

(2) Основная форма изгибных колебаний $\Phi_1(s)$ мостов может приближенно определяться по таблице F.1.

Таблица F.1 – Основные формы изгибных колебаний для шарнирно опертых или защемленных с обеих сторон конструкций или конструктивных элементов

Система	Форма колебаний	$\Phi_1(s)$
		$\sin\left(\pi \cdot \frac{s}{l}\right)$
		$\frac{1}{2} \left[1 - \left(2\pi \cdot \frac{s}{l} \right) \right]$

F.4 Эквивалентная масса

(1) Эквивалентная масса на единицу длины m_e для основной формы колебаний указана в формуле (F.14).

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) \cdot \Phi_1^2(s) ds}{\int_0^l \Phi_1^2(s) ds}, \quad (F.14)$$

где m – масса на единицу длины;
 l – высота или длина пролета конструкции или конструктивного элемента;
 $i = 1$ – номер модальной формы.

(2) Для консольных конструкций с неравномерным распределением массы эквивалентная масса m_e может быть приближенно определена через среднее значение m , распределенное в верхней трети h_3 сооружения (см. рисунок F.1).

(3) Для элементов конструкции с длиной пролета l с шарнирным опиранием по обоим концам и с неравномерным распределением массы на единицу длины эквивалентная масса m_e может быть определена с применением среднего значения распределенной массы, рассчитанного на длине $l/3$ для максимального значения $\Phi(s)$ (см. таблицу F.1).

F.5 Логарифмический декремент демпфирования

(1) Логарифмический декремент затухания δ для основной формы изгибных колебаний может определяться по формуле

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d, \quad (F.15)$$

где δ_s – логарифмический декремент конструкционного затухания;

δ_a – логарифмический декремент аэродинамического затухания;

δ_d – логарифмический декремент затухания вследствие специальных мероприятий (амортизатор колебаний, жидкостной амортизатор).

(2) Приближенные значения логарифмического декремента конструкционного затухания δ_s указаны в таблице F.2.

(3) Логарифмический декремент аэродинамического затухания δ_a для колебаний в направлении действия ветра может оцениваться по формуле

$$\delta_a = \frac{c_f \rho v_m(z_s)}{2n_1 \mu_e}, \quad (F.16)$$

где c_f – коэффициент усилия в направлении действия ветра, как указано в разделе 7;

μ_e – эквивалентная масса на единицу поверхности конструкции, которая для прямоугольной поверхности может рассчитываться по формуле

$$\mu_e = \frac{\int_0^a \int_0^b \mu(e, z) \cdot \Phi_1^2(y, z) dy dz}{\int_0^a \int_0^b \Phi_1^2(y, z) dy dz}, \quad (F.17)$$

здесь $\mu(e, z)$ – масса на единицу площади конструкции;

$\Phi(y, z)$ – модальная форма.

Масса на единицу площади конструкции в точке максимальной амплитуды модальной формы является для обычных случаев хорошим приближением для μ_e .

(4) В большинстве случаев модальные отклонения $\Phi(y, z)$ постоянны для каждой точки по высоте и вместо формулы (F.16) для логарифмического декремента аэродинамического затухания δ_a может использоваться формула

$$\delta_a = \frac{c_f \rho b v_m(z_s)}{2n_1 m_e}. \quad (F.18)$$

(5) Если на сооружении принимаются специальные мероприятия по демпфированию колебаний, то δ_d определяют на основании соответствующего теоретического или экспериментального метода.

Таблица F.2 – Приближенные значения логарифмического конструкционного декремента затухания δ_s для основной формы колебаний конструкций

Тип сооружения		Значения δ_s
Здания с железобетонным каркасом		0,10
Здания со стальным каркасом		0,05
Здания со смешанным каркасом (сталь и бетон)		0,08
Мачты и дымовые трубы из железобетона		0,03
Сварные стальные дымовые трубы без наружной теплоизоляции		0,012
Сварные стальные дымовые трубы с наружной теплоизоляцией		0,020
Стальные дымовые трубы с обсадной трубой и наружной теплоизоляцией ^{a)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b \leq 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,014
Стальные дымовые трубы с двумя и более обсадными трубами и наружной теплоизоляцией ^{a)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b \leq 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,025
Стальные дымовые трубы с внутренней кирпичной облицовкой		0,070
Стальные дымовые трубы с внутренней облицовкой из торкретбетона		0,030
Связанные стальные дымовые трубы без обсадной трубы		0,015
Расчаленные стальные дымовые трубы без обсадной трубы		0,04
Стальные мосты и мачты решетчатой конструкции	Сварные	0,02
	Высокопрочные болты	0,03
	Обыкновенные болты	0,05
Сталежелезобетонные мосты		0,04
Железобетонные мосты	Предварительно напряженные без трещин	0,04
	С трещинами	0,10
Деревянные мосты		0,06–0,12
Мосты из алюминиевых сплавов		0,02
Мосты, усиленные стекло- или пластиковым волокном		0,04–0,08
Тросы	Параллельные связки проволоки	0,006
	Проволока, расположенная в виде спирали	0,020
<i>Примечание</i> – Значения для деревянных и пластмассовых составных конструкций являются только указаниями; если аэродинамические воздействия важны для расчета, то более точные формы колебаний определяют с применением специальных исследований.		
^{a)} Для промежуточных значений h/b допускается линейная интерполяция.		

Библиография

- [1] ISO 2394 General principles on reliability for structures
(Общие принципы проверки надежности строительных конструкций)
- [2] ISO 3898 Bases for design of structures – Names and symbols of physical quantities and generic quantities
(Основы расчета строительных конструкций. Обозначения физических величин и общие условные обозначения)
- [3] ISO 8930 General principles on reliability for structures – List of equivalent terms
(Общие принципы проверки надежности строительных конструкций. Перечень эквивалентных терминов)
- [4] EN 12811-1 Temporary works equipment – Part 1: Scaffolds – Performance requirements and general design
(Временные конструкции для строительных сооружений. Часть 1. Леса строительные. Требования)
- [5] ISO 12494 Atmospheric icing of structures
(Обледенение строительных конструкций в результате атмосферных воздействий)

Приложение ДА

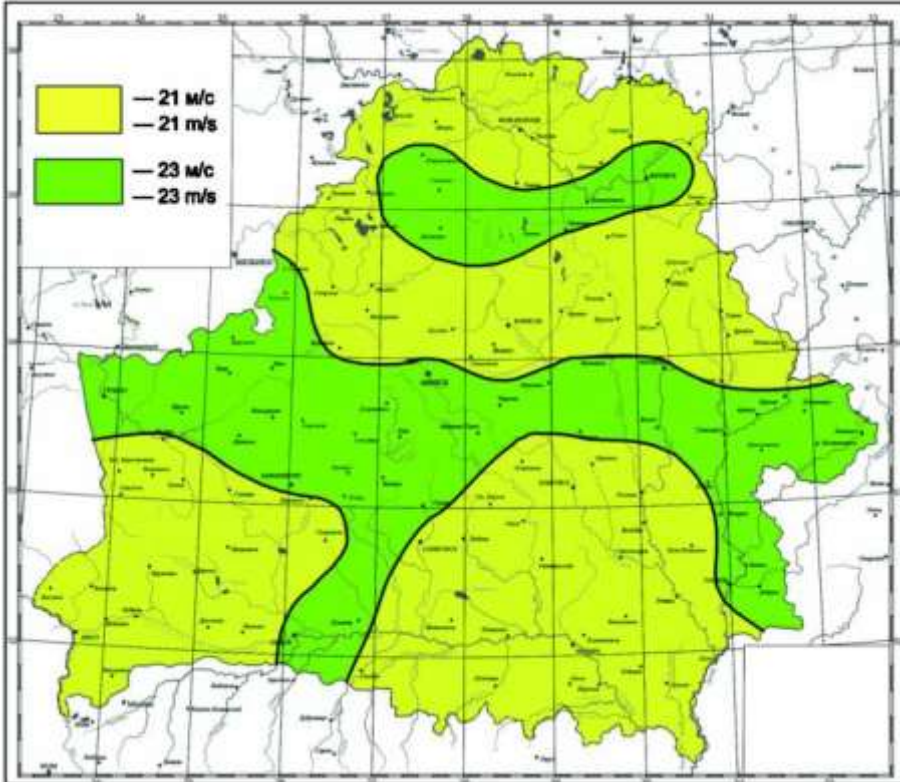
Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного регионального стандарта	Обозначение и наименование соответствующего технического нормативного правового акта
EN 1990	СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций (EN 1990:2002)
EN 1991-1-3	СН 2.01.04-2019 Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки (EN 1991-1-3:2003+АС:2009)
EN 1991-1-6	ТКП EN 1991-1-6-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Особые воздействия. Воздействия при производстве строительных работ (EN 1991-1-6:2005+АС:2013)
EN 1991-2	ТКП EN 1991-2-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты (EN 1991-2:2003+АС:2010)
EN 1993-3-1	ТКП EN 1993-3-1-2009 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 3-1. Башни, мачты и дымовые трубы. Башни и мачты (EN 1993-3-1:2006)

Национальные требования и национально установленные параметры

Таблица НП.1 – Национальные требования и национальные параметры, которыми необходимо пользоваться при учете ветровых воздействий на здания и сооружения на территории Республики Беларусь

Элемент настоящих строительных норм	Параметры, устанавливаемые на национальном уровне
1.5(2)	Дополнительные данные по аэродинамическим испытаниям в настоящем разделе не приводятся
4.1(1)	Дополнительные данные для определения средней скорости ветра v_m и пикового значения скоростного напора q_p в настоящем разделе не приводятся
4.2(1)Р, примечание 2	Основные значения базовой скорости ветра $v_{b,0}$ для территории Республики Беларусь приведены на рисунке НП.1  Рисунок НП.1 – Карта ветровых районов и соответствующие им основные значения базовой скорости ветра $v_{b,0}$ м/с
4.2(2)Р, примечание 1	Метод учета влияния высоты над уровнем моря на базовую скорость ветра v_b в настоящем разделе не приводится

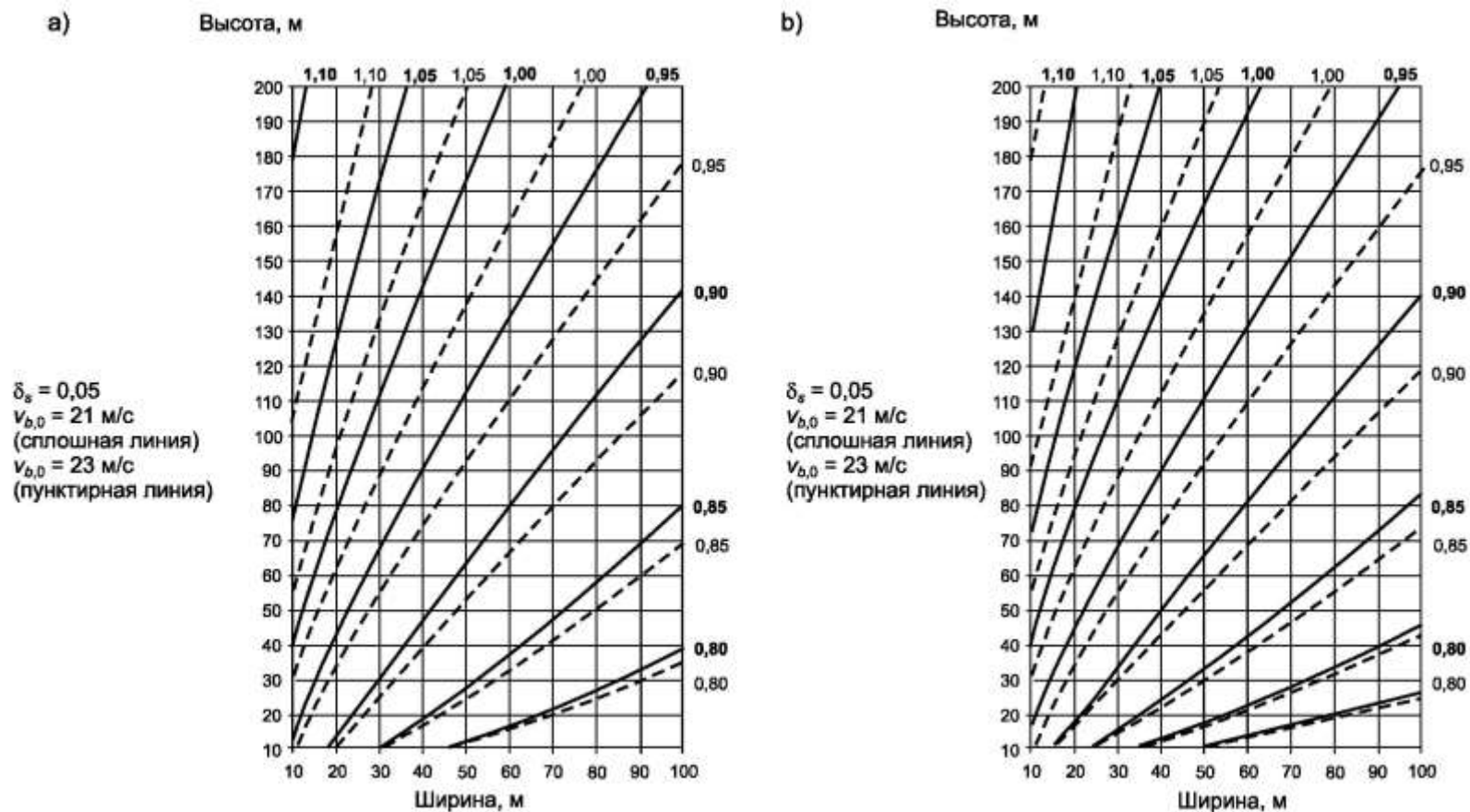
4.2(2)Р, примечание 2	Значения коэффициента, учитывающего направление ветра c_{dir} для климатических условий Республики Беларусь, приведены в таблице НП.1.1.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	<table><tr><th colspan="13">Таблица НП.1.1 – Значения коэффициента, учитывающего направление ветра c_{dir}</th></tr><tr><th>Сектор</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr><tr><th>Направление, град</th><td>346–15</td><td>16–45</td><td>46–75</td><td>76–105</td><td>106–135</td><td>136–165</td><td>166–195</td><td>196–225</td><td>226–255</td><td>256–285</td><td>286–315</td><td>316–345</td></tr><tr><th>c_{dir}^i</th><td>0,80</td><td>0,71</td><td>0,78</td><td>0,78</td><td>0,79</td><td>0,84</td><td>0,76</td><td>0,77</td><td>0,95</td><td>1,00</td><td>0,94</td><td>0,96</td></tr></table>	Таблица НП.1.1 – Значения коэффициента, учитывающего направление ветра c_{dir}													Сектор	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Направление, град	346–15	16–45	46–75	76–105	106–135	136–165	166–195	196–225	226–255	256–285	286–315	316–345	c_{dir}^i	0,80	0,71	0,78	0,78	0,79	0,84	0,76	0,77	0,95	1,00	0,94	0,96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Таблица НП.1.1 – Значения коэффициента, учитывающего направление ветра c_{dir}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Сектор	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Направление, град	346–15	16–45	46–75	76–105	106–135	136–165	166–195	196–225	226–255	256–285	286–315	316–345																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
c_{dir}^i	0,80	0,71	0,78	0,78	0,79	0,84	0,76	0,77	0,95	1,00	0,94	0,96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
4.2(2)Р, примечание 3	Значения сезонного коэффициента c_{season} для климатических условий Республики Беларусь приведены в таблице НП.1.2.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	<table><tr><th colspan="20">Таблица НП.1.2 – Значения сезонного коэффициента c_{season}</th></tr><tr><th rowspan="2">Месяц года</th><th colspan="19">Период</th></tr><tr><th>1 мес.</th><th>2 мес.</th><th colspan="3">3 мес.</th><th colspan="3">4 мес.</th><th colspan="3">5 мес.</th><th colspan="6">6 мес.</th></tr><tr><td>Январь</td><td>0,98</td><td>0,97</td><td></td><td>0,98</td><td></td><td></td><td>0,97</td><td></td><td></td><td></td><td>0,97</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,96</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Февраль</td><td>0,89</td><td></td><td>0,95</td><td></td><td>0,96</td><td></td><td></td><td>0,94</td><td></td><td></td><td></td><td>0,94</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,93</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Март</td><td>0,93</td><td>0,96</td><td></td><td></td><td></td><td>0,94</td><td></td><td></td><td>0,92</td><td></td><td></td><td></td><td>0,92</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,91</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Апрель</td><td>0,92</td><td></td><td>0,90</td><td>0,88</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,87</td><td></td><td></td><td></td><td>0,87</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,87</td><td></td></tr><tr><td>Май</td><td>0,78</td><td>0,81</td><td></td><td></td><td>0,81</td><td></td><td>0,80</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,82</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,86</td></tr><tr><td>Июнь</td><td>0,78</td><td></td><td>0,81</td><td></td><td></td><td>0,80</td><td></td><td>0,81</td><td></td><td></td><td>0,87</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,94</td></tr><tr><td>Июль</td><td>0,79</td><td>0,78</td><td></td><td>0,81</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,86</td><td></td><td></td><td>0,95</td><td></td><td></td><td></td><td>0,96</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Август</td><td>0,74</td><td></td><td>0,78</td><td></td><td>0,88</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,94</td><td></td><td></td><td>0,97</td><td></td><td></td><td></td><td>0,99</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Сентябрь</td><td>0,79</td><td>0,88</td><td></td><td></td><td></td><td>0,97</td><td>0,97</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,00</td><td></td><td></td><td></td><td>0,99</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Октябрь</td><td>0,91</td><td></td><td>1,00</td><td>0,99</td><td></td><td></td><td></td><td>1,00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,00</td><td></td><td></td><td></td><td>1,00</td><td></td></tr><tr><td>Ноябрь</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td></td><td>1,00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,99</td><td></td><td>1,00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1,00</td><td></td></tr><tr><td>Декабрь</td><td>0,93</td><td></td><td>0,98</td><td></td><td>0,96</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,97</td><td></td><td>0,98</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,97</td></tr><tr><td>Январь</td><td>0,98</td><td>0,97</td><td></td><td>0,98</td><td></td><td>0,97</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,97</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Февраль</td><td>0,89</td><td></td><td>0,95</td><td></td><td>0,96</td><td></td><td>0,94</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Март</td><td>0,93</td><td>0,96</td><td></td><td></td><td>0,94</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Апрель</td><td>0,92</td><td></td><td>0,90</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Май</td><td>0,78</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Таблица НП.1.2 – Значения сезонного коэффициента c_{season}																				Месяц года	Период																			1 мес.	2 мес.	3 мес.			4 мес.			5 мес.			6 мес.						Январь	0,98	0,97		0,98			0,97				0,97					0,96					Февраль	0,89		0,95		0,96			0,94				0,94					0,93				Март	0,93	0,96				0,94			0,92				0,92					0,91			Апрель	0,92		0,90	0,88						0,87				0,87					0,87		Май	0,78	0,81			0,81		0,80								0,82					0,86	Июнь	0,78		0,81			0,80		0,81			0,87									0,94	Июль	0,79	0,78		0,81					0,86			0,95				0,96					Август	0,74		0,78		0,88					0,94			0,97				0,99				Сентябрь	0,79	0,88				0,97	0,97							1,00				0,99			Октябрь	0,91		1,00	0,99				1,00							1,00				1,00		Ноябрь	1,00	1,00		1,00					0,99		1,00								1,00		Декабрь	0,93		0,98		0,96					0,97		0,98								0,97	Январь	0,98	0,97		0,98		0,97						0,97									Февраль	0,89		0,95		0,96		0,94														Март	0,93	0,96			0,94																Апрель	0,92		0,90																		Май	0,78																		
Таблица НП.1.2 – Значения сезонного коэффициента c_{season}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Месяц года	Период																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	1 мес.	2 мес.	3 мес.			4 мес.			5 мес.			6 мес.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Январь	0,98	0,97		0,98			0,97				0,97					0,96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Февраль	0,89		0,95		0,96			0,94				0,94					0,93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Март	0,93	0,96				0,94			0,92				0,92					0,91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Апрель	0,92		0,90	0,88						0,87				0,87					0,87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Май	0,78	0,81			0,81		0,80								0,82					0,86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Июнь	0,78		0,81			0,80		0,81			0,87									0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Июль	0,79	0,78		0,81					0,86			0,95				0,96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Август	0,74		0,78		0,88					0,94			0,97				0,99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Сентябрь	0,79	0,88				0,97	0,97							1,00				0,99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Октябрь	0,91		1,00	0,99				1,00							1,00				1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Ноябрь	1,00	1,00		1,00					0,99		1,00								1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Декабрь	0,93		0,98		0,96					0,97		0,98								0,97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Январь	0,98	0,97		0,98		0,97						0,97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Февраль	0,89		0,95		0,96		0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Март	0,93	0,96			0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Апрель	0,92		0,90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Май	0,78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.2(2)Р, примечание 5	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения коэффициента формы $K = 0,2$ и экспоненты $n = 0,5$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.3.1(1), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение коэффициента орографии $c_o = 1,0$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.3.1(1), примечание 2	Графики или таблицы для определения средней скорости ветра $v_m(z)$ в настоящем разделе не приводятся																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.3.2(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать метод определения $c_r(z)$, изложенный в настоящем пункте, принимая логарифмический закон изменения профиля скорости по высоте																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.3.2(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать угловой диапазон в форме углового сектора 30° , т. е. $\pm 15^\circ$ относительно рассматриваемого направления ветра. Для уточнения величин расстояний с наветренной стороны – см. приложение А (А.2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4.3.3(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать метод, указанный в приложении А (А.3). В случае невыполнения условий, приведенных на рисунках А.1–А.3 (приложение А), значение орографического коэффициента принимается 1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

4.3.4(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать метод учета влияния более высоких соседних зданий, указанный в приложении А (А.4) настоящих строительных норм
4.3.5(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать метод учета влияния соседних зданий или преград, указанный в приложении А (А.5)
4.4(1), примечание 2	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение коэффициента турбулентности $k_i = 1,0$
4.5(1), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать правила определения пикового значения скоростного напора $q_p(z)$, изложенные в настоящем пункте
4.5(1), примечание 2	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение плотности воздуха $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$
5.3(5)	Отсутствие корреляции давления ветра с наветренной и подветренной сторон следует учитывать только для стен
6.1(1)	Разделение конструкционного коэффициента на масштабный c_s и динамический c_d коэффициенты не выполняется
6.3.1(1), примечание 3	В расчетах следует использовать метод определения значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$, приведенный в приложении С
6.3.2(1)	В расчетах следует использовать метод определения перемещения и стандартного отклонения ускорения в направлении действия ветра, приведенный в приложениях В и С настоящих строительных норм
7.1.2(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует учитывать действующие асимметричные нагрузки на восприимчивые к ним конструкции согласно методу, изложенному в настоящем пункте
7.1.3(1)	Методы по дополнительному учету изменения габаритных размеров конструктивных элементов и, как следствие, изменения их базовой площади или контура, вызванные льдом или снегом, в настоящем разделе не приводятся
7.2.1(1), примечание 2	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения коэффициента внешнего давления в соответствии с графиком, приведенным на рисунке 7.2
7.2.2(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать правила распределения скоростного напора на подветренные стороны стен параллельно направлению действия ветра, изложенные в настоящем пункте
7.2.2(2), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения коэффициентов внешнего давления для вертикальных стен прямоугольных в плане зданий, приведенных в таблице 7.5
7.2.3(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. Разделение плоских крыш на зоны следует принимать по рисунку 7.6
7.2.3(4)	Положения данного пункта применяются без изменений. Значения коэффициентов давления для каждой зоны следует принимать по таблице 7.2 настоящих строительных норм
7.2.4(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. Крыши, включая выступающие элементы, следует разделять на зоны по рисунку 7.7
7.2.4(3)	Положения данного пункта применяются без изменений. Значения коэффициентов давления для каждой зоны следует принимать по таблицам 7.3а и 7.3б
7.2.5(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. Крыши, включая выступающие элементы, следует разделять на зоны по рисунку 7.8
7.2.5(3)	Положения данного пункта применяются без изменений. Значения коэффициентов давления для каждой зоны следует принимать по таблицам 7.4а и 7.4б
7.2.6(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. Крыши, включая выступающие элементы, следует разделять на зоны по рисунку 7.9
7.2.6(3)	Положения данного пункта применяются без изменений. Значения коэффициентов давления для каждой зоны следует принимать по таблице 7.5
7.2.7(4)	Положения данного пункта применяются без изменений
7.2.8(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения коэффициентов внешнего давления для сводчатых покрытий прямоугольных в плане зданий, приведенные на рисунках 7.11 и 7.12
7.2.9(2)	Дополнительные данные о зависимости коэффициента внутреннего давления от величины и расположения проемов в наружном ограждении здания и общей негерметичности в настоящем разделе не приводятся

7.2.10(3), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует определять ветровое воздействие на оболочку с максимальной жесткостью как разность внутреннего и внешнего давления
7.2.10(3), примечание 2	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует определять воздействие ветра на наружные стены и покрытия в случае непроницаемости промежуточных слоев ограждения и расстояния в свету между оболочками менее 100 мм согласно правилам, изложенным в настоящем пункте
7.3(6)	Положения данного пункта применяются без изменений. Местоположение точки приложения результирующего ветрового давления для отдельно стоящих односкатных навесов следует принимать по рисунку 7.16
7.4.1(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения коэффициентов внешнего давления для отдельно стоящих стен и парапетов, приведенных в таблице 7.9
7.4.3(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать величину эксцентриситета приложения равнодействующей нагрузки $e = \pm 0,25b$
7.6(1) примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения понижающего коэффициента ψ_r для конструкций квадратного поперечного сечения со скругленными углами, приведенные на рисунке 7.24
7.7(1), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение коэффициента трения $c_{f,0} = 2,0$ для конструкций с открытым поперечным сечением любой гибкости
7.8(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение коэффициента трения для конструкций с поперечным сечением в виде правильного многоугольника, приведенного в таблице 7.11
7.9.2(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. Значения эквивалентной шероховатости k следует принимать по таблице 7.13
Таблица 7.14	Положения данного пункта применяются без изменений
7.10(1), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение коэффициента трения для сфер, приведенных на рисунке 7.30
7.11(1), примечание 2	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения понижающих коэффициентов для лесов, приведенные в EN 12811
7.13(1)	Значения, учитывающие влияние турбулентности, в настоящем разделе не приводятся
7.13(2)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения предельной гибкости λ , приведенные в таблице 7.16
8.1(1), примечание 1	Ветровые воздействия для других типов мостов (арочных, вантовых, крытых, подвижных и мостов с несколькими арочными пролетными конструкциями) в настоящем разделе не приводятся
8.1(1), примечание 2	Угол уклона направления действия набегающего потока по отношению к пролетной конструкции и в горизонтальной плоскости в настоящем разделе не приводится
8.1(4)	Значение $v'_{b,0}$ в настоящем разделе не приводится
8.1(5)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение $v'_{b,0} = 25$ м/с
8.2(1), примечание 1	Методы расчета динамических реакций конструкции моста или критерии достаточности применения квазистатических подходов определения нагрузок в настоящем разделе не приводятся
8.3(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать коэффициенты усилия для парапетов и ограждений мостов в соответствии с 7.4
8.3.1(2)	Методы определения F_w , противоречащие 8.3.3 настоящих строительных норм, в настоящем разделе не приводятся
8.3.2(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения C , приведенные в таблице 8.2
8.3.3(1), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значения $c_{f,z} = \pm 0,9$ или принимать $c_{f,z}$ по рисунку 8.6
8.3.4(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать величины в направлении y для мостов со сплошными стенами 25 %-ной силы ветра в направлении x , для мостов решетчатой конструкции – 50 %-ной силы ветра в направлении x

8.4.2(1)	Упрощенные методы расчета ветровых воздействий на опоры моста в настоящем разделе не приводятся Методы учета внецентренных нагрузок в настоящем разделе не приводятся
A.2(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать два метода перехода между различными типами местности, приведенные в приложении А (А.2)
E.1.3.3(1)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение плотности воздуха $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$
E.1.5.1 (1), примечание 1	В расчетах следует использовать метод расчета амплитуды поперечных колебаний, указанный в приложении Е (Е.1.5.2)
E.1.5.1(1), примечание 2	Для всей территории Республики Беларусь следует использовать метод расчета амплитуды поперечных колебаний, указанный в приложении Е (Е.1.5.2)
E.1.5.1(3)	Выделение регионов, в которых вероятны низкие температуры и стратифицированное течение, а также определение для них входных параметров в настоящем разделе не приводятся
E.1.5.2.6(1), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать минимальное количество циклов загрузки $N \geq 10^4$
E.1.5.3(2), примечание 1	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение плотности воздуха $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$
E.1.5.3(4)	Дополнительные данные о влиянии турбулентности на значение постоянной $K_{a,\max}$ в настоящем разделе не приводятся
E.1.5.3(6)	Положения данного пункта применяются без изменений. В расчетах следует использовать значение пикового коэффициента k_p , определенное по формуле (Е.17) (приложение Е) настоящих строительных норм
E.3(2)	Дополнительные данные о значении комбинированного коэффициента стабильности a_{IG} в настоящем разделе не приводятся
Приложение D	Значение конструкционного коэффициента c_{dc} следует принимать по графикам, приведенным на рисунках НП.2–НП.3 для криволинейной зависимости, соответствующей ближайшему большему значению коэффициента

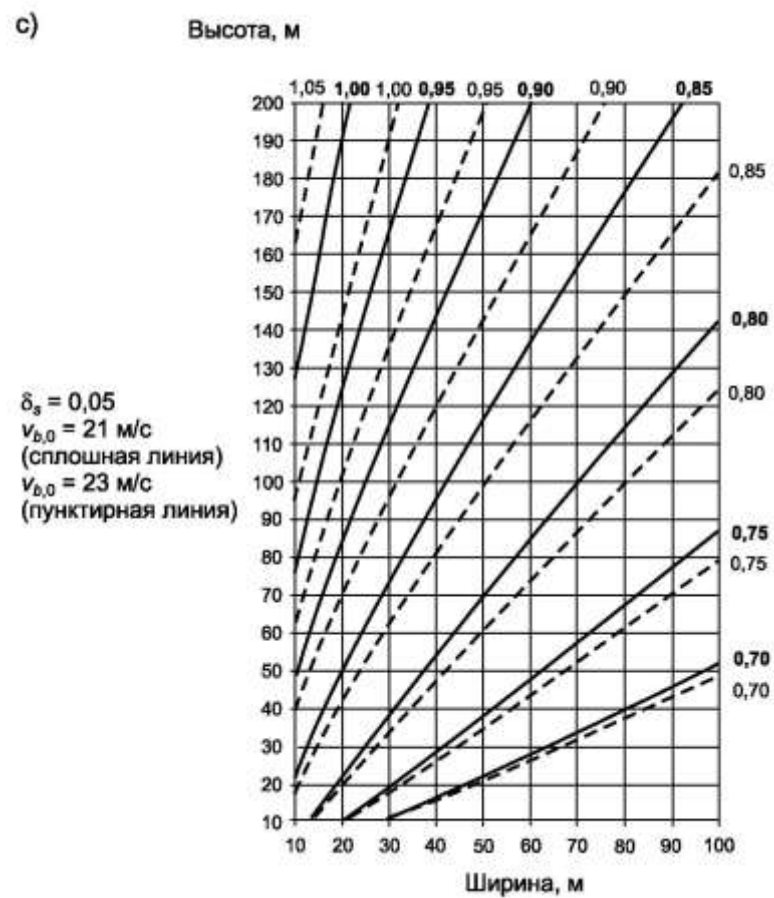
Приложение D



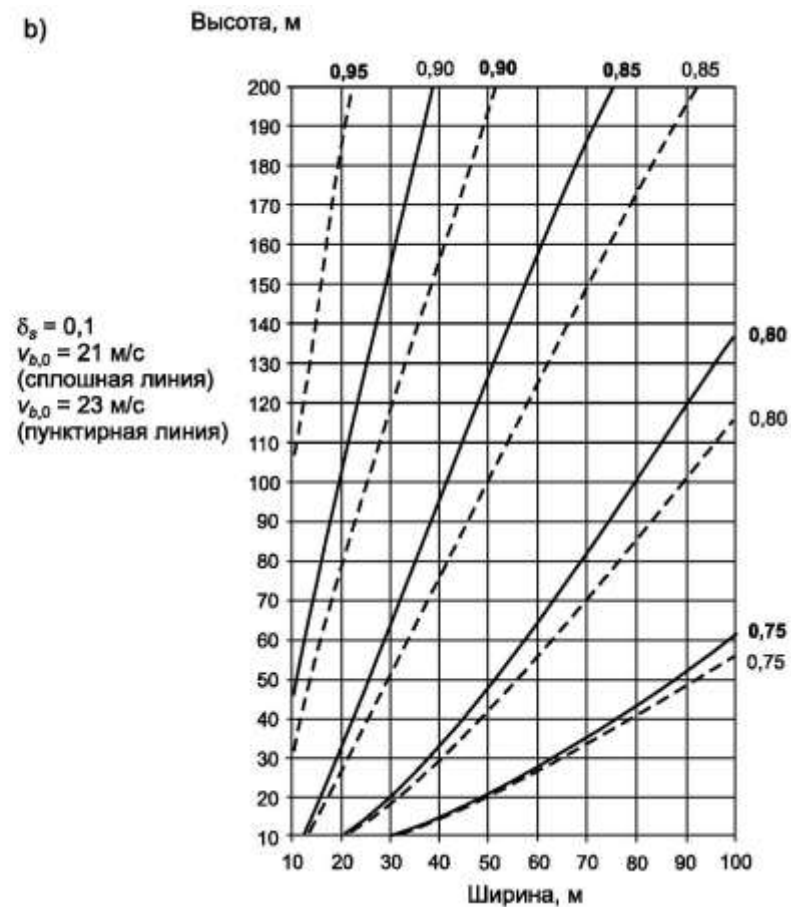
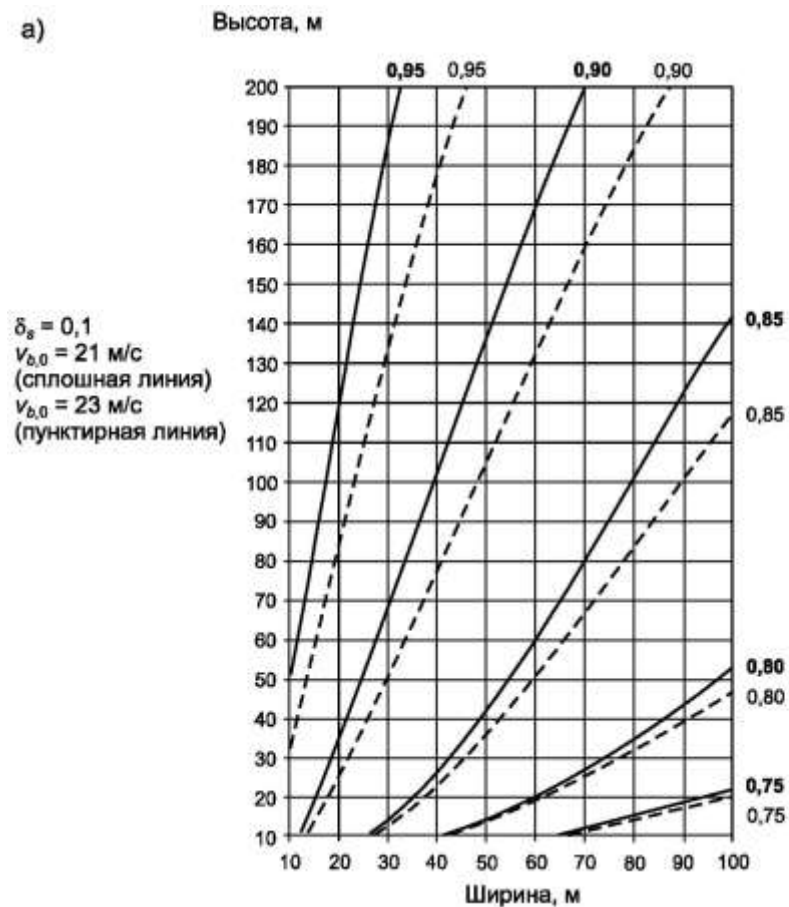
а – II тип местности; б – III тип местности; с – IV тип местности

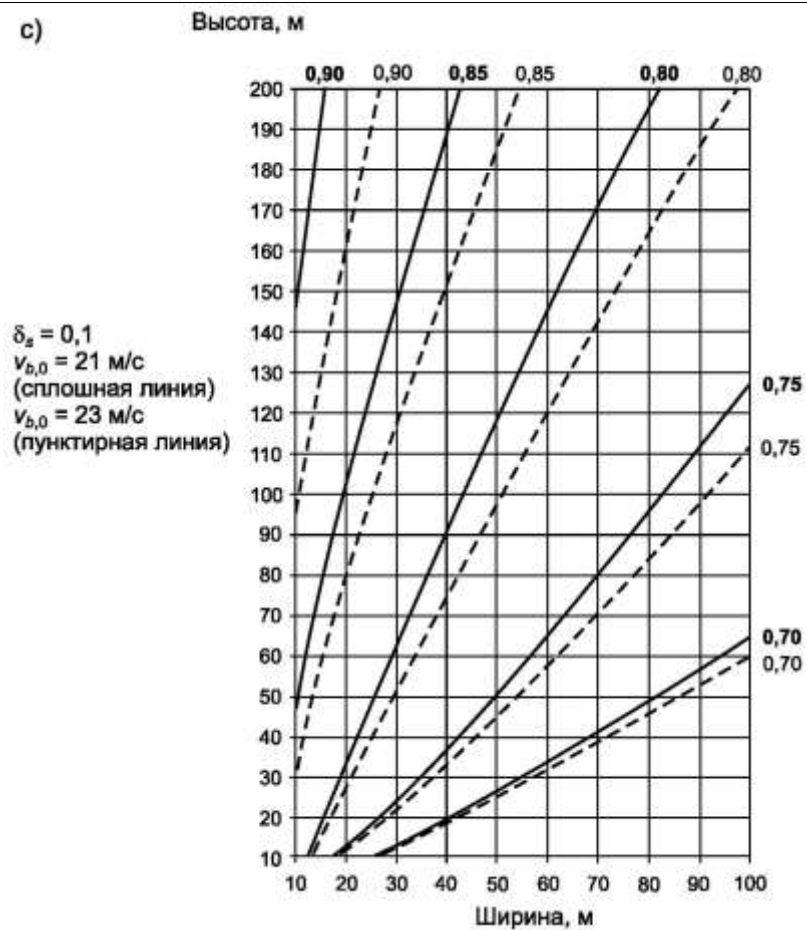
Рисунок НП.2 – Значения коэффициента $c_d c_s$ для зданий со стальным каркасом

Приложение D



Приложение D





а – II тип местности; б – III тип местности; с – IV тип местности
 Рисунок НП.3 – Значения коэффициента $c_{\alpha c_s}$ для зданий с железобетонным каркасом

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 2.01.06-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
Температурные воздействия**

**УЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ УЗДЗЕЯННІ
Тэмпературныя ўздзеянні**

(на основе EN 1991-1-5:2003+AC:2009)

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.07.045.5(083.74)

Ключевые слова: несущие конструкции, температурные воздействия, характеристические значения, температурные перепады, значения составляющих температуры, карты изотерм

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Автор – д-р техн. наук, проф. В. В. Тур

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

3 Настоящие строительные нормы разработаны на основе EN 1991-1-5:2003+AC:2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-5. Общие воздействия. Температурные воздействия (Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-5: General actions – Thermal actions).

При применении настоящих строительных норм рекомендуется использовать вместо ссылочных региональных стандартов соответствующие им технические нормативные правовые акты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП EN 1991-1-5-2009 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

Введение

1 Общие положения

- 1.1 Область применения
- 1.2 Нормативные ссылки
- 1.3 Условия применения
- 1.4 Различие между принципами и правилами применения
- 1.5 Термины и определения
- 1.6 Условные и буквенные обозначения

2 Классификация воздействий

3 Расчетные ситуации

4 Описание воздействий

5 Температурные изменения в зданиях

- 5.1 Общие положения
- 5.2 Определение температуры
- 5.3 Определение температурных профилей

6 Температурные изменения в мостах

6.1 Пролетное строение моста

- 6.1.1 Типы пролетных строений моста
- 6.1.2 Анализ температурных воздействий
- 6.1.3 Составляющая равномерно распределенной температуры
- 6.1.4 Составляющие температурного перепада
- 6.1.5 Одновременный учет составляющих равномерно распределенной температуры и температурного перепада
- 6.1.6 Перепады в конструктивных элементах с различными составляющими равномерно распределенной температуры

6.2 Промежуточные опоры моста

- 6.2.1 Учет температурных воздействий
- 6.2.2 Температурные перепады

7 Температурные изменения в промышленных дымовых трубах, трубопроводах, силосных башнях, резервуарах и градирнях

- 7.1 Общие положения
- 7.2 Составляющие температуры
 - 7.2.1 Температура наружного воздуха
 - 7.2.2 Протекающие газы, горячие жидкости и горячие материалы
 - 7.2.3 Температура конструктивного элемента
- 7.3 Учет составляющих температуры
- 7.4 Определение составляющих температуры
- 7.5 Значения составляющих температуры (ориентировочные значения)
- 7.6 Одновременный учет составляющих температуры

Приложение А Изотермы национальных минимальных и максимальных температур наружного воздуха

Приложение В Температурные перепады для различной толщины мостового полотна

Приложение С Коэффициенты линейного температурного расширения

Приложение D Распределение температуры (температурные профили) в зданиях и сооружениях

Библиография

Приложение ДА Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Национальные требования и национально установленные параметры

Введение

Настоящие строительные нормы включают текст Еврокода, национальное предисловие, а также национальные требования и национально установленные параметры.

Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Национальные требования и национально установленные параметры включают:

- числовые значения и/или классы, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;
- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;
- специфические данные (географические, климатические и т. д.), которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;
- расчетные методики – в случаях, когда Еврокодами допускается применение альтернативных методик.

Национальные требования и национально установленные параметры

Настоящие строительные нормы, разработанные на основе EN 1991-1-5, содержат национальные требования и национально установленные параметры в следующих пунктах:

- 5.3(2) (таблицы 5.1, 5.2 и 5.3);
- 6.1.1(1);
- 6.1.2(2);
- 6.1.3.1(4);
- 6.1.3.2(1)P;
- 6.1.3.3(3);
- 6.1.4(3);
- 6.1.4.1(1);
- 6.1.4.2(1);
- 6.1.4.3(1);
- 6.1.4.4(1);
- 6.1.5(1);
- 6.1.6(1);
- 6.2.1(1)P;
- 6.2.2(1);
- 6.2.2(2);
- 7.2.1(1)P;
- 7.5(3);
- 7.5(4);
- A.1(1);
- A.1(3);
- A.2(2);
- B(1) (таблицы B.1, B.2 и B.3).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ. ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Температурные воздействия

ЎЗДЗЕЯННІ НА КАНСТРУКЦЫІ. АГУЛЬНЫЯ ЎЗДЗЕЯННІ

Тэмпературныя ўздзеянні

Actions on structures
General actions. Thermal actions

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) В настоящих строительных нормах содержатся принципы и положения по расчету температурных воздействий на здания, мосты и другие конструкции, включая их отдельные элементы. В них также указаны положения по обшивке фасадов и других элементов зданий.

(2) Настоящие строительные нормы устанавливают температурные воздействия на элементы конструкций и их характеристические значения, которые могут применяться для определения расчетных параметров конструкций, подвергаемых суточным и годовым колебаниям температуры. Температурные воздействия не учитывают, если конструкция не подвергается температурным воздействиям, обусловленным климатическими условиями.

(3) Конструкции, в которых температурные воздействия обусловлены, главным образом, их назначением (например, градирни, элеваторы, резервуары, складское оборудование, обогревательные камеры и холодильники), рассматриваются в разделе 7. На дымовые трубы распространяются требования EN 13084-1.

1.2 Нормативные ссылки

Для применения настоящих строительных норм необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 1990:2002 Еврокод. Основы проектирования конструкций

EN 1991-1-6 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ

EN 13084-1 Промышленные дымовые трубы. Часть 1. Общие требования

ISO 2394 Общие принципы надежности конструкций

ISO 3898 Основы проектирования конструкций. Условные обозначения. Общие символы

ISO 8930 Общие принципы надежности конструкций. Перечень эквивалентных терминов.

1.3 Условия применения

(1) [C1] Основные условия, установленные в EN 1990, также распространяются на настоящие строительные нормы.

1.4 Различие между принципами и правилами применения

(1)Р Принципы и правила применения, содержащиеся в EN 1990:2002 (1.4), также распространяются на настоящие строительные нормы.

1.5 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в EN 1990, ISO 2394, ISO 3898 и ISO 8930, а также следующие термины с соответствующими определениями:

1.5.1 температурные воздействия (thermal actions): Воздействия на конструктивный элемент, которые появляются вследствие изменений температурных полей в течение определенного периода времени.

1.5.2 температура наружного воздуха (shade air temperature): Температура, измеряемая термометром, помещенным в деревянную будку белого цвета с жалюзи для свободного доступа воздуха к приборам, известную как «Stevenson screen».

1.5.3 максимальная температура наружного воздуха $T_{\max}$ (maximum shade air temperature): Значение максимальной температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости – 50 лет).

1.5.4 минимальная температура наружного воздуха $T_{\min}$ (minimum shade air temperature): Значение минимальной температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости – 50 лет).

1.5.5 начальная температура T_0 (initial temperature): Температура, соответствующая замыканию конструкции или ее части в законченную систему.

1.5.6 наружные ограждающие конструкции (cladding): Элемент здания, образующий устойчивую к климатическим воздействиям оболочку. В общем случае, наружные ограждающие конструкции воспринимают только собственный вес и/или воздействия ветра.

1.5.7 составляющая равномерно распределенной температуры (uniform temperature component): Температура, равномерно распределенная по всему сечению, которая вызывает удлинение или укорочение конструктивного элемента или самой конструкции (для мостов, как правило, применяют термин «эффективная температура», но в настоящих строительных нормах применяют термин «равномерно распределенная»).

1.5.8 составляющая температурного перепада (temperature difference component): Часть распределенной в конструктивном элементе температуры, которая представляет разность температур между внешней стороной элемента конструкции и любой точкой, расположенной внутри элемента.

1.6 Условные и буквенные обозначения

(1) В настоящих строительных нормах применяют обозначения, приведенные ниже.

Примечание – Применяемые условные и буквенные обозначения установлены в соответствии с ISO 3898.

(2) Перечень основных обозначений приведен в EN 1990. В настоящих строительных нормах применяют следующие условные и буквенные обозначения.

Прописные буквы латинского алфавита

R – термическое сопротивление конструктивного элемента;

R_{in} – термическое сопротивление на внутренней поверхности;

R_{out} – термическое сопротивление на внешней поверхности;

$T_{\max}$ – максимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C (соответствует периоду повторяемости – 50 лет);

$T_{\min}$ – минимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $0,02$ °C (соответствует периоду повторяемости – 50 лет);

$T_{\max,p}$ – максимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения p (соответствует усредненному периоду повторяемости – $1/p$);

$T_{\min,p}$ – минимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения p (соответствует усредненному периоду повторяемости – $1/p$);

$T_{e,\max}$ – максимальная составляющая равномерно распределенной температуры для мостов;

$T_{e,\min}$ – минимальная составляющая равномерно распределенной температуры для мостов;

T_0 – начальная температура конструктивного элемента, находящегося в условиях ограничения перемещений;

T_{in} – температура внутреннего воздуха;

T_{out} – температура наружного воздуха;

$\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3, \Delta T_4$ – значения температурного перепада при нагреве (охлаждении);

ΔT_u – составляющая равномерно распределенной температуры;

$\Delta T_{N,exp}$ – максимальное положительное изменение составляющей равномерно распределенной температуры для мостов ($T_{e,\max} \geq T_0$);

$\Delta T_{N,con}$ – максимальное отрицательное изменение составляющей равномерно распределенной температуры для мостов ($T_0 \geq T_{e,\min}$);

ΔT_N – общий диапазон колебаний составляющей равномерно распределенной температуры для мостов;

ΔT_M – составляющая линейного температурного перепада;

$\Delta T_{M,heat}$ – составляющая линейного температурного перепада (нагрев);

$\Delta T_{M,cool}$ – составляющая линейного температурного перепада (охлаждение);

ΔT_E – составляющая нелинейного температурного перепада;

ΔT – сумма составляющих линейного и нелинейного температурных перепадов;

ΔT_P – разность температуры между различными элементами конструкции, определяемая разностью средних значений температуры этих элементов.

Строчные буквы латинского алфавита

h – высота сечения;

k_1, k_2, k_3, k_4 – коэффициенты для расчета максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения p , отличающейся от $0,02$ °C;

k_{sur} – коэффициент, учитывающий толщину мостового полотна при определении составляющей линейного температурного перепада;

p – годовая вероятность превышения максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха (соответствует среднему периоду повторяемости $1/p$ лет);

u, c – параметры вида и функции распределения годовых максимумов (минимумов) температуры наружного воздуха.

Прописные буквы греческого алфавита

α_T – коэффициент линейного температурного расширения ($1/^\circ\text{C}$);

λ – теплопроводность;

ω_N – понижающий коэффициент для составляющей равномерно распределенной температуры в сочетании с составляющей температурного перепада;

ω_M – понижающий коэффициент для составляющей температурного перепада в сочетании с составляющей равномерно распределенной температуры.

2 Классификация воздействий

(1)Р Температурные воздействия следует классифицировать на переменные и не прямые воздействия, см. EN 1990:2002 (1.5.3 и 4.1.1).

(2) Все значения температурных воздействий, указанные в настоящих строительных нормах, являются характеристическими значениями, если не установлено иное.

(3)Р Характеристические значения температурных воздействий, приведенные в настоящих строительных нормах, являются значениями, установленными с годовой вероятностью превышения 0,02 °С, если не установлено иное, например, для переходных расчетных ситуаций.

Примечание – Значения температурных воздействий для переходных расчетных ситуаций допускается устанавливать, применяя метод расчета, указанный в А.2.

3 Расчетные ситуации

(1)Р Температурные воздействия должны быть установлены в соответствии с EN 1990 для каждой применяемой расчетной ситуации.

Примечание – Температурные воздействия на конструкции, не подвергающиеся суточным и сезонным климатическим и эксплуатационным изменениям температуры, не учитывают.

(2) Для подтверждения того, что температурные деформации (перемещения) не вызовут перенапряжений в конструкции, элементы несущих конструкций следует проверять, включая в расчет эффекты от температурных воздействий, либо применять конструктивные мероприятия, обеспечивающие свободное перемещение (движение) узлов и соединений.

4 Описание воздействий

(1) Суточные и сезонные изменения температуры наружного воздуха, солнечное излучение, обратное отражение и т. д. приводят к изменению распределения температуры в отдельных элементах конструкции.

(2) Величина температурных эффектов зависит от местных климатических условий, совместно с пространственной ориентацией конструкции, ее общей массой, свойствами внешних поверхностей (облицовок, отделки зданий), режимами работы систем обогрева и кондиционирования, а также тепловой изоляцией.

(3) Распределение температуры в пределах отдельного элемента допускается подразделять на четыре основные составляющие, как показано на рисунке 4.1:

- составляющая равномерно распределенной температуры ΔT_u ;
- составляющая линейного температурного перепада по оси $z - z \Delta T_{My}$;
- составляющая линейного температурного перепада по оси $y - y \Delta T_{Mz}$;
- составляющая нелинейного температурного перепада ΔT_E . Это создает систему самоуравновешенных внутренних напряжений, которые не создают нагрузочный эффект на элемент.

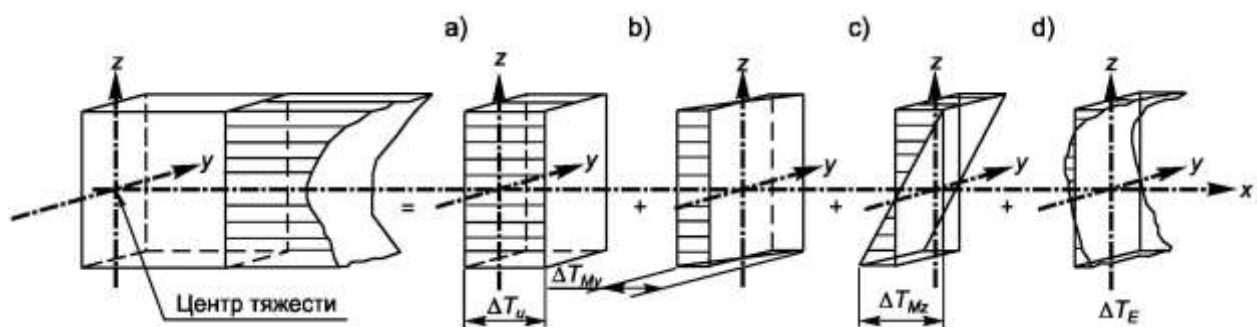


Рисунок 4.1 – Диаграмма отдельных составляющих температурного профиля

(4) Деформации, следовательно, любые напряжения, являющиеся их результатом, зависят от геометрии и условий опирания элемента конструкции, а также от физических свойств применяемого материала. При применении материалов с различными коэффициентами линейного температурного расширения в расчетах следует учитывать температурные эффекты.

(5) С целью определения температурных эффектов следует применять коэффициенты линейного температурного расширения для материалов.

Примечание – Коэффициенты линейного температурного расширения для часто используемых материалов приведены в приложении С.

5 Температурные изменения в зданиях

5.1 Общие положения

(1)Р Температурные воздействия на здание, вызванные климатическими и эксплуатационными изменениями температуры следует учитывать при определении расчетных параметров здания, если существует возможность превышения предельных состояний по несущей способности и эксплуатационной пригодности вследствие температурных перемещений и/или напряжений.

Примечание 1 – На объемные изменения и/или напряжения, вызванные температурными изменениями, также могут влиять:

- а) затенение соседними зданиями;
- б) применение материалов с различными коэффициентами температурного расширения и теплопроводностью;
- с) применение форм поперечного сечения с различными равномерно распределенными температурами.

Примечание 2 – На изменения объема элемента конструкции также могут влиять влажность и другие условия окружающей среды.

5.2 Определение температуры

(1) Температурные воздействия на здания, вызванные климатическими и эксплуатационными изменениями температуры, определяются в соответствии с принципами и правилами настоящего раздела с учетом национальных (региональных) сведений и опытных данных.

(2)Р Климатические эффекты следует определять с учетом колебания температуры наружного воздуха и солнечного излучения. В отдельных случаях, для конкретного проекта устанавливают эксплуатационные нагрузки (например, обогрев, технологические и производственные процессы).

(3)Р В соответствии с составляющими температуры, указанными в разделе 4, устанавливают климатические и эксплуатационные колебания температуры, воздействующие на элемент конструкции, применяя следующие параметры:

а) составляющую равномерно распределенной температуры ΔT_u , определяемую как разность между средним значением температуры T элемента и его начальной температурой T_0 ;

б) составляющую линейного температурного перепада ΔT_M , определяемую разностью температуры между внешней и внутренней стороной сечения или между поверхностями отдельных слоев;

с) разность температуры между различными элементами конструкции ΔT_P , определяемую разностью средних значений температуры этих элементов.

Примечание – Значения ΔT_M и ΔT_P допускается указывать для конкретного проекта.

(4) При необходимости, кроме ΔT_u , ΔT_M и ΔT_P , в соответствующих проектах (например, опоры или крепления несущих элементов конструкции и фасадных элементов) следует учитывать локальные эффекты температурных воздействий. Для этого устанавливают соответствующее описание температурных воздействий с учетом положения здания и его конструктивных особенностей (деталей).

(5) Составляющую равномерно распределенной температуры несущего элемента конструкции ΔT_u определяют по формуле

$$\Delta T_u = T - T_0, \quad (5.1)$$

где T – среднее значение температуры конструктивного элемента, вызванное климатическими температурами зимой или летом и эксплуатационными температурами.

(6) Значения ΔT_u , ΔT_M , ΔT_P и T определяют в соответствии с установленными в 5.3 правилами с учетом региональных данных. При отсутствии региональных данных допускается применять требования согласно 5.3.

5.3 Определение температурных профилей

(1) Температуру T в формуле (5.1) следует определять как среднюю температуру конструктивного элемента зимой или летом с использованием температурного профиля. Для многослойных элементов T является средней температурой отдельного слоя.

Примечание 1 – Методы теории теплопроводности содержатся в приложении D.

Примечание 2 – Если элементы имеют только один слой и условия окружающей среды на обеих сторонах одинаковы, то T допускается определять как среднее значение внутренней и наружной температур воздуха T_{in} и T_{out} .

(2) Температуру внутреннего воздуха T_{in} определяют по таблице 5.1. Температуру наружного воздуха T_{out} определяют:

- а) по таблице 5.2 – для элементов, расположенных над уровнем земли;
- б) по таблице 5.3 – для элементов, расположенных ниже уровня земли.

Таблица 5.1 – Температура внутреннего воздуха T_{in}

Время года	Температура T_{in}
Лето	T_1
Зима	T_2
<i>Примечание</i> – Значения T_1 и T_2 допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии данных рекомендованы следующие значения: $T_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.	

Таблица 5.2 – Температура для элементов, расположенных над уровнем земли, T_{out}

Время года	Основные факторы		Температура T_{out} , °C
Лето	Относительная адсорбция в зависимости от цвета и поверхности	0,5 лучисто светлая поверхность	$T_{\max} + T_3$
		0,7 светлая цветная поверхность	$T_{\max} + T_4$
		0,9 темная поверхность	$T_{\max} + T_5$
Зима			$T_{\min}$

Примечание – Значения максимальной температуры наружного воздуха $T_{\max}$, минимальной температуры наружного воздуха $T_{\min}$, а также температурные влияния от солнечного излучения T_3 , T_4 и T_5 допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии значений для областей между широтой 45°N и 55°N рекомендуется применять значения: $T_3 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_5 = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для элементов в направлении северо-восток; $T_3 = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_5 = 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для юго-западного направления или горизонтально расположенных элементов.

Примечание – Температура T_{out} , указанная в таблице 5.2 для лета, зависит от теплопоглощающей способности и ориентации поверхности сооружения или элемента конструкции следующим образом:

– температурный максимум достигается обычно на горизонтальных поверхностях, ориентированных на юго-запад,

– температурный минимум (приблизительно половинное значение максимума, °C) достигается на поверхностях, ориентированных на север.

Таблица 5.3 – Температура для элементов, расположенных ниже уровня земли, T_{out}

Время года	Глубина ниже уровня земли	Температура T_{out} , °C
Лето	Менее 1 м	T_6
	Более 1 м	T_7
Зима	Менее 1 м	T_8
	Более 1 м	T_9
<i>Примечание</i> – Значения T_6 , T_7 , T_8 и T_9 допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии значений для областей между широтой 45°N и 55°N рекомендуется применять $T_6 = 8$ °C, $T_7 = 5$ °C, $T_8 = -5$ °C и $T_9 = -3$ °C.		

6 Температурные изменения в мостах

6.1 Пролетное строение моста

6.1.1 Типы пролетных строений моста

(1) В настоящих строительных нормах пролетные строения моста подразделяются на следующие типы:

Тип 1	Стальная конструкция:	– балка коробчатого сечения из стали;
		– решетчатая балка или балка из листового металла.
Тип 2	Составная конструкция	
Тип 3	Бетонная конструкция:	– бетонная плита;
		– бетонная балка;
		– балка коробчатого сечения.

Примечание 1 – См. также рисунок 6.2.

Примечание 2 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается устанавливать другие значения составляющих равномерно распределенной температуры и температурного перепада для других типов мостов.

6.1.2 Анализ температурных воздействий

(1) Температурные воздействия устанавливают значениями в виде составляющей равномерно распределенной температуры (см. 6.1.3) и составляющей температурного перепада (см. 6.1.4).

(2) Составляющая температурного перепада по вертикали, согласно 6.1.4, содержит, как правило, нелинейную составляющую, см. 4(3). Применяют метод 1 (6.1.4.1) или метод 2 (6.1.4.2).

Примечание – Выбор применяемого метода в стране устанавливается в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3) При необходимости учета температурного перепада по горизонтали, допускается применять составляющую линейного температурного перепада, если отсутствуют иные данные (6.1.4.3).

6.1.3 Составляющая равномерно распределенной температуры

6.1.3.1 Общие положения

(1) Составляющая равномерно распределенной температуры зависит от минимальной и максимальной температур, которых достигает мост. В результате формируется область равномерных температурных изменений, вызывающих в незакрепленной конструкции изменения длины элементов.

(2) Эффекты, подлежащие учету:

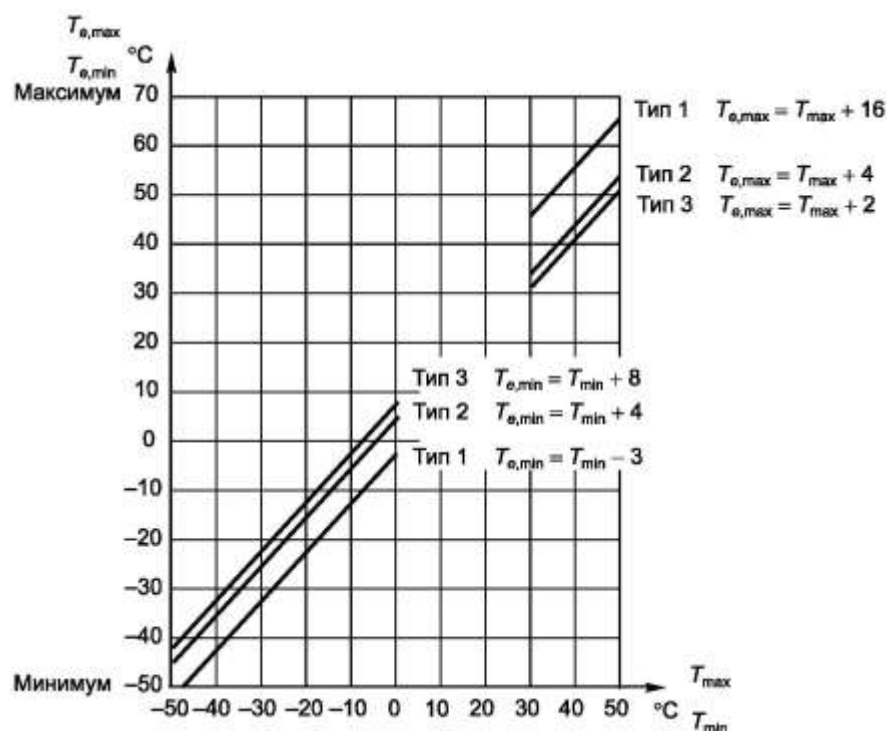
- ограничение при связанном удлинении или укорочении в зависимости от типа конструкции (например, порталная рама, арка, эластомерная опора);
- трение в роликовых опорах или опорах скольжения;
- нелинейные геометрические эффекты (эффекты 2-го рода);
- в железнодорожных мостах эффекты от взаимодействия между рельсовой колесей и мостом, вызванные колебаниями температуры и способные вызвать в пролетном строении и в рельсах дополнительные горизонтальные усилия в опорах (и дополнительные усилия в рельсах).

Примечание – Дополнительную информацию – см. EN 1991-2.

(3) Минимальную температуру наружного воздуха $T_{\min}$ и максимальную температуру наружного воздуха $T_{\max}$ для площадки, где возводится сооружение, следует определять по картам изотерм согласно 6.1.3.2.

(4) Минимальную $T_{e,\min}$ и максимальную $T_{e,\max}$ составляющую равномерно распределенной температуры моста следует назначать.

Примечание – Минимальную $T_{e,\min}$ и максимальную $T_{e,\max}$ составляющую равномерно распределенной температуры моста и допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». На рисунке 6.1 указаны рекомендуемые значения.



Примечание 1 – Значения на рисунке 6.1 базируются на суточных колебаниях температуры в 10 °С. Такой диапазон для большинства стран можно считать достаточным.

Примечание 2 – Максимальные значения для стальных решетчатых конструкций типа 1 допускается уменьшить на 3 °С.

Рисунок 6.1 – Корреляция между минимальной/максимальной температурой наружного воздуха ($T_{\min}/T_{\max}$) и минимальной/максимальной составляющей равномерно распределенной температуры для мостов ($T_{e,\min}/T_{e,\max}$)

6.1.3.2 Температура наружного воздуха

(1)Р Характеристические значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха определяют для географического положения сооружения по национальным картам изотерм.

Примечание – Информацию (например, карты изотерм) о минимальной и максимальной температуре наружного воздуха, применяемую в конкретной стране, допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Эти характеристические значения должны отражать температуру наружного воздуха для средней высоты над уровнем моря открытой местности с годовой вероятностью превышения 0,02 °С. Для других годовых вероятностей превышения (p отличается от 0,02 °С), высоты местности над уровнем моря и местных условий (например, скопление холодного воздуха в низинах) значения допускается корректировать в соответствии с приложением А.

(3) Если годовая вероятность превышения 0,02 °С не применима, минимальную и максимальную температуру наружного воздуха корректируют в соответствии с приложением А.

6.1.3.3 Изменения составляющей равномерно распределенной температуры мостов

(1)Р Значения минимальной и максимальной составляющей равномерно распределенной температуры мостов для определения соответствующих им вынужденных усилий следует определять в зависимости от минимальной $T_{\min}$ и максимальной $T_{\max}$ температуры наружного воздуха (см. 6.1.3.1(3) и 6.1.3.1(4)).

(2) Начальную температуру моста T_0 в момент времени, когда происходит замыкание элементов конструкции, допускается принимать по приложению А: для расчета укорочения длины элементов – на основе минимальной составляющей равномерно распределенной температуры и удлинения – на основе максимальной составляющей равномерно распределенной температуры.

(3) Характеристическое значение максимального отрицательного изменения составляющей равномерно распределенной температуры моста $\Delta T_{N,con}$ определяют по формуле

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}; \quad (6.1)$$

характеристическое значение максимального положительного изменения составляющей равномерно распределенной температуры моста $\Delta T_{N,exp}$ определяют по формуле

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0. \quad (6.2)$$

Примечание 1 – Общий диапазон колебаний составляющей равномерно распределенной температуры моста равен:

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min}.$$

Примечание 2 – Для опор и компенсационных соединений в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» может устанавливаться диапазон максимального изменения равномерного температурного компонента моста при расширении, а также диапазон максимального изменения равномерного температурного компонента моста при сжатии, если не предусмотрено каких-либо иных требований. Рекомендуемыми значениями являются $(\Delta T_{N,exp} + 20)$ °С и $(\Delta T_{N,con} + 20)$ °С соответственно. Если задается температура, при которой устанавливаются опоры и компенсационные соединения, то рекомендуемыми значениями являются $(\Delta T_{N,exp} + 10)$ °С и $(\Delta T_{N,con} + 10)$ °С соответственно.

Примечание 3 – Для расчета параметров опор и узлов (швов) расширения в приложении С указаны значения коэффициентов линейного температурного расширения. Таблицу С.1 допускается корректировать, если альтернативные значения подтверждены испытаниями и дополнительными уточняющими исследованиями.

6.1.4 Составляющие температурного перепада

(1) В течение установленного периода времени нагрев и охлаждение верхней поверхности пролетного строения моста вызывает максимальное изменение температуры вследствие нагрева (верхняя сторона теплее) и максимальное изменение температуры вследствие охлаждения (нижняя сторона теплее).

(2) Температурный перепад по вертикали в пределах конструкции может вызвать эффекты в виде:

- ограничения свободного изгиба из-за формы конструкции (например, порталная рама, неразрезная балка и т. д.);
- трения в роликовых опорах или опорах скольжения;
- нелинейных геометрических эффектов (эффекты 2-го рода).

(3) Для консольных конструкций при их объединении может потребоваться учет начальных перепадов температур.

Примечание – Значения начального перепада температур допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

6.1.4.1 Составляющие линейного температурного перепада по вертикали (метод 1)

(1) Эффекты от температурного перепада по вертикали следует рассматривать, используя эквивалентную составляющую линейного температурного перепада (см. 6.1.2(2)) с $\Delta T_{M,heat}$ и $\Delta T_{M,cool}$. Эти значения следует применять между верхней и нижней гранями сечения пролетного строения моста.

Примечание – Значения $\Delta T_{M,heat}$ и $\Delta T_{M,cool}$, применяемые в конкретной стране, устанавливаются в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Значения $\Delta T_{M,heat}$ и $\Delta T_{M,cool}$ в таблице 6.1 являются рекомендуемыми.

Таблица 6.1 – Рекомендуемые значения составляющих линейного температурного перепада для различных типов пролетного строения дорожных, пешеходных и железнодорожных мостов

Тип пролетного строения	Верхняя сторона теплее нижней, $\Delta T_{M,heat}$, °C	Нижняя сторона теплее верхней, $\Delta T_{M,cool}$, °C
Тип 1: стальная конструкция	18	13
Тип 2: составная конструкция	15	18
Тип 3: бетонная конструкция:		
балка коробчатого сечения	10	5
балка	15	8
плита	15	8

Примечание 1 – Значения в таблице являются верхними предельными значениями составляющей линейного температурного перепада для характерных примеров геометрии мостов.

Примечание 2 – Значения в таблице характерны для дорожных и железнодорожных мостов при толщине мостового полотна 50 мм. При другой толщине мостового полотна эти значения умножают на коэффициент k_{sur} . Рекомендуемые значения коэффициента k_{sur} указаны в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Рекомендуемые значения коэффициента k_{sur} для учета различной толщины мостового полотна

Толщина мостового полотна, мм	Дорожные, пешеходные и железнодорожные мосты					
	Тип 1		Тип 2		Тип 3	
	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней	Верхняя сторона теплее нижней	Нижняя сторона теплее верхней
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Без полотна	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
Водонепроницаемое ¹⁾	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,1
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
Засыпка (750 мм)	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0

¹⁾ Эти значения являются верхним предельным значением для темных цветов.

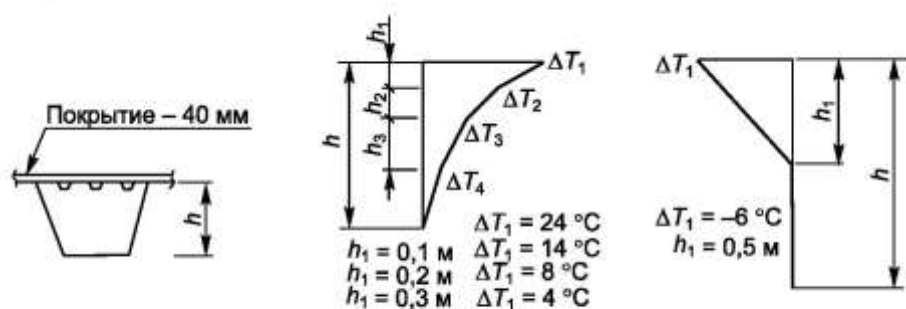
6.1.4.2 Вертикальные составляющие температуры с нелинейными эффектами (метод 2)

(1) Эффекты от температурного перепада по вертикали включают составляющую нелинейного температурного перепада (см. 6.1.2.2).

Примечание 1 – Значения перепадов температур в вертикальном направлении для настилов мостов, используемых в той или иной стране, могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения указаны на рисунках 6.2а–6.2с и применимы для покрытий толщиной 40 мм – для настила типа 1 и толщиной 100 мм – для настилов типов 2 и 3. Информация по покрытиям другой толщины может содержаться в приложении В. На указанных рисунках термин «нагрев» означает воздействие таких факторов, как солнечное излучение и другие явления, вызывающие приток тепловой энергии через верхнюю поверхность настила моста. Термин «охлаждение» означает воздействие таких факторов, которые вызывают отток тепловой энергии через верхнюю поверхность настила моста в результате повторного излучения и других эффектов.

Примечание 2 – Температурный перепад ΔT включает в себя ΔT_u и ΔT_E , см. 4(3), вместе с малым вкладом от компонента ΔT_M ; этот вклад был включен в равномерный температурный компонент моста (см. 6.1.3).

а) Нагрев



б) Охлаждение

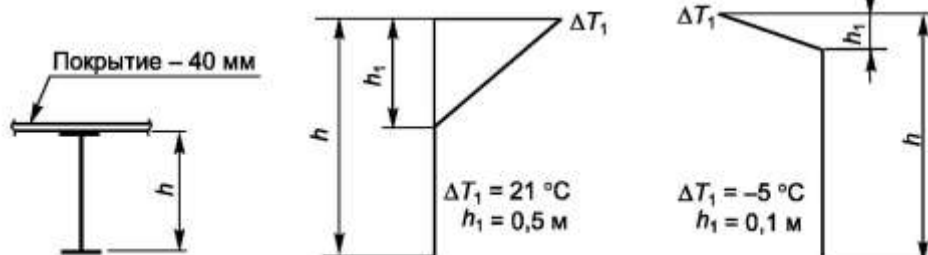


Рисунок 6.2а – Температурный перепад для пролетных строений мостов – Тип 1: стальная конструкция

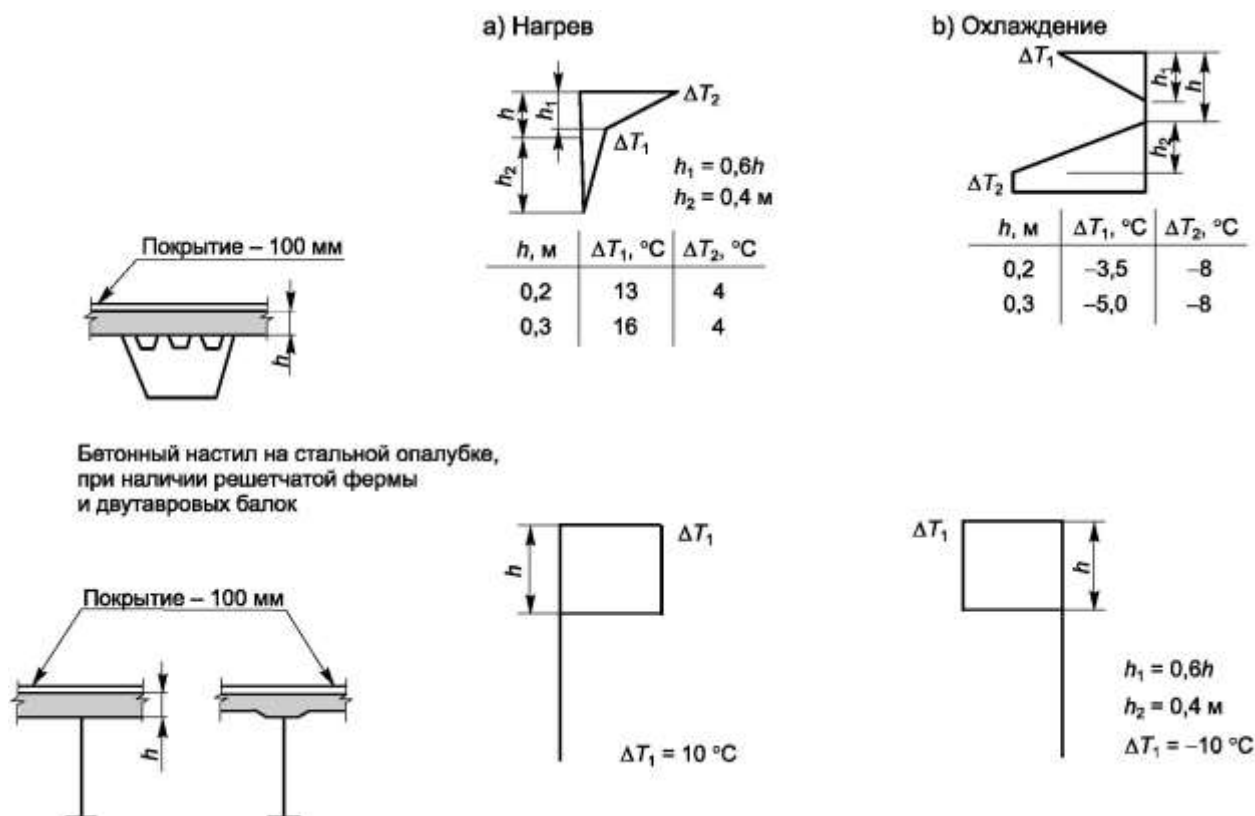


Рисунок 6.2b – Температурный перепад для настилов мостов – Тип 2: сталежелезобетонные мосты

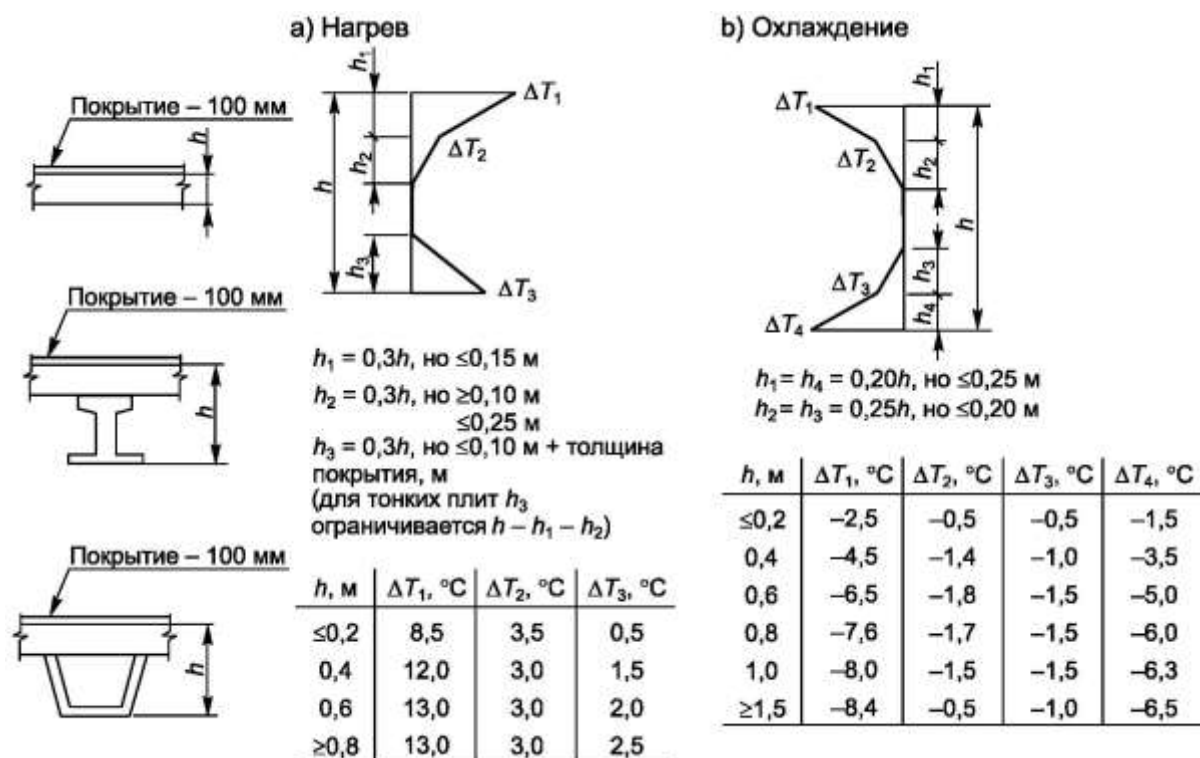


Рисунок 6.2c – Температурный перепад для пролетных строений мостов – Тип 3: бетонная конструкция

6.1.4.3 Горизонтальные составляющие

(1) В общем случае, составляющую температурного перепада необходимо учитывать только в вертикальном направлении. В определенных случаях (например, когда из-за ориентации или формы одна сторона моста подвергается более сильному солнечному

излучению по сравнению с другой), следует также учитывать температурный перепад в горизонтальном направлении.

Примечание – Числовые значения температурного перепада допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии другой информации и указаний на применение более высоких значений рекомендуется принимать линейный температурный перепад 5 °С между внешними гранями поперечного сечения моста независимо от его ширины.

6.1.4.4 Температурный перепад в стенах бетонных балок коробчатого сечения

(1) Расчетные параметры при проектировании мостов с большими коробчатыми сечениями рекомендуется устанавливать с осторожностью, поскольку между внутренними и внешними стенками (ребрами) конструкций может возникать существенный температурный перепад.

Примечание – Числовые значения температурного перепада допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение линейного температурного перепада составляет 15 °С.

6.1.5 Одновременный учет составляющих равномерно распределенной температуры и температурного перепада

(1) В случае, когда одновременно необходимо учитывать обе составляющие температуры $\Delta T_{M,heat}$ ($\Delta T_{M,cool}$) и максимальное изменение составляющей равномерно распределенной температуры моста $\Delta T_{N,exp}$ ($\Delta T_{N,con}$) (например, для рамных конструкций), допускается применять следующее выражение (которое рассматривают как сочетание нагрузок):

$$\Delta T_{M,heat} (\Delta T_{M,cool}) + \omega_N \Delta T_{N,exp} (\Delta T_{N,con}) \quad (6.3)$$

или

$$\omega_M \Delta T_{M,heat} (\Delta T_{M,cool}) + \Delta T_{N,exp} (\Delta T_{N,con}), \quad (6.4)$$

выбирая при этом выражение с самым неблагоприятным воздействием.

Примечание 1 – Числовые значения ω_N и ω_M допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии другой информации рекомендуется принимать следующие значения ω_N и ω_M :

$$\omega_N = 0,35;$$

$$\omega_M = 0,75.$$

Примечание 2 – При применении обеих составляющих линейного и нелинейного температурного перепада по вертикали (см. 6.1.4.2) ΔT_M заменяют на ΔT , включающую ΔT_M и ΔT_E .

6.1.6 Перепады в конструктивных элементах с различными составляющими равномерно распределенной температуры

(1) В конструкциях с различными составляющими равномерно распределенной температуры в отдельных типах элементов могут возникать неблагоприятные нагрузочные эффекты, которые следует учитывать в расчете.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть установлены значения составляющих равномерно распределенной температуры. Рекомендуемые значения составляют:

15 °С – между главными конструктивными элементами (например, затяжка и арка);
10 °С и 20 °С – для светлых и темных цветов между поддерживающим/стабилизирующим канатом и мостовым полотном (пилоном).

(2) Данные эффекты следует учитывать дополнительно с эффектами, являющимися результатом действия составляющей равномерно распределенной температуры в элементах, определяемой согласно 6.1.3.

6.2 Промежуточные опоры моста

6.2.1 Учет температурных воздействий

(1)Р При определении расчетных параметров следует учитывать температурный перепад между внешними (открытыми) поверхностями полых или массивных промежуточных опор моста.

Примечание – Метод определения расчетных параметров, применяемый в конкретной стране, допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии метода допускается применять эквивалентную составляющую линейного температурного перепада.

(2) Температуру, в целом воздействующую на промежуточные опоры, следует учитывать, если она вызывает реакции связи или перемещения в примыкающих конструкциях.

6.2.2 Температурные перепады

(1) Для бетонных промежуточных опор (полых или массивных) следует учитывать в расчетах линейный температурный перепад между противоположными внешними поверхностями.

Примечание – Значения линейного температурного перепада допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет 5 °С.

(2) Для стенок следует учитывать линейный температурный перепад между внутренней и внешней сторонами.

Примечание 1 – Значения линейного температурного перепада допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет 15 °С.

Примечание 2 – При необходимости учета температурного перепада для стальных опор может потребоваться привлечение специалистов.

7 Температурные изменения в промышленных дымовых трубах, трубопроводах, силосных башнях, резервуарах и градирнях

7.1 Общие положения

(1)Р Конструкции, находящиеся в контакте с газами, жидкостями или материалами с различной температурой (например, промышленные дымовые трубы, трубопроводы, силосные башни, резервуары и градирни), следует рассчитывать, при необходимости, учитывая следующие условия:

– температурные воздействия, вызванные климатическими воздействиями, вследствие колебаний температуры наружного воздуха и солнечного излучения;

– распределение температуры при обычных и нестандартных условиях эксплуатации;

– эффекты, возникающие в результате взаимодействия между конструкцией и ее облицовками во время изменений температуры (например, усадка конструкции по отношению к жесткой массивной облицовке или расширение массивной облицовки во время нагрева или охлаждения).

Примечание 1 – Значения эксплуатационной температуры допускается устанавливать для отдельных проектов.

Примечание 2 – На эксплуатационную температуру дымовых труб, распространяются требования EN 13084-1.

Примечание 3 – Конструкции с облицовками под воздействием температуры могут изменять форму, в результате нагрева/охлаждения обшивок или окружающей их среды.

Примечание 4 – В настоящих строительных нормах не указывается дополнительная информация об усадке несущей конструкции по отношению к жесткой массивной облицовке. Данных воздействие на силосные башни – см. EN 1991-4.

7.2 Составляющие температуры

7.2.1 Температура наружного воздуха

(1)Р Значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха применительно к месту размещения площадки содержатся, например, в национальных картах изотерм.

Примечание – Сведения о минимальной и максимальной температуре наружного воздуха (например, карты изотерм), используемые в конкретной стране, допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Температуру наружного воздуха определяют для средней высоты над уровнем моря на открытой местности с годовой вероятностью превышения 0,02 °С. В приложении А содержатся корректировочные коэффициенты для других значений вероятности превышения, высоты местности над уровнем моря и иных местных условий, например, при скоплении холодного воздуха в низинах.

(3) В случаях, когда годовая вероятность превышения 0,02 °С является неприемлемой, например во время производства строительных работ (см. EN 1991-1-6), значения минимальной или максимальной температуры наружного воздуха следует изменять в соответствии с приложением А.

7.2.2 Протекающие газы, горячие жидкости и горячие материалы

(1) Максимальные и минимальные значения температур протекающих газов, горячих жидкостей и других материалов с различными температурами устанавливают для конкретного проекта.

7.2.3 Температура конструктивного элемента

(1) Значения температуры отдельного конструктивного элемента зависят от состава материала, ориентации, положения элемента и определяются как зависимость от максимальной и минимальной температуры наружного воздуха, солнечного излучения и внутренней эксплуатационной температуры.

Примечание – Общие правила определения температурных профилей указаны в приложении D, а также см. 7.5.

7.3 Учет составляющих температуры

(1)Р Для каждого слоя следует учитывать распределение составляющей равномерно распределенной температуры (см. рисунок 4.1a)) и распределение составляющей линейного температурного перепада (см. рисунок 4.1b)).

(2)Р При определении расчетных параметров в расчетах следует учитывать влияние солнечного излучения.

(3) Этот эффект может быть аппроксимирован ступенчатым распределением температуры по периметру конструкции.

(4)Р Составляющие равномерно распределенной температуры и линейного температурного перепада, вызванные эксплуатационными температурами, учитывают для каждого слоя.

7.4 Определение составляющих температуры

(1)Р Составляющие равномерно распределенной температуры и линейного температурного перепада определяют с учетом климатических эффектов и эксплуатационных условий.

(2) Если имеются специальные данные о корреляции температуры строительного элемента с солнечным излучением и температурой наружного воздуха, их следует использовать при установлении расчетных значений температуры элементов.

(3)Р Значения составляющих равномерно распределенной температуры горячих газов, жидкостей и других горячих материалов устанавливают для конкретного проекта. Эти значения для дымовых труб установлены в EN 13804-1.

(4)Р Составляющие линейного температурного перепада в стенах или слоях стен определяют по перепаду, возникающему между минимальной (максимальной) температурой на внешней стороне и значением температуры жидкости или газа на внутренней стороне с учетом изоляции.

Примечание – Распределения температуры допускается определять по приложению D.

7.5 Значения составляющих температуры (ориентировочные значения)

(1) При отсутствии специальных данных о характеристических значениях температуры конструктивного элемента применяют следующие ориентировочные значения.

Примечание – С целью контроля, что эти значения являются верхними предельными значениями для рассматриваемой местности и строительного элемента, их можно проверить на основании имеющихся данных.

(2) В качестве значений минимальной и максимальной составляющей равномерно распределенной температуры следует принимать значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха (см. 7.2.1).

(3) Для трубопроводов из бетона следует учитывать составляющую линейного температурного перепада между внутренней и внешней стороной.

Примечание 1 – Значения составляющей линейного температурного перепада допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет 15 °С.

Примечание 2 – На дымовые трубы распространяются требования EN 13084-1.

(4) Для бетонных трубопроводов следует учитывать ступенчатую составляющую температуры по периметру, вызванную как общими, так и локальными температурными эффектами вследствие того, что квадрат периметра имеет среднюю температуру более высокую по сравнению с остаточным периметром.

Примечание – Значения составляющей линейного температурного перепада допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемое значение составляет 15 °C.

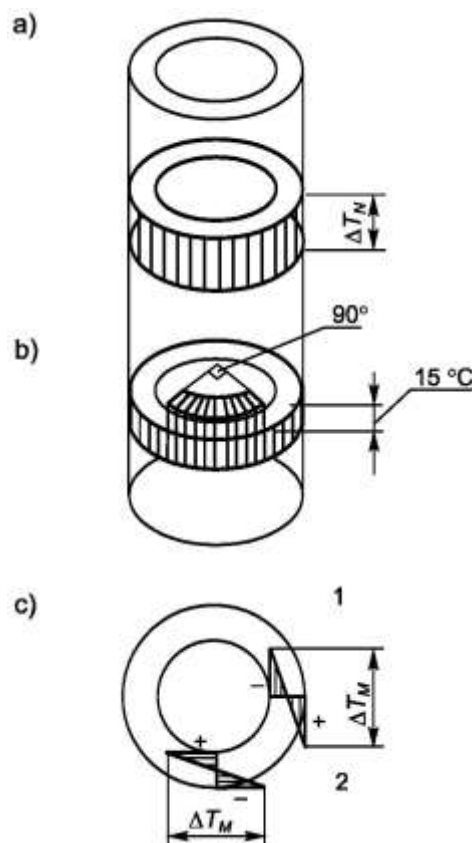
(5) Для стальных трубопроводов следует рассчитывать составляющую линейного температурного перепада и составляющую ступенчато распределенной температуры по периметру строительного элемента с учетом эксплуатационных условий, установленных для конкретного проекта.

Примечание – На дымовые трубы распространяются требования EN 13084-1.

7.6 Одновременный учет составляющих температуры

(1) Если рассматриваются температурные эффекты, вызванные только климатическими воздействиями, то одновременно следует учитывать следующие составляющие:

- а) составляющую равномерно распределенной температуры (см. 7.5(2) и рисунок 7.1a));
- б) составляющую ступенчато распределенной температуры (см. 7.5(4) и рисунок 7.1b));
- с) составляющую линейного температурного перепада между внутренней и внешней поверхностями стенки (см. 7.5(3) и рисунок 7.1c)).



1 – нагревается наружная поверхность; 2 – нагревается внутренняя поверхность

Рисунок 7.1 – Основные составляющие температуры для трубопроводов, силосных башен, резервуаров и градирен:

- а – составляющая равномерно распределенной температуры;
- б – составляющая ступенчато распределенной температуры;
- с – составляющая линейного температурного перепада между внутренней и внешней поверхностями стенки

(2) Если рассматривается сочетание климатических и эксплуатационных воздействий температуры (горячие газы, жидкости или материалы), то следует учитывать следующие составляющие:

- составляющую равномерно распределенной температуры (см. 7.4(3));
- составляющую линейного температурного перепада (см. 7.4(4));
- составляющую ступенчато распределенной температуры (см. 7.5(4)).

(3) Составляющую ступенчато распределенной температуры следует учитывать одновременно с воздействием от ветра.

Приложение А (обязательное)

Изотермы национальных минимальных и максимальных температур наружного воздуха

А.1 Общие положения

(1) Значения годовой минимальной и максимальной температуры наружного воздуха являются значениями, соответствующими годовой вероятности превышения 0,02 °С.

Примечание 1 – Информацию (например, карты или таблицы изотерм) о минимальной и максимальной температуре наружного воздуха, применяемую в конкретной стране, допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Примечание 2 – В отдельных случаях эти значения необходимо корректировать применительно к высоте местности над уровнем моря. Метод корректировки указывают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». При отсутствии информации значения температуры наружного воздуха допускается корректировать применительно к высоте местности над уровнем моря, вычитая 0,5 °С на каждые 100 м высоты – для минимальной температуры наружного воздуха и 1,0 °С на каждые 100 м – для максимальной температуры наружного воздуха.

(2) Для местностей, в которых минимальные значения отличаются от указанных, например: территории со скоплением холодного воздуха в низинах и защищенные, низко расположенные местности, где минимум существенно меньше, или в крупных районах с высокой плотностью населения и в прибрежных районах, где минимум может быть выше по сравнению с указанным в картах, эти отклонения следует применять с учетом местных метеорологических данных.

(3) Начальную температуру T_0 следует принимать как температуру, соответствующую замыканию конструкции или ее части в законченную систему. Если это не прогнозируемо, то следует принимать среднюю температуру, действующую в течение периода возведения сооружения.

Примечание – Значение T_0 может быть указано в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или в особом проекте. При отсутствии информации T_0 принимают равным 10 °С.

В случае погрешности относительно реакции характеристик моста на изменение значения T_0 , рекомендуется рассмотреть верхнее и нижнее предельные значения интервала, ожидаемого для T_0 .

А.2 Максимальные и минимальные значения температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения p , отличной от 0,02 °С

(1) Если максимальное (минимальное) значение температуры наружного воздуха $T_{\max,p}$ ($T_{\min,p}$) базируется на годовой вероятности превышения p , отличной от 0,02 °С, отношение $T_{\max,p}/T_{\max}$ ($T_{\min,p}/T_{\min}$) может быть определено по рисунку А.1.

(2) В общем случае, $T_{\max,p}$ ($T_{\min,p}$) допускается определять по следующей формуле, основанной на распределении экстремальных значений типа I:

– для максимума

$$T_{\max,p} = T_{\max} \{k_1 - k_2 \ln[-\ln(1-p)]\}; \quad (\text{A.1})$$

– для минимума

$$T_{\min,p} = T_{\min} \{k_3 + k_4 \ln[-\ln(1-p)]\}, \quad (\text{A.2})$$

где $T_{\max}$ ($T_{\min}$) – значение максимальной (минимальной) температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °С.

$$k_1 = (u,c)/\{(u,c) + 3,902\}; \quad (\text{A.3})$$

$$k_2 = 1/\{(u,c) + 3,902\}, \quad (\text{A.4})$$

здесь u , c – параметры вида и функции распределения годовых максимумов температуры наружного воздуха;

$$k_3 = (u,c)/\{(u,c) - 3,902\}, \quad (\text{A.5})$$

$$k_4 = 1/\{(u,c) - 3,902\}. \quad (\text{A.6})$$

Параметры u и c зависят от среднего значения m и стандартного отклонения σ экстремальных значений типа I:

– для максимума

$$u = m - 0,57722/c, \quad (\text{A.7})$$

$$c = 1,2825/\sigma;$$

– для минимума

$$u = m + 0,57722/c, \quad (\text{A.8})$$

$$c = 1,2825/\sigma.$$

Отношения $T_{\max,p}/T_{\max}$ и $T_{\min,p}/T_{\min}$ соответственно допускается принимать по графику рисунка А.1, построенному с использованием рекомендуемых значений k_1 – k_4 , указанных в примечании 1.

Примечание 1 – Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» может устанавливать значения коэффициентов k_1 , k_2 , k_3 и k_4 , базируясь на значениях параметров u и c . При отсутствии данных применяют следующие значения:

$$k_1 = 0,781;$$

$$k_2 = 0,056;$$

$$k_3 = 0,393;$$

$$k_4 = -0,156.$$

Примечание 2 – Формула (А.2) и рисунок А.1 могут применяться только в случае, если $T_{\min}$ отрицательная.

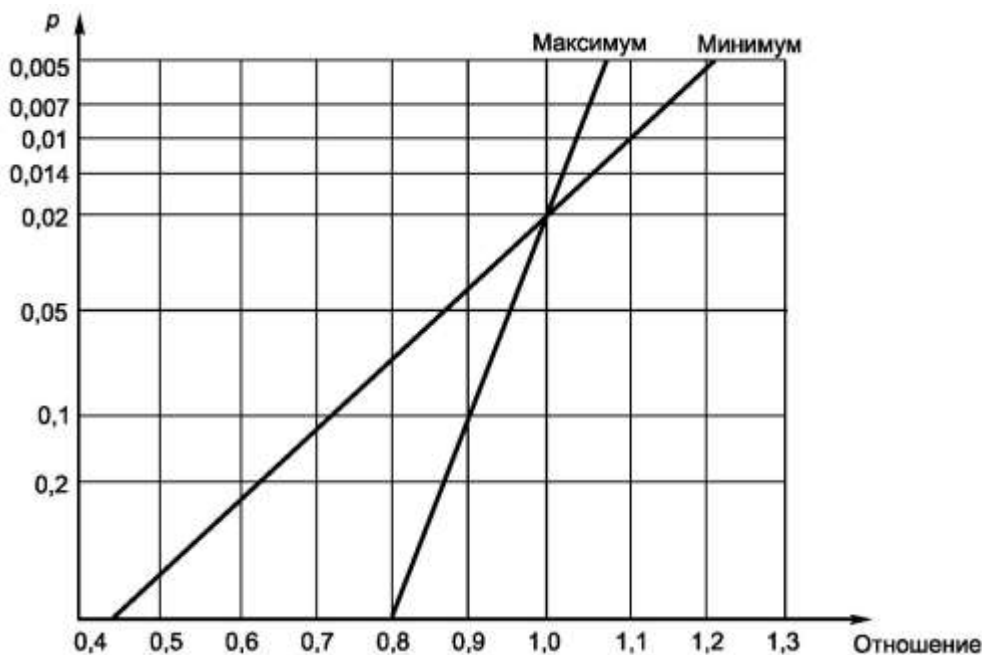


Рисунок А.1 – Отношения $T_{\max,p}/T_{\max}$ и $T_{\min,p}/T_{\min}$

Приложение В (обязательное)

Температурные перепады для различной толщины мостового полотна

(1) Температурные профили, указанные на рисунках 6.2а–6.2с, распространяются на толщину мостового полотна 40 мм пролетного строения типа 1 и на толщину мостового полотна 100 мм пролетных строений типов 2 и 3.

Примечание – Значения для других толщин мостового полотна допускается указывать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения указаны в следующих таблицах:

- таблица В.1 – для пролетного строения типа 1;
- таблица В.2 – для пролетного строения типа 2;
- таблица В.3 – для пролетного строения типа 3.

Таблица В.1 – Рекомендуемые значения ΔT для пролетного строения типа 1

Толщина мостового полотна, мм	Температурный перепад, °С				
	Нагрев				Охлаждение
	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3	ΔT_4	ΔT_1
Без мостового полотна	30	16	6	3	8
20	27	15	9	5	6
40	24	14	8	4	6

Таблица В.2 – Рекомендуемые значения ΔT для пролетного строения типа 2

Толщина плиты h , м	Толщина мостового полотна, мм	Температурный перепад, °С	
		Нагрев	Охлаждение
		ΔT_1	ΔT_1
0,2	Без мостового полотна	16,5	5,9
	Водонепроницаемое ¹⁾	23,0	5,9
	50	18,0	4,4
	100	13,0	3,5
	150	10,5	2,3
	200	8,5	1,6

0,3	Без мостового полотна	18,5	9,0
	Водонепроницаемое ¹⁾	26,5	9,0
	50	20,5	6,8
	100	16,0	5,0
	150	12,5	3,7
	200	10,0	2,7

¹⁾ Эти значения являются верхними предельными значениями для темных цветов.

Таблица В.3 – Рекомендуемые значения ΔT для пролетного строения типа 3

Толщина плиты h , м	Толщина мостового полотна, мм	Температурный перепад, °C							
		Нагрев			Охлаждение				
		ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3	ΔT_4	
0,2	Без мостового полотна	12,0	5,0	0,1	4,7	1,7	0,0	0,7	
	Водонепроницаемое ¹⁾	19,5	8,5	0,0	4,7	1,7	0,0	0,7	
	50	13,2	4,9	0,3	3,1	1,0	0,2	1,2	
	100	8,5	3,5	0,5	2,0	0,5	0,5	1,5	
	150	5,6	2,5	0,2	1,1	0,3	0,7	1,7	
	200	3,7	2,0	0,5	0,5	0,2	1,0	1,8	
0,4	Без мостового полотна	15,2	4,4	1,2	9,0	3,5	0,4	2,9	
	Водонепроницаемое ¹⁾	23,6	6,5	1,0	9,0	3,5	0,4	2,9	
	50	17,2	4,6	1,4	6,4	2,3	0,6	3,2	
	100	12,0	3,0	1,5	4,5	1,4	1,0	3,5	
	150	8,5	2,0	1,2	3,2	0,9	1,4	3,8	
	200	6,2	1,3	1,1	2,2	0,5	1,9	4,0	
0,6	Без мостового полотна	15,2	4,0	1,4	11,8	4,0	0,9	4,6	
	Водонепроницаемое ¹⁾	23,6	6,0	1,4	11,8	4,0	0,9	4,6	
	50	17,6	4,0	1,8	8,7	2,7	1,2	4,9	
	100	13,0	3,0	2,0	6,5	1,8	1,5	5,0	
	150	9,7	2,2	1,7	4,9	1,1	1,7	5,1	
	200	7,2	1,5	1,5	3,6	0,6	1,9	5,1	
0,8	Без мостового полотна	15,4	4,0	2,0	2,8	3,3	0,9	5,6	
	Водонепроницаемое ¹⁾	23,6	5,0	1,4	12,8	3,3	0,9	5,6	
	50	17,8	4,0	2,1	9,8	2,4	1,2	5,8	
	100	13,5	3,0	2,5	7,6	1,7	1,5	6,0	
	150	10,0	2,5	2,0	5,8	1,3	1,7	6,2	
	200	7,5	2,1	1,5	4,5	1,0	1,9	6,0	
1,0	Без мостового полотна	15,4	4,0	2,0	13,4	3,0	0,9	6,4	
	Водонепроницаемое ¹⁾	23,6	5,0	1,4	13,4	3,0	0,9	6,4	
	50	17,8	4,0	2,1	10,3	2,1	1,2	6,3	
	100	13,5	3,0	2,5	8,0	1,5	1,5	6,3	
	150	10,0	2,5	2,0	6,2	1,1	1,7	6,2	
	200	7,5	2,1	1,5	4,3	0,9	1,9	5,8	
1,5	Без мостового полотна	15,4	4,5	2,0	13,7	1,0	0,6	6,7	
	Водонепроницаемое ¹⁾	23,6	5,0	1,4	13,7	1,0	0,6	6,7	
	50	17,8	4,0	2,1	10,6	0,7	0,8	6,6	
	100	13,5	3,0	2,5	8,4	0,5	1,0	6,5	
	150	10,0	2,5	2,0	6,5	0,4	1,1	6,2	
	200	7,5	2,1	1,5	5,0	0,3	1,2	5,6	

¹⁾ Эти значения являются верхними предельными значениями для темных цветов.

Приложение С (справочное)

Коэффициенты линейного температурного расширения

(1) Для определения эффектов от воздействий, вызванных температурными составляющими (компонентами), в таблице С.1 указаны значения коэффициентов линейного температурного расширения для часто используемых материалов.

Таблица С.1 – Коэффициенты линейного температурного расширения

Материал	$\alpha_t \cdot 10^{-6}, 1/^\circ\text{C}$
Алюминий, алюминиевые сплавы	24
Нержавеющая сталь	16
Строительная сталь, ковкое железо или чугун	12 (см. примечание 6)
Бетон, за исключением нижеуказанного	10
Бетон на легких заполнителях	7
Каменная кладка	6–10 (см. примечания)
Стекло	(см. примечание 4)
Древесина вдоль волокон	5
Древесина поперек волокон	30–70 (см. примечания)

Примечание 1 – Данные для других материалов предоставляются по запросу.
Примечание 2 – Указанные значения применяют для определения температурных воздействий, иные значения могут быть получены в результате испытаний или более точных исследований.
Примечание 3 – Значения для каменной кладки изменяются в зависимости от типа перевязки камней. Значения для древесины поперек волокон могут значительно изменяться в зависимости от вида древесины.
Примечание 4 – Более точную информацию – см. EN 572-1, prEN 1748-1-1, prEN 1748-2-1, prEN 14178-1.
Примечание 5 – Для некоторых материалов, таких как каменная кладка и древесина, допускается применять другие параметры (например, влагосодержание), также см. EN 1995–EN 1996.
Примечание 6 – Для составных конструкций коэффициент линейного температурного расширения стальной компоненты сечения может быть принят равным $10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ для исключения ограничивающих эффектов от различных значений α_t .

Приложение D (справочное)

Распределение температуры (температурные профили) в зданиях и сооружениях

(1) Распределение температуры (температурные профили) допускается определять с применением теории теплопроводности. В случае простых слоистых элементов (например, плита, стена, оболочка), при отсутствии локальных тепловых «мостиков», температуру на расстоянии x от внутренней поверхности поперечного сечения допускается определять, исходя из статичного температурного режима, по формуле

$$T(x) = T_{in} - \frac{R(X)}{R_{tot}} \cdot (T_{in} - T_{out}), \quad (\text{D.1})$$

где T_{in} – температура внутреннего воздуха;

T_{out} – температура наружного воздуха;

R_{tot} – полное термическое сопротивление элемента, включая сопротивления обеих поверхностей;

$R(X)$ – термическое сопротивление на внутренней поверхности и от внутренней поверхности до точки X (рисунок D.1).

(2) Значения сопротивления R_{tot} и $R(X)$, $\text{м}^2\text{K/Вт}$, могут быть определены с использованием сопротивлений и теплопроводностей, согласно EN ISO 6946 (1996) и EN ISO 13370 (1998), по следующим формулам:

$$R_{tot} = R_{in} + \sum_i \frac{h_i}{\lambda_i} + R_{out}, \quad (\text{D.2})$$

где R_{in} – термическое сопротивление на внутренней поверхности, $\text{м}^2\text{K/Вт}$;

R_{out} – термическое сопротивление на внешней поверхности, $\text{м}^2\text{K/Вт}$;

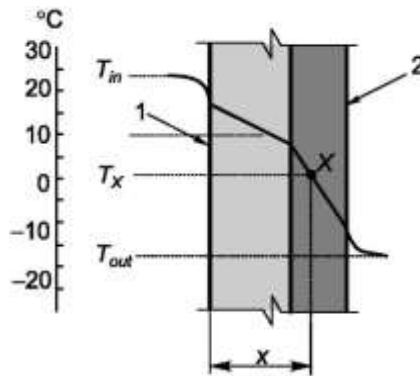
λ_i – теплопроводность, Вт/мK ;

h_i – толщина слоя i , м;

$$R(X) = R_{in} + \sum_i \frac{h_i}{\lambda_i}, \quad (D.3)$$

при этом учитывают только слои (части слоя) от внутренней поверхности до точки X (рисунок D.1).

Примечание – Для здания термическое сопротивление R_{in} составляет от 0,10 до 0,17 м²К/Вт (в зависимости от направления теплового потока), $R_{out} = 0,04$ м²К/Вт (для всех направлений). Теплопроводность λ_i бетона (с объемным весом от 21 до 25 кН/м³) составят от 1,16 до 1,71 Вт/мК.



1 – внутренняя поверхность; 2 – наружная поверхность

Рисунок D.1 – Распределение температуры (температурный профиль) для двухслойного элемента

Библиография

- EN 1991-2 Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges
(Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты)
- EN 1991-4 Eurocode 1: Bases of design and on structures – Part 4: Silos and tanks
(Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 4. Воздействия на башни и резервуары)

Приложение ДА (справочное)

Сведения о соответствии технических нормативных правовых актов ссылочным региональным стандартам

Таблица ДА.1

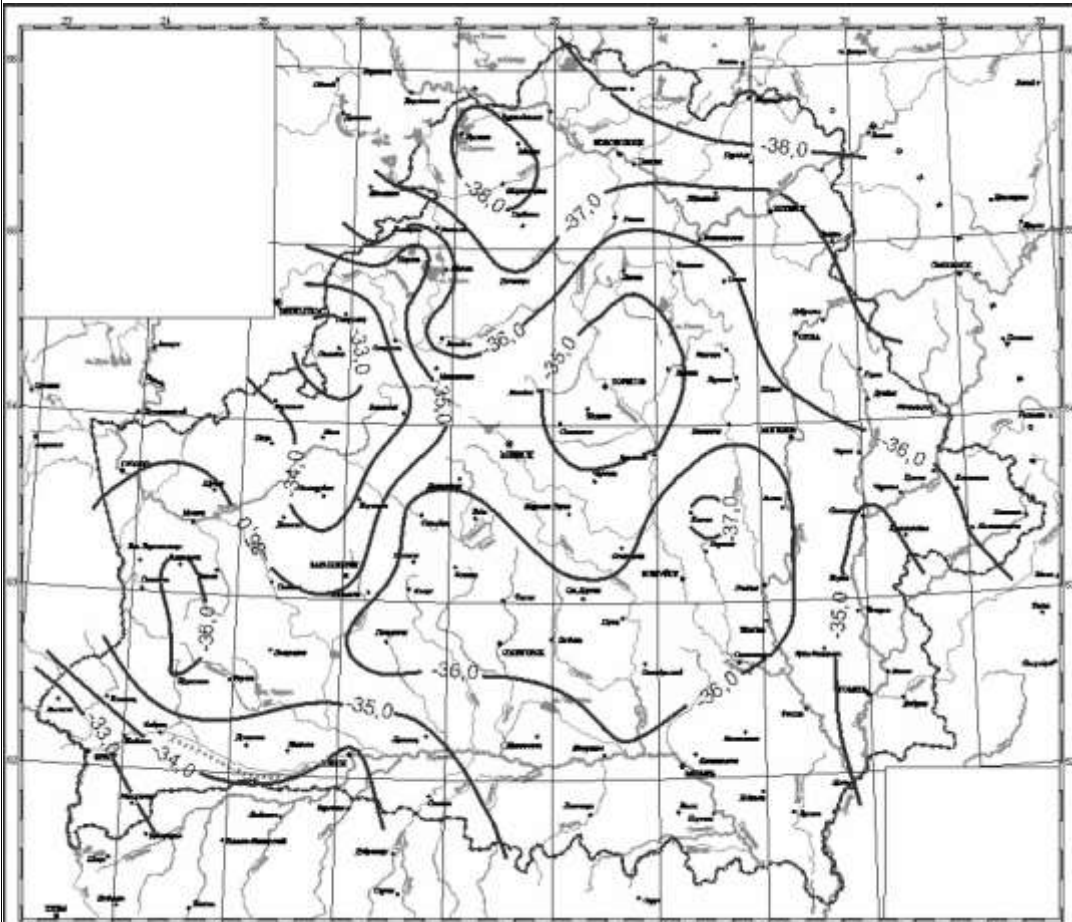
Обозначение и наименование регионального стандарта	Обозначение и наименование технического нормативного правового акта
EN 1990:2002	СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций
EN 1991-1-6	ТКП EN 1991-1-6-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ
EN 13084-1	*
EN 2394	Отсутствует. Действует СТБ ISO 2394-2007 Надежность строительных конструкций. Общие принципы (ISO 2394:1998, IDT)

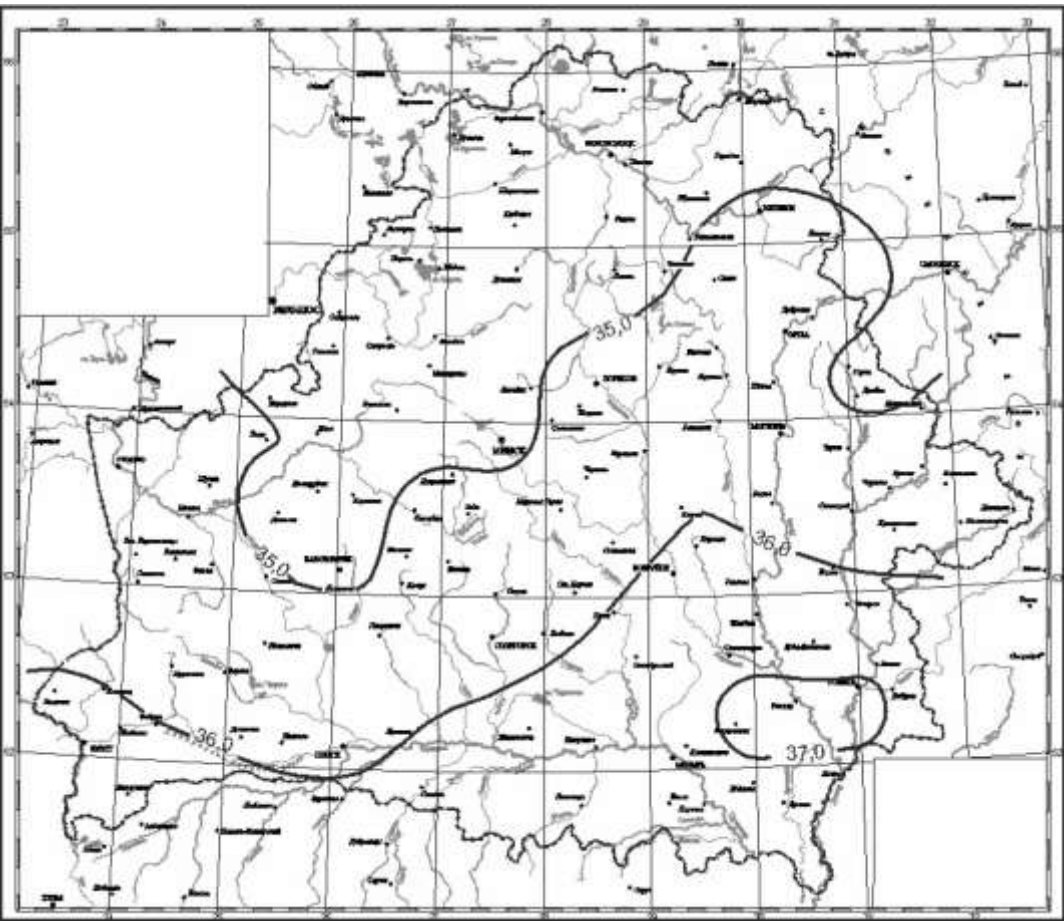
ISO 3898	*
ISO 8930	*
* Соответствующий технический нормативный правовой акт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык регионального стандарта или его официальный экземпляр на английском языке. Официальный перевод данного регионального стандарта и/или его официальный экземпляр на английском языке имеются в Национальном фонде ТНПА.	

Национальные требования и национально установленные параметры

Таблица НП.1 – Национальные требования и национально установленные параметры, которыми следует пользоваться при строительстве зданий и сооружений на территории Республики Беларусь

Элемент настоящих строительных норм	Параметры, устанавливаемые на национальном уровне
5.3(2) (таблицы 5.1, 5.2 и 5.3)	Таблица 5.1 – Температура внутреннего воздуха T_{in} <i>Примечание</i> – Значения температуры внутреннего воздуха, T_1 и T_2, в помещениях для расчета ограждающих конструкций жилых, общественных, административных и бытовых зданий и сооружений следует принимать по ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» (таблицы 4.1 и 4.2). Значения температуры внутреннего воздуха T_1 и T_2 в помещениях производственных зданий промышленных предприятий, помещениях сельскохозяйственных и складских зданий и сооружений, а также в помещениях общественных зданий с влажным и мокрым режимами следует принимать по СН 4.02.03-2019 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» или нормам технологического проектирования. При отсутствии данных рекомендуется принимать следующие значения: $T_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таблица 5.2 – Температура для элементов, расположенных над уровнем земли T_{out} <i>Примечание</i> – Значения минимальной T_{min} и максимальной T_{max} температуры наружного воздуха следует определять по изотермам, представленным на рисунках НП.1 и НП.2 соответственно. Температурные влияния от солнечного излучения – T_3, T_4 и T_5 – рекомендуется учитывать с использованием следующих значений: а) для областей между широтой $45\text{ }^{\circ}\text{N}$ и $55\text{ }^{\circ}\text{N}$: $T_3 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_5 = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для элементов, ориентированных в направлении северо-восток; $T_3 = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_5 = 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для юго-западного направления или горизонтально расположенных элементов; б) для областей выше широты $55\text{ }^{\circ}\text{N}$: $T_3 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_5 = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для элементов, ориентированных в направлении северо-восток; $T_3 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_4 = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_5 = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для юго-западного направления или горизонтально расположенных элементов.
5.3(2) (таблицы 5.1, 5.2 и 5.3)	Таблица 5.3 – Температура для элементов, расположенных ниже уровня земли T_{out} <i>Примечание</i> – Значения T_6, T_7, T_8 и T_9 следует принимать равными: $T_6 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_7 = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_8 = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_9 = -3\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6.1.1(1)	<i>Примечание 2</i> – Другие значения составляющих равномерно распределенной температуры и температурного перепада для других типов мостов в настоящем разделе не устанавливаются
6.1.2(2)	Выбор применяемого метода оценки составляющих температурного перепада для различных типов мостов устанавливается в задании на проектирование или требованиями специальных технических условий
6.1.3.1(4)	Минимальную $T_{e,min}$ и максимальную $T_{e,max}$ составляющую равномерно распределенной температуры моста рекомендуется устанавливать с использованием рисунка 6.1
6.1.3.2(1)Р	Характеристические значения минимальной и максимальной температуры наружного воздуха следует определять для географического положения сооружения по картам изотерм: минимальной температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ (см. рисунок НП.1); максимальной температуры наружного воздуха с годовой вероятностью превышения $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ (см. рисунок НП.2)
6.1.3.3(3)	Максимальное положительное изменение (увеличение) составляющей равномерно распределенной температуры и максимальное отрицательное изменение (уменьшение) составляющей равномерно распределенной температуры мостов рекомендуется принимать согласно примечанию 2
6.1.4(3)	Значения начального перепада температур для консольных конструкций допускается устанавливать в отдельных проектах с привлечением специализированных организаций
6.1.4.1(1)	Значения составляющих линейного температурного перепада для различных типов мостов рекомендуется устанавливать согласно таблице 6.1 с использованием таблицы 6.2

6.1.4.2(1)	Значения температурного перепада по вертикали для пролетных строений мостов рекомендуется устанавливать по рисункам 6.2а–6.2с
6.1.4.3(1)	Значение линейного температурного перепада между внешними гранями поперечного сечения моста рекомендуется принимать равным 5 °С
6.1.4.4(1)	Значение линейного температурного перепада между внутренней и внешней стенками коробчатых балок рекомендуется принимать равным 15 °С
6.1.5(1)	Числовые значения ω_N и ω_M рекомендуется принимать без изменений согласно примечанию 1
6.1.6(1)	Значения составляющих равномерно распределенной температуры рекомендуется принимать без изменений согласно настоящему пункту
6.2.1(1)Р	Метод определения расчетных параметров в настоящем разделе не устанавливается. Допускается применять эквивалентную составляющую линейного температурного перепада
6.2.2(1)	Значение линейного температурного перепада между противоположными внешними поверхностями промежуточных опор рекомендуется принимать равным 5 °С
6.2.2(2)	Значение линейного температурного перепада между внутренней и внешней поверхностями стенок рекомендуется принимать равным 15 °С. Учет температурного перепада для стальных опор рекомендуется осуществлять с привлечением специализированных организаций
7.2.1(1)Р	Значения минимальной $T_{\min}$ и максимальной $T_{\max}$ температуры наружного воздуха применительно к месту размещения площадки содержатся на картах изотерм, указанных на рисунках НП.1 и НП.2
7.5(3)	Составляющую линейного температурного перепада между внутренней и внешней поверхностями стенок бетонных трубопроводов допускается устанавливать в отдельных проектах с привлечением специализированных организаций. При отсутствии данных рекомендуется принимать значение линейного температурного перепада равным 15 °С
7.5(4)	Для бетонных трубопроводов ступенчатую составляющую температуры, распределенную на части окружности (вызванную как общими, так и локальными тепловыми эффектами), следует рассматривать для одного сектора этой окружности, имеющего среднюю температуру на 15 °С выше, чем оставшаяся окружность
A.1(1)	(1) Значения годовой минимальной (см. рисунок НП.1) и максимальной (см. рисунок НП.2) температуры наружного воздуха являются значениями, соответствующими годовой вероятности превышения 0,02 °С
A.1(1)	 Рисунок НП.1 – Минимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °С

A.1(1)	 Рисунок НП.2 – Максимальная температура наружного воздуха с годовой вероятностью превышения 0,02 °C <i>Примечание 2 – Не действует на территории Республики Беларусь</i>
A.1(3)	Начальную температуру T_0 следует принимать как температуру конструктивного элемента на соответствующем этапе его завершения. Если это не прогнозируемо, то следует принимать среднюю температуру, действующую в течение периода возведения сооружения. Значение T_0 допускается устанавливать в отдельных проектах с привлечением специализированных организаций. При отсутствии данных рекомендуется принимать значение T_0 равным 10 °C
A.2(2)	Значения коэффициентов k_1, k_2, k_3, k_4, рассчитываемых в соответствии с параметрами u и s, могут быть установлены специализированной организацией. При отсутствии данных следует принимать: $k_1 = 0,827;$ $k_2 = 0,044;$ $k_3 = 0,608;$ $k_4 = -0,101$
B(1) (таблицы B.1, B.2 и B.3) B(1)	Принимают без дополнений

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 2.01.01-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

АСНОВЫ ПРАЕКТАВАННЯ БУДАЎНІЧЫХ КАНСТРУКЦЫЙ

(на основе EN 1990:2002)

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.07.041(083.74)

Ключевые слова: конструкции, основополагающие требования, надежность, предельные состояния несущей способности, воздействия и влияния окружающей среды, свойства строительных материалов, статический расчет, модели несущих конструкций, коэффициенты надежности

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм») на основе перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 3.

Авторский коллектив: д-р техн. наук В. В. Тур, Д. Н. Марковский, В. В. Малыха, А. Ю. Татаринов, О. М. Вайтович, В. А. Зверинский, А. И. Николаевич

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

3 Настоящие строительные нормы разработаны на основе EN 1990:2002 «Еврокод. Основы проектирования конструкций» (Eurocode: Basis of structural design)

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП EN 1990-2011 (02250))

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

Введение

1 Общие положения

1.1 Область применения

1.2 Нормативные ссылки

1.3 Предпосылки

1.4 Различие между принципами и правилами проектирования

- 1.5 Термины и определения
 - 1.5.1 Общие термины, используемые в настоящих строительных нормах и EN 1991–EN 1999
 - 1.5.2 Специальные термины, относящиеся к проектированию в целом
 - 1.5.3 Термины, относящиеся к воздействиям
 - 1.5.4 Термины, относящиеся к свойствам материалов и изделий
 - 1.5.5 Термины, относящиеся к геометрическим параметрам
 - 1.5.6 Термины, относящиеся к расчету конструкций
- 1.6 Обозначения
- 2 Требования
 - 2.1 Основные требования
 - 2.2 Управление надежностью
 - 2.3 Проектный срок эксплуатации
 - 2.4 Долговечность
 - 2.5 Контроль качества
- 3 Принципы проверок предельных состояний
 - 3.1 Общие положения
 - 3.2 Расчетные ситуации
 - 3.3 Предельные состояния несущей способности
 - 3.4 Предельные состояния эксплуатационной пригодности
 - 3.5 Расчет предельных состояний
- 4 Базисные переменные
 - 4.1 Воздействия и влияния окружающей среды
 - 4.1.1 Классификация воздействий
 - 4.1.2 Характеристические значения воздействий
 - 4.1.3 Другие репрезентативные значения переменных воздействий
 - 4.1.4 Усталостные воздействия
 - 4.1.5 Динамические воздействия
 - 4.1.6 Геотехнические воздействия
 - 4.1.7 Влияния окружающей среды
 - 4.2 Свойства материалов и изделий
 - 4.3 Геометрические параметры
- 5 Расчет конструкций и проектирование на основе результатов испытаний
 - 5.1 Расчет конструкций
 - 5.1.1 Моделирование конструкций
 - 5.1.2 Статические воздействия
 - 5.1.3 Динамические воздействия
 - 5.1.4 Расчет на огнестойкость
 - 5.2 Проектирование на основе результатов испытаний
- 6 Проверки по методу частных коэффициентов
 - 6.1 Общие положения
 - 6.2 Ограничения
 - 6.3 Расчетные значения
 - 6.3.1 Расчетные значения воздействий
 - 6.3.2 Расчетные значения эффектов воздействий
 - 6.3.3 Расчетные значения характеристик свойств материалов и изделий
 - 6.3.4 Расчетные значения геометрических параметров
 - 6.3.5 Расчетное значение сопротивления
 - 6.4 Предельные состояния несущей способности (ULS)
 - 6.4.1 Общие положения
 - 6.4.2 Проверка статического равновесия и сопротивления
 - 6.4.3 Сочетание воздействий (за исключением проверок на выносливость)
 - 6.4.4 Частные коэффициенты, применяемые для воздействий и сочетаний воздействий
 - 6.4.5 Частные коэффициенты, применяемые для материалов и изделий

6.5 Предельные состояния эксплуатационной пригодности (SLS)

6.5.1 Проверка

6.5.2 Критерии эксплуатационной пригодности

6.5.3 Сочетания воздействий

6.5.4 Частные коэффициенты для материалов

Приложение A1 Указания, касающиеся правил составления сочетаний воздействий для зданий

Приложение A2 Применение для мостов

Приложение В Управление надежностью строительных конструкций

Приложение С Основы расчетов с применением частных коэффициентов и основы анализа надежности

Приложение D Проектирование на основе результатов испытаний

Библиография

Национальные требования и национально установленные параметры

Введение

Настоящие строительные нормы включают текст Еврокода, национальное предисловие, а также национальные требования и национально установленные параметры.

Раздел «Национальные требования и национально установленные параметры» содержит только информацию о параметрах, которые в Еврокоде оставлены открытыми для принятия решения на национальном уровне. Национальные требования и национально установленные параметры включают:

- числовые значения и/или классы, по которым Еврокодами допускается альтернативное решение;
- числовые значения, которые следует использовать в тех случаях, когда в Еврокодах указаны только символы;
- специфические данные (географические, климатические и т. д.), которые применимы только для определенной страны, например карты снеговой нагрузки на грунт;
- расчетные методики – в случаях, когда Еврокодами допускается применение альтернативных методик.

Национальные требования и национально установленные параметры

Настоящие строительные нормы, разработанные на основе EN 1991-1-1, содержат национальные требования и национально установленные параметры в следующих пунктах:

- A1.1(1);
- A1.2.1(1);
- A1.2.2 (таблица A1.1);
- A1.3.1(1) (таблицы A1.2(A)–A1.2(C));
- A1.3.1(5);
- A1.3.2 (таблица A1.3);
- A1.4.2(2).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Basis of structural design

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Общие положения

1.1 Область применения

(1) В настоящих строительных нормах приведены принципы и требования, касающиеся безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности конструкций, описаны основы их расчетов и проверок, а также представлены рекомендации по обеспечению надежности конструкций.

(2) Настоящие строительные нормы предназначены для применения совместно с EN 1991–EN 1999 при проектировании конструкций зданий и инженерных сооружений гражданского назначения с учетом геотехнических условий, огнестойкости и сейсмостойкости, их возведения, а также временных конструкций.

Примечание – Для проектирования специальных строительных объектов (например, АЭС, дамбы и т. д.) могут потребоваться дополнительные положения, не приведенные в EN 1991–EN 1999.

(3) Настоящие строительные нормы допускается также применять при проектировании конструкций, выполненных из таких материалов и при таких воздействиях, которые относятся к области применения EN 1991–EN 1999.

(4) Настоящие строительные нормы применяют также при оценке несущей способности существующих конструкций, при разработке проектов ремонта и реконструкции или при оценке изменений условий эксплуатации.

Примечание – При необходимости могут потребоваться дополнительные положения или их уточнение.

1.2 Нормативные ссылки

Настоящие строительные нормы содержат датированные и недатированные ссылки на стандарты и положения других документов. Нормативные ссылки, перечисленные ниже, приведены в соответствующих местах в тексте. Для датированных ссылок последующие изменения или пересмотр ссылочных документов применяют в настоящих строительных нормах только при внесении в них изменений или пересмотре. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

Примечание – В настоящих строительных нормах содержатся ссылки на следующие стандарты:

- EN 1991 Еврокод 1. Воздействия на конструкции
- EN 1992 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций
- EN 1993 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций
- EN 1994 Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций
- EN 1995 Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций
- EN 1996 Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций
- EN 1997 Еврокод 7. Геотехническое проектирование
- EN 1998 Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций
- EN 1999 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций.

1.3 Предпосылки

(1) Проект, соответствующий принципам и правилам применения, считается удовлетворяющим требованиям при условии, что выполнены предпосылки, приведенные в настоящих строительных нормах и EN 1991–EN 1999 (см. абзац (2)).

(2) Общие предпосылки настоящих строительных норм следующие:

- выбор конструктивной системы и разработка чертежей строительных конструкций осуществляются квалифицированным и опытным персоналом;
- строительные работы при возведении конструкций выполняются персоналом, имеющим соответствующие навыки и опыт;
- в процессе проектирования и при выполнении работ, например, на предприятии-изготовителе изделий и на строительной площадке, обеспечивается соответствующий надзор и контроль качества;
- применяются строительные материалы и изделия в соответствии с требованиями настоящих строительных норм или EN 1991–EN 1999, соответствующими стандартами или документами, на которые даны ссылки, или в соответствии с техническими условиями на изделия;
- производится необходимое техническое обслуживание конструкций;
- конструкции эксплуатируются в соответствии с предпосылками, заложенными в проекте.

Примечание – Возможны случаи, при которых вышеперечисленные предпосылки могут быть дополнены.

1.4 Различие между принципами и правилами проектирования

(1) В зависимости от содержания и формы изложения отдельных пунктов настоящих строительных норм различают принципы и правила проектирования.

(2) Принципы включают в себя:

- общие формулировки и определения, для которых не предусматриваются альтернативные варианты;
- требования и расчетные модели, для которых не допускаются альтернативные варианты, при отсутствии других указаний.

(3) Принципы обозначены буквой Р, следующей за номером абзаца.

(4) Правила проектирования являются общепризнанными правилами, которые обеспечивают выполнение принципов и удовлетворяют их требованиям.

(5) Допускается применение альтернативных правил проектирования, отличных от правил, приведенных в настоящих строительных нормах для строительных сооружений, при условии доказательства того, что альтернативные правила соответствуют основным принципам и как минимум обеспечивают достижение равных показателей безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности, предполагаемых в случае применения Еврокодов.

Примечание – Если вместо правила проектирования используется альтернативное правило, то результат расчета нельзя считать полностью соответствующим настоящим строительным нормам, даже если расчет выполняется в соответствии с принципами настоящих строительных норм. Если настоящие строительные нормы применяют с соблюдением свойств, перечисленных в стандарте на изделие или ETAG, использование альтернативного правила проектирования может быть основанием для отказа в маркировке CE.

(6) В настоящих строительных нормах правила проектирования обозначены номером в скобках, например, как в данном пункте.

1.5 Термины и определения

Примечание – Термины и определения в настоящих строительных нормах приняты по ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930, ISO 8402.

1.5.1 Общие термины, используемые в настоящих строительных нормах и EN 1991–EN 1999

1.5.1.1 строительные сооружения (construction works): Все, что построено или является результатом строительных работ.

Примечание – Это определение соответствует принятому в ISO 6707-1. Термин касается как зданий, так и инженерных сооружений гражданского назначения. Он относится ко всему строительному объекту, включая конструктивные, неконструктивные и геотехнические элементы.

1.5.1.2 вид зданий или инженерных сооружений гражданского назначения (type of building or civil engineering works): Классификационная категория строительных сооружений по признаку сходства их функционального назначения (например, жилой дом, подпорная стенка, промышленное здание, автодорожный мост).

1.5.1.3 вид конструкций (type of construction): Классификационная единица, определяющая конструкции по основному строительному материалу (например, железобетонная конструкция, стальная конструкция, деревянная конструкция, каменная конструкция, сталежелезобетонная конструкция).

1.5.1.4 метод строительства (method of construction): Метод организации строительного производства, посредством которого осуществляется возведение конструкции (например монолитное, сборное строительство, возведение методом консольной надвигки).

1.5.1.5 строительный материал (construction material): Материал, предназначенный для строительства объектов (например, бетон, сталь, древесина, кирпич).

1.5.1.6 конструкция (structure): Организованная совокупность соединенных между собой частей, предназначенных для восприятия нагрузок и обеспечения требуемой жесткости.

1.5.1.7 элемент конструкции (structural member): Физически различимая составная часть конструкции (например, колонна, балка, плита, свая).

1.5.1.8 форма конструкции (form of structure): Расположение элементов конструкции относительно друг друга.

Примечание – Примерами конструкций различных форм являются рамы, подвесные мосты и т. д.

1.5.1.9 конструктивная система (structural system): Совокупность несущих элементов здания или инженерного сооружения гражданского назначения и способа, посредством которого эти элементы работают совместно.

1.5.1.10 расчетная модель конструкции (structural model): Идеализация конструктивной системы, используемая для анализа, проектирования и проверки.

1.5.1.11 возведение (execution): Все действия по строительству здания или инженерного сооружения, включая закупку строительных материалов, подготовку сопроводительной документации и надзор.

1.5.2 Специальные термины, относящиеся к проектированию в целом

1.5.2.1 расчетные критерии (design criteria): Количественные показатели, характеризующие условия, которые должны быть выполнены для каждого предельного состояния.

1.5.2.2 расчетные ситуации (design situations): Совокупность физических условий, эквивалентно отображающих фактические условия в течение некоторого установленного промежутка времени, для которого расчетом подтверждается, что соответствующие предельные состояния не будут превышены.

1.5.2.3 переходная расчетная ситуация (transient design situation): Расчетная ситуация с высокой вероятностью возникновения, которая является определяющей

в течение временного периода, гораздо более короткого, чем проектный срок эксплуатации конструкции.

Примечание – Переходная расчетная ситуация относится к временным состояниям конструкции, возникающим, например, в процессе возведения или ремонта.

1.5.2.4 постоянная расчетная ситуация (persistent design situation): Расчетная ситуация, которая является определяющей в течение временного периода, сравнимого с проектным сроком эксплуатации конструкции.

Примечание – В общем случае постоянная расчетная ситуация относится к нормальным условиям эксплуатации.

1.5.2.5 особая расчетная ситуация (accidental design situation): Расчетная ситуация, предполагающая особые условия состояния или эксплуатации конструкции, включая пожар, взрыв, удар или локальное разрушение.

1.5.2.6 расчет огнестойкости (fire design): Определение параметров пожарной опасности конструкции с целью установления способности конструкции сохранять свои функции.

1.5.2.7 сейсмическая расчетная ситуация (seismic design situation): Расчетная ситуация, учитывающая особые условия эксплуатации конструкции, подверженной сейсмическим воздействиям.

1.5.2.8 проектный срок эксплуатации (design working life): Период времени, установленный в проекте, в течение которого конструкция или ее часть должны эксплуатироваться в соответствии с их назначением и предусмотренным уровнем обслуживания без необходимости капитального ремонта.

1.5.2.9 угроза (hazard): Для случаев, изложенных в настоящих строительных нормах и EN 1991–EN 1999, – особое и значительное событие, имеющее низкую вероятность появления (например, непредполагаемое воздействие или влияние окружающей среды, недостаточная прочность материала, недостаточное сопротивление элемента конструкции или недопустимое отклонение от заданных размеров).

1.5.2.10 схема нагружения (load arrangement): Установление места расположения, значения и направления свободного воздействия.

1.5.2.11 случай нагружения (load case): Взаимно совместимые схемы нагружения, совокупность деформаций и несовершенств конструкции, рассматриваемые совместно с фиксированными переменными и постоянными воздействиями при проверках предельных состояний.

1.5.2.12 предельные состояния (limit states): Состояния, после наступления которых конструкция перестает удовлетворять предъявляемым к ней проектным критериям.

1.5.2.13 предельные состояния несущей способности (ultimate limit states): Состояния, связанные с разрушением или другими подобными формами отказа конструкции.

Примечание – В общем случае предельные состояния несущей способности связывают с максимальной несущей способностью конструкции или элемента конструкции.

1.5.2.14 предельные состояния эксплуатационной пригодности (serviceability limit states): Состояния, соответствующие условиям, при превышении которых конструкция или элемент конструкции перестает удовлетворять установленным эксплуатационным требованиям.

1.5.2.14.1 необратимые предельные состояния эксплуатационной пригодности (irreversible serviceability limit states): Предельные состояния эксплуатационной пригодности, при которых некоторые параметры, обусловленные воздействиями, превышают установленные эксплуатационные требования после устранения данных воздействий.

1.5.2.14.2 обратимые предельные состояния эксплуатационной пригодности (reversible serviceability limit states): Предельные состояния эксплуатационной пригодности, при которых ни один из параметров, обусловленных воздействиями, не превышает установленных эксплуатационных требований после устранения данных воздействий.

1.5.2.14.3 критерий эксплуатационной пригодности (serviceability criterion): Расчетный критерий предельного состояния эксплуатационной пригодности.

1.5.2.15 сопротивление (resistance): Способность элемента конструкции или ее части либо поперечного сечения элемента конструкции или ее части выдерживать воздействия без механического разрушения (например, сопротивление изгибу, сопротивление продольному изгибу, сопротивление растяжению).

1.5.2.16 прочность (strength): Механическое свойство материала, характеризующее его способность сопротивляться без разрушения внешним воздействиям. Прочность обычно выражается в единицах напряжения.

1.5.2.17 надежность (reliability): Способность конструкции или элемента конструкции выполнять заданные функции, сохраняя параметры функционирования, с учетом проектного срока эксплуатации; выражается, как правило, в вероятностных величинах.

Примечание – Понятие надежности включает безопасность, эксплуатационную пригодность и долговечность конструкции.

1.5.2.18 дифференциация надежности (reliability differentiation): Меры, принимаемые при социально-экономической оптимизации ресурсов, использованных для возведения строительных сооружений, с учетом ожидаемых последствий разрушения и стоимости строительного объекта.

1.5.2.19 базисная переменная (basic variable): Элемент установленного набора переменных, представляющих физические параметры, характеризующие воздействия и влияние окружающей среды, геометрические параметры и свойства материалов, включая свойства грунтов.

1.5.2.20 техническое обслуживание (maintenance): Совокупность действий, предпринимаемых в течение срока эксплуатации конструкции, направленных на обеспечение требований ее надежности.

Примечание – Действия, направленные на восстановление конструкции в результате особых или сейсмических воздействий, обычно не относятся к техническому обслуживанию.

1.5.2.21 ремонт (repair): Действия, предпринимаемые с целью сохранения или восстановления функций конструкции, не относящиеся к техническому обслуживанию.

1.5.2.22 номинальное значение (nominal value): Значение, установленное без учета статистической изменчивости, например, на основе накопленного опыта или физических условий.

1.5.3 Термины, относящиеся к воздействиям

1.5.3.1 воздействие F (action): а) Совокупность сил (нагрузок), приложенных к конструкции (прямое воздействие); б) совокупность вынужденных деформаций или ускорений, вызванных, например, изменениями температуры и влажности, неравномерной осадкой опор или землетрясениями (косвенное воздействие).

1.5.3.2 эффект воздействия E (effect of action): Результат воздействия(-ий) на элементы конструкции (например, внутреннее усилие, момент, напряжение, деформация) или на конструкцию в целом (например, прогиб, поворот).

1.5.3.3 постоянное воздействие G (permanent action): Воздействие, вероятность в течение заданного базового периода времени и значение которого изменяются во

времени незначительно или изменения которого всегда происходят в одном и том же направлении (монотонно), до достижения определенного предельного значения.

1.5.3.4 переменное воздействие Q (variable action): Воздействие, для которого изменение значения во времени является значительным и не является монотонным.

1.5.3.5 особое воздействие A (accidental action): Значительное по величине, но непродолжительное воздействие, которое является маловероятным в течение проектного срока эксплуатации для данной конструкции.

Примечание 1 – Особое воздействие во многих случаях может привести к значительным последствиям, если не будут приняты соответствующие меры.

Примечание 2 – Ударное, снеговое, ветровое и сейсмическое воздействия могут рассматриваться как переменные или как особые воздействия, в зависимости от имеющейся информации об их статическом распределении.

1.5.3.6 сейсмическое воздействие A_E (seismic action): Воздействие, обусловленное движениями грунта в результате землетрясения.

1.5.3.7 геотехническое воздействие (geotechnical action): Воздействие, передаваемое на конструкцию грунтовых масс грунтовой засыпкой или грунтовыми водами.

1.5.3.8 фиксированное воздействие (fixed action): Воздействие, которое имеет такое распределение и положение по отношению к конструкции или элементу конструкции, что значение и направление этого воздействия определяются однозначно для конструкции в целом или для элемента конструкции, если это значение и направление определены в какой-либо одной точке конструкции или элемента конструкции.

1.5.3.9 свободное воздействие (free action): Воздействие, которое может иметь различные пространственные распределения по отношению к конструкции.

1.5.3.10 отдельное воздействие (single action): Воздействие, которое может рассматриваться как статистически независимое во времени и пространстве от любого другого воздействия на конструкцию.

1.5.3.11 статическое воздействие (static action): Воздействие, которое не вызывает значительных ускорений конструкции или элементов конструкции.

1.5.3.12 динамическое воздействие (dynamic action): Воздействие, которое вызывает значительные ускорения конструкции или элементов конструкции.

1.5.3.13 квазистатическое воздействие (quasi-static action): Динамическое воздействие, выраженное эквивалентным статическим воздействием в статической расчетной модели.

1.5.3.14 характеристическое значение воздействия F_k (characteristic value of an action): Основное репрезентативное значение воздействия.

Примечание – Если характеристическое значение может быть установлено на основе статистических данных, его следует устанавливать таким образом, чтобы оно соответствовало заданной вероятности непревышения с неблагоприятной точки зрения своего значения в течение базового периода с учетом проектного срока эксплуатации конструкции и продолжительности расчетной ситуации.

1.5.3.15 период отнесения (reference period): Установленный период времени, который используется в качестве основы при статистической оценке переменных воздействий и, если это возможно, особых воздействий.

1.5.3.16 комбинационное значение переменного воздействия $\psi_0 Q_k$ (combination value of a variable action): Значение, выбранное на основе статистических данных так, что вероятность превышения эффектов от сочетания воздействий будет приблизительно такой же, как и вероятность превышения характеристического значения отдельного воздействия. Значение может быть выражено как определенная часть характеристического значения при использовании коэффициента $\psi_0 \leq 1$.

1.5.3.17 частое значение переменного воздействия $\psi_1 Q_k$ (frequent value of a variable action): Значение, установленное на основе статистических данных так, что или общее

время в пределах базового периода, в течение которого оно превышает, является только малой заданной частью базового периода, или частота его превышения ограничивается заранее заданным значением. Значение может быть выражено как определенная часть характеристического значения с использованием коэффициента $\psi_1 \leq 1$.

Примечание – При высокой частоте многокомпонентного воздействия дорожного движения рассматриваются группы нагрузок, указанные в EN 1991-2.

1.5.3.18 практически постоянное значение переменного воздействия $\psi_2 Q_k$ (quasi-permanent value of a variable action): Значение, установленное таким образом, чтобы суммарный период времени, в течение которого оно будет превышено, составлял значительную часть базового периода. Значение может быть выражено как определенная часть характеристического значения с использованием коэффициента $\psi_2 \leq 1$.

1.5.3.19 сопутствующее значение переменного воздействия ψQ_k (accompanying value of a variable action): Значение переменного воздействия, которое рассматривается в одном сочетании с доминирующим воздействием.

Примечание – Сопутствующим значением переменного воздействия может быть комбинационное, частое или практически постоянное значение.

1.5.3.20 репрезентативное значение воздействия F_{rep} (representative value of an action): Значение, принимаемое для проверки предельного состояния; может быть характеристическим F_k или сопутствующим ψF_k .

1.5.3.21 расчетное значение воздействия F_d (design value of an action): Значение, полученное в результате умножения репрезентативного значения на частный коэффициент γ_f .

Примечание – Результат умножения репрезентативного значения на частный коэффициент $\gamma_F = \gamma_{sd}\gamma_f$ также можно рассматривать как расчетное значение воздействия (6.3.2).

1.5.3.22 сочетание воздействий (combination of actions): Совокупность расчетных значений, используемых при проверке надежности конструкции, когда в рассматриваемом предельном состоянии различные воздействия действуют одновременно.

1.5.4 Термины, относящиеся к свойствам материалов и изделий

1.5.4.1 характеристическое значение X_k или R_k (characteristic value): Значение свойства материала или изделия, имеющее установленную вероятность недостижения при гипотетически неограниченном количестве испытаний. Это значение обычно соответствует установленному квантилю принятого статистического распределения отдельного свойства материала или изделия. В некоторых случаях в качестве характеристического значения используется номинальное значение.

1.5.4.2 расчетное значение свойства материала X_d или изделия R_d (design value of a material or product property): Значение, полученное в результате деления характеристического значения на частный коэффициент γ_m или γ_M или, в отдельных случаях, определяемое непосредственно.

1.5.4.3 номинальное значение свойства материала X_{nom} или изделия R_{nom} (nominal value of a material or product property): Значение, которое в большинстве случаев принимается как характеристическое значение и устанавливается в соответствующих документах.

1.5.5 Термины, относящиеся к геометрическим параметрам

1.5.5.1 характеристическое значение геометрического параметра a_k (characteristic value of geometrical property): Значение, в большинстве случаев соответствующее размерам, установленным в проекте. В некоторых случаях значения геометрических параметров могут соответствовать установленным квантилям статистического распределения.

1.5.5.2 расчетное значение геометрического параметра a_d (design value of a geometrical property): В общем случае – номинальное значение. В необходимых случаях значения геометрических параметров могут соответствовать некоторому установленному квантилю статистического распределения.

Примечание – Расчетное значение геометрического параметра в общем случае совпадает с его характеристическим значением. Однако может быть установлено другое в тех случаях, когда рассматриваемое предельное состояние зависит от значения геометрического параметра, например, если учитывается влияние геометрических несовершенств на значение сопротивления при потере устойчивости. В таких случаях расчетное значение обычно устанавливается непосредственно по стандартам. Альтернативно это значение может быть установлено на основе статистических данных. В этом случае принимается значение, соответствующее более достоверному квантилю (например, более редкое значение), чем для характеристического значения.

1.5.6 Термины, относящиеся к расчету конструкций

Примечание – Определения, приведенные в настоящем пункте, могут не относиться непосредственно к терминам, применяемым в настоящих строительных нормах, но приведены для обеспечения однозначной трактовки терминов, относящихся к расчету конструкций согласно EN 1991–EN 1999.

1.5.6.1 расчет конструкций (structural analysis): Процедура или алгоритм для определения эффектов воздействий в каждой точке конструкции.

Примечание – Расчет конструкций может быть выполнен на трех уровнях, используя три различные модели: общий статический расчет, расчет отдельных элементов конструкции, местный расчет.

1.5.6.2 общий статический расчет (global analysis): Определение в конструкции общей совокупности внутренних сил и моментов или напряжений, находящихся в равновесии с определенной совокупностью отдельных воздействий на конструкцию и зависящих от ее геометрических и конструктивных характеристик, а также свойств материалов.

1.5.6.3 линейно-упругий расчет первого порядка без перераспределения усилий (first order linear-elastic analysis without redistribution): Упругий расчет конструкций, основанный на применении линейных зависимостей «напряжения – деформации» и «момент – кривизна» и выполняемый с учетом начальной геометрической формы конструкции.

1.5.6.4 линейно-упругий расчет первого порядка с перераспределением усилий (first order linear-elastic analysis with redistribution): Линейно-упругий расчет конструкций, при котором внутренние силы и моменты подвергаются перераспределению с сохранением условий равновесия с заданными внешними воздействиями, но без дополнительных детальных расчетов, подтверждающих способность к повороту сечений.

1.5.6.5 линейно-упругий расчет второго порядка (second order linear-elastic analysis): Упругий расчет конструкций, учитывающий линейную зависимость «напряжения – деформации» и деформированную геометрическую форму конструкции.

1.5.6.6 нелинейный расчет первого порядка (first order non-linear analysis): Расчет конструкций с учетом нелинейных деформационных свойств материалов, выполняемый с учетом начальной геометрической формы конструкции.

Примечание – Нелинейный расчет первого порядка может быть упругим с соответствующими допущениями или идеально-упруго-пластическим (1.5.6.8 и 1.5.6.9), упруго-пластическим (1.5.6.10), жестко-пластическим (1.5.6.11).

1.5.6.7 нелинейный расчет второго порядка (second order non-linear analysis): Расчет конструкций с учетом нелинейных деформационных свойств материалов, выполняемый с учетом деформированной геометрической формы конструкции.

Примечание – Нелинейный расчет второго порядка может быть идеально-упруго-пластическим или упруго-пластическим.

1.5.6.8 идеально-упруго-пластический расчет первого порядка (first order elastic-perfectly plastic analysis): Расчет конструкций, основанный на применении линейной зависимости «момент – кривизна» в упруго-пластической стадии с последующим переходом в пластическую стадию без упрочнения, выполняемый с учетом начальной геометрической формы конструкции.

1.5.6.9 идеально-упруго-пластический расчет второго порядка (second order elastic-perfectly plastic analysis): Расчет конструкций, основанный на применении линейной зависимости «момент – кривизна» в упруго-пластической стадии с последующим переходом в пластическую стадию без упрочнения, выполняемый с учетом деформированной геометрической формы конструкции.

1.5.6.10 упруго-пластический расчет (elasto-plastic analysis): Расчет конструкций, основанный на применении линейных зависимостей «напряжения – деформации» или «момент – кривизна» в упруго-пластической стадии с последующим переходом в пластическую стадию с упрочнением или без упрочнения.

Примечание – В общем случае расчет выполняется с учетом начальной геометрической формы, но может быть выполнен также с учетом деформированной геометрической формы конструкции.

1.5.6.11 жестко-пластический расчет (rigid plastic analysis): Расчет, выполняемый с учетом начальной геометрической формы конструкции, при котором в рамках теории предельных состояний непосредственно используется метод предельных усилий.

Примечание – Зависимость «момент – кривизна» принимается без учета упругих деформаций и без упрочнения.

1.6 Обозначения

В настоящих строительных нормах применены следующие обозначения:

Примечание – Применяемые обозначения приведены в соответствии с ISO 3898:1987.

Прописные буквы латинского алфавита

A – особое воздействие;

A_d – расчетное значение особого воздействия;

A_{Ed} – расчетное значение сейсмического воздействия; $A_{Ed} = \gamma_I A_{Ek}$;

A_{Ek} – характеристическое значение сейсмического воздействия;

C_d – расчетное значение или функция определенных расчетных показателей материала;

E – эффект воздействий;

E_d – расчетное значение эффекта воздействий;

$E_{d,dst}$ – расчетное значение эффекта дестабилизирующих воздействий;

$E_{d,stb}$ – расчетное значение эффекта стабилизирующих воздействий;

F – воздействие;

F_d – расчетное значение воздействия;

F_k – характеристическое значение воздействия;

F_{rep} – репрезентативное значение воздействия;

F_w – ветровое воздействие (общее обозначение);

F_{wk} – характеристическое значение ветрового воздействия;

F_W^* – ветровое воздействие, совместимое с движением автотранспорта;
 F_W^{**} – ветровое воздействие, совместимое с движением железнодорожного транспорта;
 G – постоянное воздействие;
 G_d – расчетное значение постоянного воздействия;
 $G_{d,inf}$ – нижнее расчетное значение постоянного воздействия;
 $G_{d,sup}$ – верхнее расчетное значение постоянного воздействия;
 G_k – характеристическое значение постоянного воздействия;
 $G_{k,j}$ – характеристическое значение постоянного воздействия j ;
 $G_{k,j,sup}/G_{k,j,inf}$ – верхнее/нижнее характеристическое значение постоянного воздействия j ;
 G_{set} – постоянное воздействие вследствие неравномерной осадки фундамента;
 P – определяющее репрезентативное значение усилия предварительного напряжения (см. EN 1992–EN 1996 и EN 1998–EN 1999);
 P_d – расчетное значение усилия предварительного напряжения;
 P_k – характеристическое значение усилия предварительного напряжения;
 P_m – среднее значение усилия предварительного напряжения;
 Q – переменное воздействие;
 Q_d – расчетное значение переменного воздействия;
 Q_k – характеристическое значение отдельного переменного воздействия;
 $Q_{k,1}$ – характеристическое значение доминирующего переменного воздействия 1;
 $Q_{k,i}$ – характеристическое значение сопутствующего переменного воздействия i ;
 Q_{Sn} – характеристическое значение снеговой нагрузки;
 R – сопротивление;
 R_d – расчетное значение сопротивления;
 R_k – характеристическое значение сопротивления;
 T – температурное климатическое воздействие (общее обозначение);
 T_k – характеристическое значение температурного климатического воздействия;
 X – характеристика свойства материала;
 X_d – расчетное значение характеристики свойства материала;
 X_k – характеристическое значение характеристики свойства материала.

Строчные буквы латинского алфавита

a_d – расчетное значение геометрического параметра;
 a_k – характеристическое значение геометрического параметра;
 a_{nom} – номинальное значение геометрического параметра;
 d_{set} – разница между осадкой отдельного фундамента или части фундамента и исходным уровнем;
 u – горизонтальное смещение конструкции или элемента конструкции;
 w – вертикальное отклонение элемента конструкции.

Прописные буквы греческого алфавита

Δa – изменение номинального значения геометрического параметра для конкретной цели проектирования, например, при оценке влияния дефектов;
 Δd_{set} – неопределенность при оценке осадки фундамента или части фундамента.

Строчные буквы греческого алфавита

γ – частный коэффициент (безопасности или эксплуатационной пригодности);
 γ_{bt} – предельное значение ускорения колебаний пролетных строений моста с щебеночным балластом;
 γ_{df} – предельное значение ускорения колебаний пролетных строений моста для непосредственно закрепленного пути;

γ_{Gset} – частный коэффициент для постоянных воздействий, связанных с осадкой, учитывающий также неопределенности модели;

γ_f – частный коэффициент для воздействий, учитывающий возможность неблагоприятных отклонений значений воздействий от репрезентативных значений;

γ_F – частный коэффициент для воздействий, учитывающий неопределенность расчетной модели и отклонения от заданных размеров;

γ_g – частный коэффициент для постоянных воздействий, учитывающий возможность неблагоприятных отклонений значений воздействий от репрезентативных значений;

γ_G – частный коэффициент для постоянных воздействий, учитывающий неопределенность расчетной модели и отклонения от заданных размеров;

$\gamma_{G,j}$ – частный коэффициент для постоянного воздействия j ;

$\gamma_{Gj, sup}/\gamma_{Gj, inf}$ – частный коэффициент для постоянного воздействия j при определении верхних/ нижних расчетных значений;

γ_i – коэффициент значимости (см. EN 1998);

γ_m – частный коэффициент для характеристики свойства материала;

γ_M – частный коэффициент для характеристики свойства материала, учитывающий неопределенность расчетной модели и отклонения от заданных размеров;

γ_P – частный коэффициент для усилия предварительного напряжения (см. EN 1992–1996 и EN 1998–1999);

γ_q – частный коэффициент для переменных воздействий, учитывающий возможность неблагоприятных отклонений значений воздействий от репрезентативных значений;

γ_Q – частный коэффициент для переменных воздействий, учитывающий неопределенность расчетной модели и отклонения от заданных размеров;

$\gamma_{Q,i}$ – частный коэффициент для переменного воздействия i ;

γ_{Rd} – частный коэффициент, учитывающий неопределенность расчетной модели сопротивления;

γ_{Sd} – частный коэффициент, учитывающий неопределенность расчетной модели воздействия и/или эффекта воздействия;

η – коэффициент пересчета;

ξ – понижающий коэффициент;

ψ_0 – коэффициент, учитывающий комбинационное значение переменного воздействия;

ψ_1 – коэффициент, учитывающий частоту повторения переменного воздействия;

ψ_2 – коэффициент, учитывающий практически постоянное значение переменного воздействия.

2 Требования

2.1 Основные требования

(1)Р Конструкции следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы они в течение предусмотренного срока эксплуатации с требуемым уровнем надежности и без необоснованных экономических затрат:

– воспринимали все воздействия и влияния, которые могут возникнуть в процессе возведения и эксплуатации;

– удовлетворяли установленным требованиям эксплуатационной пригодности конструкции или элемента конструкции.

Примечание – См. также 1.3, 2.1(7) и 2.4(1)Р.

(2)Р Конструкции следует проектировать так, чтобы были обеспечены необходимые:

– несущая способность;

– эксплуатационная пригодность;

– долговечность.

(3)Р В случае пожара несущая способность конструкции должна быть обеспечена для требуемого промежутка времени.

Примечание – См. также EN 1991-1-2.

(4)Р Конструкции следует проектировать и возводить таким образом, чтобы при наступлении таких событий, как:

- взрыв;
 - удар;
 - последствия совершенных человеком ошибок,
- они не получали повреждений, размеры которых будут непропорционально большими по отношению к первоначальной причине.

Примечание 1 – События, которые следует учитывать при расчете, устанавливаются для каждого отдельного проекта.

Примечание 2 – Дополнительная информация приведена в EN 1991-1-7.

(5)Р Потенциальные повреждения следует исключать или ограничивать соответствующим выбором одной или нескольких из перечисленных мер:

- исключением, предотвращением или снижением риска возникновения угроз, которым может быть подвергнута конструкция;
- выбором конструктивных систем, имеющих низкую восприимчивость к рассматриваемым угрозам;
- выбором конструктивных систем и методов их расчета, обеспечивающих необходимую живучесть при внезапном удалении отдельного элемента или ограниченной части конструкции;
- исключением, по возможности, конструктивных систем, которые имеют тенденцию к внезапному обрушению без предварительных признаков;
- надежным соединением элементов конструкции между собой.

(6) Выполнение основных требований должно обеспечиваться:

- выбором соответствующих материалов;
- соответствующим расчетом и конструированием;
- установлением контрольных процедур при проектировании, изготовлении, возведении и эксплуатации, характерных для конкретного проекта.

(7) Положения настоящего раздела требуют осуществления проектирования квалифицированным персоналом с использованием современных научных достижений и накопленного опыта.

2.2 Управление надежностью

(1)Р Требуемый уровень надежности конструкций, соответствующих области применения настоящих строительных норм, должен быть обеспечен:

- а) выполнением требований настоящих строительных норм и EN 1991–EN 1999 при проектировании;
- б) выполнением основных требований при возведении и мероприятиями по обеспечению качества.

Примечание – См. 2.2(5) и приложение В.

(2) Различные уровни надежности могут быть приняты для:

- несущей способности конструкции;
- эксплуатационной пригодности.

(3) При выборе уровня надежности для определенной конструкции следует учитывать такие значимые факторы, как:

- возможные причины и/или формы достижения предельного состояния;
- возможные последствия разрушения, такие как риск для жизни людей, травмы и потенциальные экономические потери;
- общественная реакция в случае разрушения;
- расходы и мероприятия, а также действия, необходимые для ограничения риска разрушения.

(4) Уровни надежности, принимаемые для соответствующих конструкций, могут быть установлены одним из следующих способов:

- классификацией конструкции в целом;
- классификацией элементов конструкции.

Примечание – См. также приложение В.

(5) Уровни надежности, относящиеся к несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкций, могут быть достигнуты соответствующей комбинацией следующих мер:

а)а) предупреждающих и защитных (например, устройство защитных барьеров, активные и пассивные противопожарные меры, меры по защите от коррозии, такие как покраска, катодная защита и т. д.);

б) связанных с выполнением расчетов:

- применение репрезентативных значений воздействий;
- выбор частных коэффициентов;

с) относящихся к менеджменту качества при проектировании и возведении;

д) направленных на исключение ошибок при расчетах, изготовлении конструкции и грубых человеческих ошибок при проектировании и возведении;

е) других мер, касающихся следующих вопросов проектирования:

- основных требований;
- степени живучести (прочности конструкции);
- долговечности, включая назначение проектного срока эксплуатации;
- объема и качества предварительных исследований грунтов и предполагаемых влияний окружающей среды;
- точности используемых расчетных моделей;
- конструирования;

ф) соответствие требованиям к возведению согласно соответствующим стандартам, на которые приведены ссылки в EN 1991–EN 1999;

г) соответствующий контроль и техническое обслуживание согласно процедурам, установленным в проектной документации.

(6) Меры по предотвращению потенциальных причин отказа и/или по снижению их последствий в обоснованных случаях допускается изменять в ограниченных пределах, при условии сохранения требуемого уровня надежности.

2.3 Проектный срок эксплуатации

(1) Следует устанавливать проектный срок эксплуатации конструкции.

Примечание – Ориентировочные категории проектного срока эксплуатации приведены в таблице 2.1. Значения, приведенные в таблице 2.1, допускается также использовать при определении эксплуатационных свойств, являющихся функцией времени (например, в расчетах, связанных с выносливостью) (см. приложение А1).

Таблица 2.1 – Ориентировочный проектный срок эксплуатации

Категория проектного срока эксплуатации	Ориентировочный проектный срок эксплуатации, лет	Примеры
1	10	Временные конструкции ¹⁾
2	10–25	Заменяемые части конструкций, например подкрановые балки, опоры
3	15–30	Сельскохозяйственные и подобные им конструкции
4	50	Конструкции зданий и другие обычные конструкции
5	100	Конструкции монументальных зданий, мосты и другие инженерные сооружения гражданского назначения

¹⁾ Конструкции или их части, которые могут быть демонтированы для повторного использования, не рассматриваются как временные.

2.4 Долговечность

(1)Р Конструкцию следует проектировать таким образом, чтобы изменения заданных начальных показателей качества, происходящие в течение проектного срока эксплуатации с учетом влияния окружающей среды и предусмотренного уровня технического обслуживания, не приводили к снижению эксплуатационных свойств конструкции более установленного уровня.

(2) Для обеспечения требуемой долговечности конструкции необходимо учитывать и предусматривать следующее:

- предусмотренное или прогнозируемое в последующем использование конструкции по назначению;
- требуемые расчетные критерии;
- предполагаемые условия окружающей среды;
- состав, свойства и эксплуатационные качества материалов и изделий;
- свойства грунтов;
- выбор конструктивной системы;
- форму элементов конструкций и конструктивные решения;
- качество выполнения строительных работ и уровень контроля;
- особые защитные меры;
- необходимое техническое обслуживание в течение проектного срока эксплуатации.

Примечание – Соответствующие стандарты EN 1992–EN 1999 устанавливают требуемые меры по снижению степени износа конструкции.

(3)Р Условия окружающей среды должны быть определены на стадии проектирования так, чтобы можно было оценить их влияние на долговечность конструкции и предпринять соответствующие меры с целью защиты материалов, примененных для изготовления конструкции.

(4) Степень любого износа может быть оценена на основе расчетов, экспериментальных исследований, опыта предыдущего строительства или с использованием комбинации данных подходов.

2.5 Контроль качества

(1) Для обеспечения соответствия конструкции требованиям и предпосылкам, принятым в проекте, следует предусматривать соответствующие меры по контролю качества. Данные меры включают:

- определение требований к надежности;
- организационные меры;
- контроль на этапах проектирования, возведения, эксплуатации и технического обслуживания.

Примечание – Допускается для определения мер по контролю качества применять EN ISO 9001:2000.

3 Принципы проверок предельных состояний

3.1 Общие положения

(1)Р Различают предельные состояния несущей способности и эксплуатационной пригодности.

Примечание – В некоторых случаях могут потребоваться дополнительные проверки, например для обеспечения безопасности дорожного движения.

(2) Проверку одного из двух предельных состояний допускается не производить при условии, что доступна достаточно полная информация, доказывающая, что при выполнении требований одного предельного состояния также выполняются требования другого предельного состояния.

(3)Р Предельные состояния следует относить к расчетным ситуациям (3.2).

(4) Расчетные ситуации классифицируются как постоянные, переходные и особые (3.2).

(5) Проверку предельных состояний, связанных с эффектами, зависящими от времени (например, выносливость), производят для проектного срока эксплуатации конструкции.

Примечание – Большинство эффектов, зависящих от времени, имеет свойство накапливаться.

3.2 Расчетные ситуации

(1)Р Характерные расчетные ситуации следует выбирать с учетом условий, при которых требуется, чтобы конструкция выполняла свои функции.

(2)Р Расчетные ситуации классифицируются следующим образом:

- постоянные расчетные ситуации, относящиеся к обычным условиям эксплуатации;
- переходные расчетные ситуации, относящиеся к временным условиям, применимым к конструкции, например, в процессе возведения или ремонта;
- особые расчетные ситуации, относящиеся к исключительным условиям, применимым к конструкции или условиям окружающей среды, например пожар, ударное воздействие или последствия местного разрушения;
- сейсмические расчетные ситуации, относящиеся к условиям, применимым к конструкции, подвергающейся сейсмическим воздействиям.

Примечание – Информация для установленных расчетных ситуаций в пределах каждого из этих классов приведена в EN 1991–EN 1999.

(3)Р Выбранные расчетные ситуации должны учитывать все условия, которые обоснованно могут быть спрогнозированы в процессе возведения и эксплуатации конструкции.

3.3 Предельные состояния несущей способности

(1)Р Предельные состояния, касающиеся:

- безопасности людей и/или
 - безопасности конструкций,
- классифицируются как предельные состояния несущей способности.

(2) В некоторых случаях к предельным состояниям несущей способности относятся также предельные состояния, касающиеся защиты содержимого, находящегося внутри сооружения.

Примечание – Такие случаи принимаются для конкретного проекта.

(3) Состояния, предшествующие разрушению конструкции, для упрощения могут рассматриваться как предельные состояния несущей способности.

(4) Р Проверке подлежат, в случае их значимости, следующие предельные состояния несущей способности:

- потеря равновесия конструкции или любой ее части, рассматриваемой как жесткое тело;
- разрушение в результате недопустимых деформаций, переход конструкции или любой ее части в кинематически нестабильное состояние (механизм), нарушение целостности в результате разрушения материалов, потеря устойчивости конструкции или любой ее части, включая опоры и фундаменты;
- разрушение, обусловленное усталостью материала или другими эффектами, зависящими от времени.

Примечание – Различные группы частных коэффициентов связаны с различными предельными состояниями несущей способности (см. 6.4.1).

3.4 Предельные состояния эксплуатационной пригодности

(1) Р Предельные состояния, относящиеся к:

- функционированию конструкции или элементов конструкции при нормальных условиях эксплуатации;
 - комфорту пользователей;
 - внешнему виду строительных объектов,
- классифицируются как предельные состояния эксплуатационной пригодности.

Примечание 1 – Для характеристики эксплуатационной пригодности критериями внешнего вида являются недопустимо большие прогибы и недопустимая ширина раскрытия трещин, исключая другие показатели.

Примечание 2 – Требования эксплуатационной пригодности обычно устанавливаются для каждого проекта.

(2) Р Различают обратимые и необратимые предельные состояния эксплуатационной пригодности.

(3) При проверках предельных состояний эксплуатационной пригодности следует использовать критерии, касающиеся:

- а) деформаций, которые оказывают влияние на:
 - внешний вид строительного объекта;
 - комфорт пользователя;
 - функционирование конструкций (включая функционирование оборудования, инженерных сетей и обслуживающего персонала)или которые вызывают повреждения отделочных слоев или неконструктивных элементов;
- б) колебаний, которые:
 - вызывают дискомфорт для пользователя;
 - ограничивают функциональность конструкции;
- с) повреждений, которые могут отрицательно влиять на:
 - внешний вид строительного объекта;
 - долговечность;
 - функционирование конструкции.

Примечание – Дополнительные положения, связанные с критериями эксплуатационной пригодности, приведены в соответствующих частях EN 1992–EN 1999.

3.5 Расчет предельных состояний

(1)Р При расчете предельных состояний следует пользоваться расчетными моделями конструкций и воздействий для соответствующих предельных состояний.

(2)Р Следует выполнять проверку непревышения предельных состояний, если в данных расчетных моделях используются соответствующие расчетные значения:

- воздействий;
- характеристик свойств материалов;
- характеристик свойств изделий;
- геометрических характеристик.

(3)Р Проверку следует выполнять для всех значимых расчетных ситуаций и случаев нагружения.

(4) Для проверки требования 3.5(1)Р следует применять метод частных коэффициентов, приведенный в разделе 6.

(5) Альтернативно допускается применение расчетов, основанных непосредственно на вероятностных методах.

Примечание 1 – Основные принципы вероятностных методов расчета приведены в приложении С.

(6)Р Для выбранных расчетных ситуаций следует рассматривать критические случаи нагружения.

(7) Для отдельных проверок случаи нагружения следует выбирать, устанавливая взаимно совместимые схемы нагружения, совокупности деформаций и несовершенств, которые должны рассматриваться совместно с фиксированными переменными и постоянными воздействиями.

(8)Р В расчетах следует учитывать возможные отклонения от предполагаемых направлений или положений воздействий.

(9) В качестве моделей конструкций и нагрузок могут рассматриваться или физические, или математические модели.

4 Базисные переменные

4.1 Воздействия и влияния окружающей среды

4.1.1 Классификация воздействий

(1)Р Воздействия в зависимости от их изменения во времени классифицируются следующим образом:

- постоянные воздействия G , например собственный вес конструкций, стационарного оборудования, дорожного покрытия и косвенные воздействия, обусловленные действием усадки и неравномерных осадок;
- переменные воздействия Q , например полезные нагрузки на перекрытия зданий, балки и покрытия, ветровые воздействия и снеговые нагрузки;
- особые воздействия A , например взрывы или удары транспортных средств.

Примечание – Косвенные воздействия, вызванные вынужденными деформациями, могут быть постоянными или переменными.

(2) Некоторые воздействия, такие как сейсмические воздействия и снеговые нагрузки, могут рассматриваться как особые и/или переменные воздействия, в зависимости от расположения строительной площадки (см. EN 1991 и EN 1998).

(3) Воздействия, обусловленные действием воды, допускается рассматривать как постоянные и/или переменные, в зависимости от изменения их значений во времени.

(4)Р Воздействия также следует классифицировать в зависимости от:

- происхождения – прямые и косвенные;
- их изменения в пространстве – фиксированные или свободные;
- их характера и/или реакции конструкции – статические или динамические.

(5) Воздействие следует описывать с помощью модели, при этом его величина в большинстве случаев выражается одним скалярным числовым значением, которое может принимать различные репрезентативные значения.

Примечание – Для некоторых проверок может потребоваться более комплексное представление значений воздействий.

4.1.2 Характеристические значения воздействий

(1)Р Характеристическое значение воздействия F_k является его основным репрезентативным значением и устанавливается:

- как среднее значение, верхнее или нижнее значение или номинальное значение (которое не относится к известному статистическому распределению) (см. EN 1991);
- в соответствии с проектной документацией при условии, что сохраняется соответствие методам, приведенным в EN 1991.

(2)Р Характеристическое значение постоянного воздействия следует устанавливать следующим образом:

- если изменчивость величины G может рассматриваться как малая, допускается использовать одно значение G_k ;
- если изменчивость величины G не может рассматриваться как малая, следует использовать два значения: верхнее $G_{k,sup}$ и нижнее $G_{k,inf}$.

(3) Изменчивостью постоянного воздействия G допускается пренебрегать, если величина G существенно не изменяется в течение проектного срока эксплуатации конструкции и ее коэффициент вариации имеет малое значение. Характеристическое значение G_k следует принимать равным его среднему значению.

Примечание – В зависимости от вида конструкции коэффициент вариации может составлять 0,05–0,1.

(4) Если конструкция чувствительна к изменениям величины G (например, некоторые виды предварительно напряженных бетонных конструкций), то следует использовать два значения, в том числе в случае, когда коэффициент вариации имеет малое значение. Тогда нижнее значение $G_{k,inf}$ следует определять как 5 %-ный квантиль, а верхнее – как 95 %-ный квантиль статистического распределения Гаусса.

(5) Воздействие собственного веса конструкции может быть представлено одним характеристическим значением G_k и вычислено для номинальных размеров и среднего удельного веса (см. EN 1991-1-1).

(6) Предварительное напряжение P классифицируется как постоянное воздействие, обусловленное усилиями и/или контролируемыми вынужденными деформациями конструкции. Следует различать способы предварительного напряжения (например, предварительное напряжение посредством натягающих элементов, предварительное напряжение посредством вынужденных деформаций на опорах).

Примечание – Характеристические значения усилия предварительного напряжения для заданного момента времени t могут быть выражены верхним значением $P_{k,sup}(t)$ и нижним значением $P_{k,inf}(t)$. Для предельных состояний несущей способности может быть использовано среднее значение $P_m(t)$. Более подробная информация приведена в EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

(7)Р Характеристическое значение переменного воздействия Q_k соответствует одному из значений:

- верхнему значению с заданной вероятностью непревышения или нижнему значению с заданной вероятностью достижения в течение некоторого установленного базового периода;
- номинальному значению, которое может быть установлено в тех случаях, когда статистическое распределение неизвестно.

Примечание 1 – Численные значения переменных воздействий приведены в разных частях EN 1991.

Примечание 2 – Характеристические значения климатических воздействий устанавливаются исходя из условия, что вероятность превышения значений переменной части этого воздействия составляет 0,02 для периода повторяемости 1 год. Это соответствует среднему периоду повторяемости 50 лет для части воздействия, изменяющейся во времени. Однако в некоторых случаях, в зависимости от характера воздействия и/или выбранной расчетной ситуации, другие квантили и/или периоды повторяемости могут быть более предпочтительны.

(8) Расчетное значение особого воздействия A_d следует устанавливать для каждого проекта отдельно.

Примечание – См. также EN 1991-1-7.

(9) Расчетное значение сейсмического воздействия A_{Ed} следует оценивать исходя из характеристического значения A_{Ek} или устанавливать для каждого конкретного проекта отдельно.

Примечание – См. также EN 1998.

(10) Для многокомпонентных воздействий (например, транспортная нагрузка на мосты) воздействия следует представлять группами значений, каждая из которых учитывается в расчетах отдельно.

4.1.3 Другие репрезентативные значения переменных воздействий

(1)Р Другими репрезентативными значениями переменного воздействия являются:

- a) комбинационное значение, выраженное в виде произведения $\psi_0 Q_k$, используемое для проверки предельных состояний несущей способности и необратимых предельных состояний эксплуатационной пригодности (раздел 6 и приложение С);
- b) частое значение, выраженное в виде произведения $\psi_1 Q_k$, используемое для проверки предельных состояний несущей способности, включающих особые воздействия, и для проверки обратимых предельных состояний эксплуатационной пригодности.

Примечание 1 – Например, для зданий частое значение следует принимать так, чтобы время, в течение которого оно превышает, составляло 0,01 от продолжительности периода отнесения; частое значение транспортных нагрузок на мосты оценивают на основе периода повторяемости, равного 1 нед.

Примечание 2 – Частое значение, представляемое произведением $\psi_{1,inf} Q_k$, может быть использовано только для проверки определенных предельных состояний эксплуатационной пригодности для бетонных мостов. Частое значение, определяемое только от воздействия временных нагрузок (см. EN 1991-2), принимается для базового периода, равного одному году.

Примечание 3 – Информация относительно частого значения многокомпонентных воздействий от автомобильного транспорта приведена в EN 1991-2;

c) практически постоянное значение, выраженное в виде произведения $\psi_2 Q_k$, используется для проверки предельных состояний несущей способности, включающих

особые воздействия, а также для проверки обратимых предельных состояний эксплуатационной пригодности. Практически постоянное значение используется для расчетов долговременных (длительных) эффектов.

Примечание – Практически постоянное значение нагрузок, действующих на перекрытия зданий, обычно принимается таким образом, чтобы время его превышения составляло 0,5 базового периода. Практически постоянное значение альтернативно может быть определено как значение, усредненное за определенный период времени. В случае ветрового воздействия или дорожных транспортных нагрузок на мосты практически постоянное значение в общем случае принимается равным нулю.

4.1.4 Усталостные воздействия

(1) Модели усталостных воздействий следует принимать в таком виде, как они представлены в соответствующих частях EN 1991, на основании оценки поведения широко применяемых конструкций при переменных во времени нагрузках (например, подверженные ветровым нагрузкам одно- и многопролетные мосты, высокие гибкие конструкции зданий).

(2) Для конструкций, выходящих за область применения моделей, установленных в соответствующих частях EN 1991, усталостные воздействия следует определять на основе измерений или равнозначных исследований (испытаний) для ожидаемого спектра воздействия.

Примечание – Информация, касающаяся специфических эффектов усталостных воздействий на материал (например, учет влияния средних напряжений или нелинейных эффектов), представлена в EN 1992–EN 1999.

4.1.5 Динамические воздействия

(1) Модели нагрузок для определения характеристических значений динамических воздействий и модели усталостных нагрузок, представленные в различных частях EN 1991, включают в себя эффекты от ускорений, вызванных косвенными или непосредственными воздействиями, с учетом повышающих динамических коэффициентов.

Примечание – Область применения этих моделей представлена в различных частях EN 1991.

(2) Когда ускорения конструкции, вызванные динамическими воздействиями значительны, следует выполнять динамические расчеты конструктивной системы (5.1.3(6)).

4.1.6 Геотехнические воздействия

(1)Р Геотехнические воздействия следует определять в соответствии с EN 1997-1.

4.1.7 Влияния окружающей среды

(1)Р Влияния окружающей среды на долговечность конструкций следует учитывать при выборе материалов конструкции, в технических условиях на изготовление конструкций, в концепции конструктивной системы и в технических требованиях по проектированию.

Примечание – В EN 1992–EN 1999 приведены соответствующие указания.

(2) Эффекты от влияний окружающей среды следует учитывать в расчетах и, по возможности, описывать количественно.

4.2 Свойства материалов и изделий

(1) Свойства материалов (включая грунты и скальные породы) или изделий следует описывать их характеристическими значениями (см. 1.5.4.1).

(2) Если результат проверки предельных состояний в значительной мере зависит от изменчивости свойства материала, в расчете следует учитывать верхнее и нижнее характеристические значения.

(3) Если в EN 1991–EN 1999 не установлено другое, то:

– когда нижнее значение характеристики свойства материала или изделия является неблагоприятным, характеристическое значение следует определять как 5 %-ный квантиль;

– когда верхнее значение характеристики свойства материала или изделия является неблагоприятным, характеристическое значение следует определять как 95 %-ный квантиль.

(4) Р Значения характеристик свойств материала следует определять, используя стандартные методы испытаний, выполняемые в определенных условиях. Если это необходимо, следует применять коэффициент преобразования для приведения результатов испытаний к значениям, которые могут считаться репрезентативными для того, чтобы достаточно достоверно описать поведение материала или изделия в конструкции или основании.

Примечание – См. приложение D и EN 1992–EN 1999.

(5) При отсутствии достаточного количества статистических данных для определения характеристических свойств материала или изделия допускается принимать в качестве характеристических номинальные значения или непосредственно устанавливать расчетные значения характеристики свойства материала. Если верхнее или нижнее расчетное значение характеристики свойства материала или изделия установлено непосредственно (например, коэффициент трения, декремент затухания), его следует выбрать в рассматриваемом предельном состоянии таким образом, чтобы была сохранена требуемая вероятность непревышения предельных состояний.

(6) Если требуется оценить верхние пределы прочности (например, при определении несущей способности емкостных сооружений или определении прочности бетона на растяжение при вычислении эффектов от косвенных воздействий), в расчетах следует учитывать верхнее характеристическое значение прочности.

(7) Для учета снижения прочности материала или сопротивления изделия в результате действия многократно повторяющихся нагрузок следует применять положения EN 1992–EN 1999.

(8) Жесткостные характеристики конструкции (например, модули упругости, коэффициенты ползучести) и коэффициенты термического расширения следует представлять как средние значения. Для учета влияния длительных нагрузок следует применять различные соответствующие значения коэффициентов.

Примечание – В некоторых случаях вместо среднего значения модуля упругости принимается его нижнее или верхнее значение (например, в случае потери устойчивости формы).

(9) Значения, относящиеся к свойствам материалов или изделий, приведены в EN 1992–EN 1999, в соответствующих гармонизированных региональных технических условиях и других документах. Если значения принимаются из нормативных документов или стандартов на изделия, для которых отсутствуют указания по применению в EN 1992–EN 1999, следует использовать наименее благоприятные значения.

(10) При отсутствии соответствующих статистических данных для оценки надежности применяемых значений частных коэффициентов для материалов и изделий, их значения следует принимать с запасом.

Примечание – В случае применения новых материалов или изделий рекомендуется принимать значения характеристик свойств с соответствующей осторожностью.

4.3 Геометрические параметры

(1)Р Геометрические параметры следует представлять их характеристическими значениями или (например, в случае дефектов или несовершенств) непосредственно их расчетными значениями.

(2) Размеры, указанные в проекте, допускается принимать как характеристические значения.

(3) При известном законе статистического распределения допускается применять значения геометрических параметров, соответствующие установленному квантилю статистического распределения.

(4) Несовершенства, которые следует учитывать при расчете элементов конструкции, приведены в EN 1992–EN 1999.

(5) Допуски размеров соединяемых частей, выполненных из различных материалов, должны быть взаимно совместимыми.

5 Расчет конструкций и проектирование на основе результатов испытаний

5.1 Расчет конструкций

5.1.1 Моделирование конструкций

(1)Р Расчеты следует выполнять, используя соответствующие расчетные модели конструкций, содержащие значимые переменные.

(2) Выбранные расчетные модели конструкций должны быть пригодными для прогнозирования поведения конструкции с необходимым уровнем точности. Расчетные модели конструкций также должны соответствовать рассматриваемым предельным состояниям.

(3)Р Расчетные модели конструкций должны быть установлены в соответствии с признанным уровнем теории и инженерной практики. При необходимости следует выполнять проверку принятых расчетных моделей экспериментальным путем.

5.1.2 Статические воздействия

(1)Р Моделирование статических воздействий должно быть основано на соответствующим образом выбранной зависимости «усилие – деформация» элементов конструкции и их соединений, а также между элементами конструкций и основанием.

(2)Р Граничные условия, принимаемые в расчетных моделях, должны соответствовать граничным условиям, существующим в проектируемой конструкции.

(3)Р Эффекты от перемещений и деформаций следует учитывать при проверках предельных состояний несущей способности в тех случаях, если они существенно повышают эффекты воздействий.

Примечание – Методы учета эффектов от деформаций приведены в EN 1991–EN 1999.

(4)Р Косвенные воздействия следует учитывать в расчетах следующим образом:
– в линейно-упругих расчетах – непосредственно или как эквивалентные усилия (используя соответствующие положения, касающиеся жесткости);
– в нелинейных расчетах – как прямые или как эквивалентные деформации.

5.1.3 Динамические воздействия

(1)Р Расчетная модель конструкции, используемая для определения эффектов воздействий, должна учитывать все значимые элементы конструкции, их массу,

прочность, жесткость и характеристики затухания колебаний, а также все значимые неконструктивные элементы и их свойства.

(2)Р Граничные условия, принимаемые в расчетной модели, должны отображать граничные условия, существующие в конструкции.

(3) Если динамические воздействия допускается рассматривать как квазистатические, то динамическую составляющую такого воздействия следует учитывать или включением ее в статическое значение, или вводя эквивалентные динамические повышающие коэффициенты, на которые умножаются статические воздействия.

Примечание – Для определения значений некоторых повышающих динамических коэффициентов необходимо определять собственную частоту колебаний.

(4) При необходимости учета взаимодействия «основание – конструкция» грунтовое основание допускается моделировать посредством соответствующих эквивалентных пружин и демпферов.

(5) В определенных обоснованных случаях (например, при колебаниях, вызванных ветром, или при сейсмических воздействиях) воздействия допускается определять на основе модального анализа, принимая линейно-упругое поведение материалов и геометрическую форму конструкции по теории первого порядка. Для конструкций, имеющих стабильную геометрическую форму, распределение масс и жесткостей, при условии, что только фундаментальная (основная) форма колебаний является значимой, точный модальный расчет допускается заменять расчетом на эквивалентные статические воздействия.

(6) Динамические воздействия, при необходимости, допускается также представлять в виде динамики изменения во времени или частотных спектров, а реакцию конструкции определять соответствующими методами.

(7) Если динамические воздействия вызывают колебания, амплитуда или частота которых превышает допустимые требования нормальной эксплуатации, следует выполнять проверку предельных состояний эксплуатационной пригодности.

Примечание – Указания, касающиеся таких ограничений, приведены в приложении А1 и EN 1992–EN 1999.

5.1.4 Расчет на огнестойкость

(1) Расчет конструкций на огнестойкость следует выполнять на основе расчетных сценариев пожара (см. EN 1991-1-2), при этом следует рассматривать как расчетные модели изменения температуры внутри конструкции, так и расчетные модели механического поведения конструкции, находящейся под действием высоких температур.

(2) Требуемые эксплуатационные характеристики конструкции на случай пожара должны быть проверены: общим расчетом конструкции в целом или расчетом подсистемы или элемента конструкции, используя табличные данные или результаты испытаний.

(3) Поведение конструкции, находящейся в условиях пожара, следует оценивать, учитывая:

- номинальные условия пожара или
- расчетные модели условий пожара,
- а также сопутствующие воздействия.

Примечание – См. также EN 1991-1-2.

(4) Поведение конструкций, подвергнутых воздействию высоких температур, следует оценивать в соответствии с EN 1992–EN 1996 и EN 1999, в которых приведены расчетные модели температур и конструкций.

(5) В зависимости от строительного материала и метода оценки:

– расчетные модели температур могут быть основаны на допущении о равномерном или неравномерном распределении температуры в поперечном сечении и по длине элемента конструкции;

– расчетные модели конструкций могут распространяться на анализ отдельных элементов конструкций или учитывать совместную работу элементов всей конструктивной системы в условиях пожара.

(6) Расчетные модели механического поведения элементов конструкции должны быть нелинейными.

Примечание – См. также EN 1991–EN 1999.

5.2 Проектирование на основе результатов испытаний

(1) Проектирование допускается выполнять на основе комбинации испытаний и вычислений.

Примечание – Испытания могут быть необходимы, например, в следующих случаях:

- при отсутствии адекватных расчетных моделей;
- при использовании большого количества однотипных элементов конструкций;
- для подтверждения допущений, принятых в расчетах.

См. приложение D.

(2)Р Проектирование на основе результатов испытаний должно обеспечивать уровень надежности, требуемый для соответствующей расчетной ситуации. Обязательным является учет статистических неопределенностей, обусловленных ограниченным числом результатов испытаний.

(3) Следует применять частные коэффициенты (включая учитывающие неопределенности модели), сравнимые с частными коэффициентами, приведенными в EN 1991–EN 1999.

6 Проверки по методу частных коэффициентов

6.1 Общие положения

(1)Р Метод частных коэффициентов следует использовать для проверки того, что во всех соответствующих расчетных ситуациях ни одно из значимых предельных состояний не будет превышено, если в расчетных моделях приняты расчетные значения воздействий или эффектов воздействий и сопротивлений.

(2) Для выбранных расчетных ситуаций и значимых предельных состояний отдельные воздействия для выявления критических случаев нагружения следует объединять в сочетания по правилам, установленным в настоящем разделе. Кроме того, воздействия, которые не могут действовать одновременно, например, по физическим причинам, не следует рассматривать в одном сочетании.

(3) Расчетные значения следует устанавливать, используя:

- характеристические или
- другие репрезентативные значения

в сочетании с частными и другими коэффициентами в соответствии с настоящим разделом и EN 1991–EN 1999.

(4) Допускается определять расчетные значения непосредственно при условии, что эти значения выбраны с запасом.

(5)Р Расчетные значения, определяемые непосредственно на основе статистических данных, должны обеспечивать как минимум такой же уровень надежности для различных предельных состояний, как получаемый при использовании частных коэффициентов, приведенных в настоящих строительных нормах.

6.2 Ограничения

(1) Правила применения, приведенные в настоящих строительных нормах, ограничиваются проверками предельных состояний несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкций, подверженных статистическим воздействиям, включая случаи, когда динамические эффекты оцениваются с использованием эквивалентных квазистатических воздействий и динамических повышающих коэффициентов (например, ветровые и транспортные нагрузки). Для нелинейных расчетов и расчетов на выносливость следует применять специальные правила, приведенные в соответствующих частях EN 1991–EN 1999.

6.3 Расчетные значения

6.3.1 Расчетные значения воздействий

(1) Расчетное значение F_d воздействия в общем случае может быть представлено выражением

$$F_d = \gamma_f F_{rep} \quad (6.1a)$$

при

$$F_{rep} = \psi F_k, \quad (6.1b)$$

где F_k – характеристическое значение воздействия;

F_{rep} – соответствующее репрезентативное значение воздействия;

γ_f – частный коэффициент для воздействия, учитывающий возможность неблагоприятных отклонений значений воздействий от репрезентативных значений;

ψ – коэффициент, равный 1,0 или ψ_0 , ψ_1 или ψ_2 .

(2) Для сейсмических воздействий расчетное значение A_{Ed} следует определять с учетом поведения конструкции и других соответствующих критериев, описанных в EN 1998.

6.3.2 Расчетные значения эффектов воздействий

(1) Для описанного случая воздействия расчетные значения эффектов воздействий E_d в общем виде могут быть представлены выражением

$$E_d = \gamma_{sd} E \{ \gamma_{f,i} F_{rep,i}; a_d \}; i \geq 1, \quad (6.2)$$

где a_d – расчетное значение геометрического параметра (6.3.4);

γ_{sd} – частный коэффициент, учитывающий неопределенности:

расчетной модели для определения эффектов воздействий;

в некоторых случаях при моделировании воздействия.

Примечание – В наиболее общем случае эффекты воздействий зависят от свойств материала.

(2) В большинстве случаев допускается следующее упрощение:

$$E_d = E\{\gamma_{F,i} F_{rep,i}; a_d\}; i \geq 1, \quad (6.2a)$$

где

$$\gamma_{F,i} = \gamma_{sd} \gamma_{f,i}. \quad (6.2b)$$

Примечание – В некоторых случаях, например, если учитываются геотехнические воздействия, частный коэффициент $\gamma_{F,i}$ допускается применять к эффекту от отдельного воздействия или как один общий коэффициент γ_F к эффекту от сочетания воздействий с соответствующими частными коэффициентами.

(3) Р Если выполняется разграничение между благоприятными и неблагоприятными эффектами постоянных воздействий, следует использовать два различных частных коэффициента ($\gamma_{G,inf}$ и $\gamma_{G,sup}$).

(4) При нелинейном расчете (т. е. когда зависимость между воздействиями и их эффектами нелинейна) в случае одного доминирующего воздействия допускается применять следующие правила упрощения:

а) если эффект воздействия возрастает быстрее, чем воздействие, частный коэффициент γ_F следует применять к репрезентативному значению воздействия;

б) если эффект воздействия возрастает медленнее, чем воздействие, частный коэффициент γ_F следует применять к эффекту от репрезентативного значения воздействия.

Примечание – Для большинства конструкций и элементов конструкций, за исключением вантовых и мембранных конструкций, следует применять вариант а).

(5) В случае, если более совершенные методы детально описаны в соответствующих частях EN 1991–EN 1999 (например, касающиеся предварительно напряженных конструкций), их следует применять предпочтительно правилам, изложенным в абзаце (4) настоящего пункта.

6.3.3 Расчетные значения характеристик свойств материалов и изделий

(1) Расчетные значения X_d свойств материала или изделия могут быть выражены в общем виде:

$$X_d = \eta \cdot \frac{X_k}{\gamma_m}, \quad (6.3)$$

где X_k – характеристическое значение свойства материала или изделия (см. 4.2(3));

η – среднее значение коэффициента преобразования, учитывающего:

объемные и масштабные эффекты;

влияние влажности и температуры;

любые другие значимые параметры;

γ_m – частный коэффициент для характеристики свойства материала или изделия, учитывающий:

возможные неблагоприятные отклонения характеристики свойства материала или изделия от характеристического значения;

случайную часть коэффициента преобразования η .

(2) Альтернативно в некоторых случаях коэффициент преобразования η учитывают:

– непосредственно в самом характеристическом значении X_k или

– при использовании значения γ_M вместо γ_m (см. выражение (6.6b)).

Примечание – Расчетное значение может быть установлено:
 – на основе эмпирической зависимости, касающейся измеренных физических характеристик свойств или
 – химического состава, или
 – на основе предварительного опыта, или
 – на основе значений, приведенных в европейских стандартах или других соответствующих документах.

6.3.4 Расчетные значения геометрических параметров

(1) Расчетные значения геометрических параметров, таких как размеры элементов, используемые при определении эффектов воздействий и/или сопротивлений, допускается выражать в виде номинальных значений:

$$a_d = a_{nom}. \quad (6.4)$$

(2)Р Если эффекты, связанные с отклонениями геометрических параметров (например, из-за неточности места приложения нагрузок или расположения опор), имеют важное значение для надежности конструкции (например, с учетом эффектов второго порядка), расчетные значения геометрических параметров следует определять следующим образом:

$$a_d = a_{nom} \pm \Delta a, \quad (6.2b)$$

где Δa учитывает:

- возможность неблагоприятных отклонений от характеристических или номинальных значений;
- суммарный эффект нескольких одновременных отклонений геометрических параметров.

Примечание 1 – a_d выражает геометрические несовершенства, когда $a_{nom} = 0$ (т. е. $\Delta a \neq 0$).

Примечание 2 – В EN 1991–EN 1999 приведены дополнительные указания.

(3) Эффекты других отклонений следует учитывать с помощью частных коэффициентов:

- со стороны воздействий γ_F и/или
- со стороны сопротивлений γ_M .

Примечание – Допуски установлены в соответствующих стандартах на возведение, ссылки на которые приведены в EN 1991–EN 1999.

6.3.5 Расчетное значение сопротивления

(1) Расчетное значение сопротивления R_d может быть выражено в следующем виде:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot R\{X_{d,i}; a_d\} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d\right\}; i \geq 1, \quad (6.6)$$

где γ_{Rd} – частный коэффициент, учитывающий неопределенности расчетных моделей сопротивления, включая отклонения геометрических параметров, если они не учитываются отдельно (см. 6.3.4(2));

$X_{d,i}$ – расчетное значение i -й характеристики свойства материала.

(2) Выражение (6.6) может быть упрощено следующим образом:

$$R_d = R \left\{ \eta_i \cdot \frac{X_{k,i}}{\gamma_{M,i}}; a_d \right\}; i \geq 1, \quad (6.6a)$$

где $\gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \gamma_{m,i}$. (6.6b)

Примечание – η_i может быть включено в γ_M (см. 6.3.3(2)).

(3) Альтернативно применению выражения (6.6a) расчетное значение сопротивления допускается определять непосредственно из характеристического значения сопротивления материала или изделия без подробного определения расчетных значений для отдельных базисных переменных, используя выражение

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}. \quad (6.6c)$$

Примечание – Выражение (6.6c) применимо к изделиям или элементам, изготовленным из одного материала (например, сталь), и используется совместно с приложением D.

(4) Альтернативно применению выражений (6.6a) и (6.6c) для конструкций или конструктивных элементов, рассчитываемых нелинейными методами и состоящих из нескольких материалов, работающих совместно (например, сталежелезобетонные конструкции), или если расчетное значение сопротивления зависит от свойств основания, для определения расчетного значения сопротивления может быть использовано следующее выражение:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{M,1}} \cdot R \left\{ \eta_1 X_{k,1}; \eta_i X_{k,i(i>1)} \frac{\gamma_{m,1}}{\gamma_{m,i}}; a_d \right\}. \quad (6.6d)$$

Примечание – В некоторых случаях расчетное значение сопротивления может быть выражено непосредственным применением частного коэффициента γ_M к отдельным значениям сопротивления, зависящим от свойств материала.

6.4 Предельные состояния несущей способности (ULS)

6.4.1 Общие положения

(1)Р Следует выполнять проверку следующих предельных состояний несущей способности:

а) EQU: потеря статического равновесия конструкции или любой ее части, рассматриваемой как жесткое тело, для которой:

– незначительные изменения значения или пространственного распределения постоянных воздействий от одного источника являются значительными и

– прочность материалов конструкции или основания в общем случае не оказывают влияния на достижение предельного состояния;

б) STR: внутреннее разрушение или чрезмерные деформации конструкции или элементов конструкции, включая фундаменты, сваи, подпорные стенки и т. д., для которых прочность материалов имеет определяющее значение;

с) GEO: разрушение или чрезмерные деформации основания, для которых прочность основания или скальной породы имеет определяющее значение для обеспечения несущей способности конструкции;

d) FAT: усталостное разрушение конструкции или элементов конструкции.

Примечание – Для расчета усталостной прочности сочетания воздействий приведены в EN 1992–EN 1995, EN 1998 и EN 1999;

e) UPL: потеря устойчивости сооружения или основания из-за увеличения давления воды (взвешивающего действия) или других вертикальных воздействий.

Примечание – См. EN 1997;

f) HYD: гидравлический подъем в основании, внутренняя эрозия и образование раковин в грунте, вызванные наличием гидравлических градиентов.

Примечание – См. EN 1997.

(2)Р Расчетные значения воздействий следует принимать в соответствии с приложением А1.

6.4.2 Проверка статического равновесия и сопротивления

(1)Р При проверке предельного состояния статического равновесия конструкции (EQU) следует подтверждать соблюдение условия

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}, \quad (6.7)$$

где $E_{d,dst}$ – расчетное значение эффекта дестабилизирующих воздействий;

$E_{d,stab}$ – расчетное значение эффекта стабилизирующих воздействий.

(2) При необходимости выражение для предельного состояния статического равновесия может быть дополнено условиями, касающимися, например, коэффициента трения между жесткими телами.

(3)Р При проверке предельного состояния, связанного с разрушением или чрезмерными деформациями сечения, элемента конструкции или соединения (STR и/или GEO), необходимо соблюдать условие

$$E_d \leq R_d, \quad (6.8)$$

где E_d – расчетное значение эффекта воздействий (таких как внутренняя сила, момент или вектор, представляющий несколько внутренних сил или моментов);

R_d – расчетное значение соответствующего сопротивления.

Примечание 1 – Более подробно методы STR и GEO представлены в приложении А1.

Примечание 2 – Выражение (6.8) не относится ко всем видам проверок, например устойчивости формы, т. е. разрушению, которое происходит, когда эффекты второго порядка не могут быть ограничены допустимой реакцией конструкции (см. EN 1992–EN 1999).

6.4.3 Сочетание воздействий (за исключением проверок на выносливость)

6.4.3.1 Общие положения

(1)Р Для каждого критического случая нагружения расчетные значения эффектов воздействий E_d следует определять, применяя сочетания воздействий, которые рассматриваются как действующие одновременно.

(2) Каждое сочетание воздействий включает:

– доминирующее переменное воздействие или

– особое воздействие.

(3) Сочетания воздействий следует производить в соответствии с 6.4.3.2–6.4.3.4.

(4)Р Если результаты проверки преимущественно зависят от пространственного (в различных местах конструкции) изменения значения постоянного воздействия, то благоприятно и неблагоприятно действующие части данного воздействия следует рассматривать отдельно.

Примечание – Это относится, в частности, к проверкам статического равновесия и аналогичных предельных состояний (см. 6.4.2(2)).

(5) Если для нескольких эффектов одного воздействия (например, изгибающий момент и продольная сила, обусловленные собственным весом) не установлена полная взаимная корреляция, то частный коэффициент, применяемый к любой благоприятно действующей составляющей части воздействия, допускается уменьшать.

Примечание – Дополнительные указания, относящиеся к векторным эффектам, приведены в EN 1992–EN 1999.

(6) Вынужденные деформации следует учитывать в случаях, когда они являются значимыми.

Примечание – Дополнительные указания – см. 5.1.2(4)Р и EN 1992–EN 1999.

6.4.3.2 Сочетания воздействий в случае постоянных или переходных расчетных ситуаций (основные сочетания)

(1) Общая форма записи эффектов воздействий имеет следующий вид:

$$E_d = \gamma_{sd} E \{ \gamma_{g,j} G_{k,j}; \gamma_P P; \gamma_{q,1} Q_{k,1}; \gamma_{q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \}; j \geq 1; i > 1. \quad (6.9a)$$

(2) Рассматриваемое сочетание эффектов воздействий должно быть основано на:

- расчетном значении доминирующего переменного воздействия;
- сочетании расчетных значений сопутствующих переменных воздействий:

$$E_d = E \{ \gamma_{G,j} G_{k,j}; \gamma_P P; \gamma_{Q,1} Q_{k,1}; \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \}; j \geq 1; i > 1. \quad (6.9b)$$

Примечание – См. 6.4.3.2(4).

(3) Сочетание воздействий, приведенное в фигурных скобках в выражении (6.9b), также может быть представлено следующим образом:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}; \quad (6.10)$$

в качестве альтернативы для предельных состояний STR и GEO – как менее благоприятное одно из следующих выражений:

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \right. \quad (6.10a)$$

$$\left. \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \right. \quad (6.10b)$$

где «+» – обозначает: «следует учитывать в сочетании с»;

$\sum$ – обозначает: «суммарный эффект»;

ξ – понижающий коэффициент для неблагоприятного постоянного воздействия G.

Примечание – Дополнительная информация, касающаяся выбора сочетания, приведена в приложении A1.

(4) Если зависимость между воздействиями и их эффектами нелинейная, выражения (6.9a) и (6.9b) следует применять непосредственно в зависимости от относительного приращения эффектов воздействий по сравнению с приращением величины воздействий (см. также 6.3.2(4)).

6.4.3.3 Сочетания воздействий в случаях особых расчетных ситуаций

(1) Общая форма записи эффектов воздействий имеет следующий вид:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_d; (\psi_{1,1} \text{ или } \psi_{2,1})Q_{k,1}; \psi_{2,i}Q_{k,i}\}; j \geq 1; i > 1. \quad (6.11a)$$

(2) Сочетание воздействий, приведенное в фигурных скобках, может быть представлено следующим образом:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "A_d" + "(\psi_{1,1} \text{ или } \psi_{2,1})Q_{k,1}" + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.11b)$$

(3) Выбор между репрезентативными значениями $\psi_{1,1}Q_{k,1}$ и $\psi_{2,1}Q_{k,1}$ зависит от соответствующей особой расчетной ситуации (удар от столкновения транспортных средств с частями зданий, пожар или оценка живучести конструктивной системы после наступления особого события).

Примечание – Указания приведены в соответствующих частях EN 1991–EN 1999.

(4) Сочетания воздействий для особых расчетных ситуаций:

– включают особое воздействие A (пожар или удар) или

– описывают ситуацию после наступления особого события ($A = 0$).

Для пожароопасных ситуаций, кроме теплового влияния на свойства материала, расчетное значение A_d выражает косвенное тепловое воздействие, обусловленное пожаром.

6.4.3.4 Сочетания воздействий в случае сейсмических расчетных ситуаций

(1) Общая форма записи эффектов воздействий имеет следующий вид:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_{Ed}; \psi_{2,1}Q_{k,1}\}; j \geq 1; i > 1. \quad (6.12a)$$

(2) Сочетание воздействий, приведенное в фигурных скобках, может быть представлено следующим образом:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "A_{Ed}" + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}. \quad (6.12b)$$

6.4.4 Частные коэффициенты, применяемые для воздействий и сочетаний воздействий

(1) Численные значения частных коэффициентов γ и ψ следует принимать в соответствии с EN 1991 и приложением A1 настоящих строительных норм.

6.4.5 Частные коэффициенты, применяемые для материалов и изделий

(1) Частные коэффициенты, применяемые для материалов и изделий, следует принимать в соответствии с EN 1992–EN 1999.

6.5 Предельные состояния эксплуатационной пригодности (SLS)

6.5.1 Проверка

(1)Р Следует выполнить проверку условия

$$E_d \leq C_d, \quad (6.13)$$

где C_d – предельное расчетное значение соответствующего критерия эксплуатационной пригодности;

E_d – расчетное значение эффектов воздействий в единицах критериев эксплуатационной пригодности, определяемое при соответствующих сочетаниях воздействий.

6.5.2 Критерии эксплуатационной пригодности

(1) Деформации, учитываемые в расчете в связи с требованиями эксплуатационной пригодности, следует определять так, как это представлено в соответствующих частях приложения А1, в зависимости от рассматриваемого вида строительного сооружения.

Примечание – Другие критерии эксплуатационной пригодности, такие как ширина раскрытия трещин, ограничение напряжений или деформаций, величина проскальзывания, – см. EN 1991–EN 1999.

6.5.3 Сочетания воздействий

(1) Сочетания воздействий, учитываемые в соответствующих расчетных ситуациях, должны соответствовать требованиям эксплуатационной пригодности и проверяемым критериям поведения конструкции.

(2) Сочетания воздействий для предельных состояний эксплуатационной пригодности определяются следующими выражениями (см. также 6.5.4).

Примечание – Принято, что в этих выражениях все частные коэффициенты равны 1,0. См. приложение А1 и EN 1991–EN 1999.

а) Характеристическое сочетание:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \psi_{0,i}Q_{k,i}\}; j \geq 1; i > 1, \quad (6.14a)$$

в котором сочетание воздействий, приведенное в фигурных скобках (называемое характеристическим сочетанием), может быть выражено как:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}. \quad (6.14b)$$

Примечание – Характеристическое сочетание, как правило, используют для необратимых предельных состояний.

b) Частое сочетание:

$$E_d = E\{G_{kj}; P; \psi_{1,1}Q_{k,1}; \psi_{2,i}Q_{k,i}\}; j \geq 1; i > 1, \quad (6.15a)$$

в котором сочетание воздействий, приведенное в фигурных скобках (называемое частым сочетанием), может быть выражено как:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1}Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i}Q_{k,i}. \quad (6.15b)$$

Примечание – Частое сочетание, как правило, используют для обратимых предельных состояний.

c) Практически постоянное сочетание:

$$E_d = E\{G_{kj}; P; \psi_{2,i}Q_{k,i}\}; j \geq 1; i > 1, \quad (6.16a)$$

в котором сочетание воздействий, приведенное в фигурных скобках (называемое практически постоянным сочетанием), может быть выражено как:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i}Q_{k,i}. \quad (6.16b)$$

Примечание – Практически постоянное сочетание, как правило, используют для оценки длительных эффектов и внешнего вида конструкции.

(3) Репрезентативные значения усилия предварительного напряжения (т. е. P_k или P_m) следует принимать в соответствии с указаниями Еврокодов, касающихся рассматриваемого способа предварительного напряжения.

(4) Р Эффекты воздействий, являющиеся результатом вынужденных деформаций, при необходимости следует учитывать в тех случаях, когда они имеют существенное влияние.

Примечание – В некоторых случаях выражения (6.14)–(6.16) требуют уточнения. Подробные указания приведены в соответствующих частях EN 1991–EN 1999.

6.5.4 Частные коэффициенты для материалов

(1) Для предельных состояний эксплуатационной пригодности частный коэффициент γ_m для характеристик свойств материалов следует принимать равным 1,0, если в EN 1992–EN 1999 не приведены другие указания.

Приложение А1

Указания, касающиеся правил составления сочетаний воздействий для зданий

А1.1 Область применения

(1) Настоящее приложение содержит правила и методы составления сочетаний воздействий для зданий. Также приведены рекомендуемые расчетные значения постоянных, переменных и особых воздействий и коэффициенты ψ для применения при расчетах зданий.

Примечание – Дополнительные указания относительно требований таблицы 2.1 (проектный срок эксплуатации) допускается приводить в Национальном приложении.

A1.2 Сочетания воздействий

A1.2.1 Общие положения

(1) Эффекты воздействий, которые по физическим причинам или исходя из предусмотренных условий эксплуатации не могут наступить одновременно, не следует учитывать совместно в одном сочетании воздействий.

Примечание 1 – В зависимости от назначения, формы и положения здания в сочетании воздействий допускается учитывать не более двух переменных воздействий.

Примечание 2 – При необходимости уточнения правил A1.2.1(2) и A1.2.1(3) в зависимости от географического положения указания приводятся в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Сочетания воздействий, представленные выражениями (6.9a)–(6.12b), следует применять при проверке предельных состояний несущей способности.

(3) Сочетания воздействий, представленные выражениями (6.14a)–(6.16b), следует применять при проверке предельных состояний эксплуатационной пригодности.

(4) Сочетания воздействий, в которые включены усилия предварительного напряжения, следует применять согласно EN 1992–EN 1999.

A1.2.2 Коэффициенты сочетаний ψ

(1) Значения коэффициентов ψ должны быть определены.

Примечание – Рекомендуемые значения коэффициентов ψ для наиболее частых воздействий приведены в таблице A1.1. Значения коэффициентов ψ при проведении строительных работ приведены в EN 1991-1-6 (приложение A.1).

Таблица A1.1 – Рекомендуемые значения коэффициентов ψ для зданий

Воздействие	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Полезные переменные нагрузки для зданий (см. EN 1991-1-1)			
Категория А: жилые помещения	0,7	0,5	0,3
Категория В: офисные помещения	0,7	0,5	0,3
Категория С: помещения со значительным скоплением людей	0,7	0,7	0,6
Категория D: торговые помещения	0,7	0,7	0,6
Категория Е: складские помещения	1,0	0,9	0,8
Категория F: места с движением транспорта весом (массой) до 30 кН включ.	0,7	0,7	0,6
Категория G: места с движением транспорта весом (массой) св. 30 кН до 160 кН включ.	0,7	0,5	0,3
Категория Н: кровли	0	0	0
Снеговые нагрузки на здания (см. EN 1991-1-3)			
Финляндия, Исландия, Норвегия, Швеция	0,7	0,5	0,2
Остальные страны-члены CEN, для местности, расположенной на высоте более 1000 м над уровнем моря	0,7	0,5	0,3
Остальные страны-члены CEN, для местности, расположенной на высоте до 1000 м включ. над уровнем моря	0,5	0,2	0
Ветровые нагрузки (см. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Температурные нагрузки (исключая пожары) (см. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
<i>Примечание</i> – Значения ψ могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».			

А1.3 Предельные состояния несущей способности

А1.3.1 Расчетные значения воздействий в постоянных и переходных расчетных ситуациях

(1) Расчетные значения воздействий для предельных состояний несущей способности в постоянных и переходных расчетных ситуациях (формулы (6.9a)–(6.10b)) принимаются в соответствии с таблицами А1.2(А)–А1.2(С).

Таблица А1.2(А) – Расчетные значения воздействий EQU (группа А)

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятное	благоприятное		основное (при его наличии)	другие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	—	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

* Переменные воздействия представлены в таблице А1.1.

Примечание 1 – Значения γ могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Рекомендуемыми значениями γ являются следующие:

$$\gamma_{G,j,sup} = 1,10;$$

$$\gamma_{G,j,inf} = 0,90;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях).}$$

Примечание 2 – В случаях, когда проверка статического равновесия включает также сопротивление элементов конструкции, в качестве альтернативы для двух отдельных проверок, основанных на использовании данных таблиц А1.2(А) и А1.2(В), допускается проведение комбинированной проверки, основанной на данных настоящей таблицы, если это возможно согласно разделу «Национальные требования и национально установленные параметры», со следующим набором рекомендуемых значений.

Рекомендуемые значения в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть изменены.

$$\gamma_{G,j,sup} = 1,35;$$

$$\gamma_{G,j,inf} = 1,15;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях), при условии, что применение } \gamma_{G,j,inf} = 1,00 \text{ как для неблагоприятного, так и для благоприятного постоянного воздействия не приведет к более неблагоприятному эффекту.}$$

Таблица А1.2(В) – Расчетные значения воздействий STR/GEO (группа В)

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятное	благоприятное		основное (при его наличии)	другие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	—	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Формула (6.10a)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	—	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Формула (6.10b)	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	—	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

* Переменные воздействия приведены в таблице А1.1.

Примечание 1 – Выбор применения формул (6.10) или (6.10a) и (6.10b) производят на основании раздела «Национальные требования и национально установленные параметры». В случае применения формул (6.10a) и (6.10b) в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается изменение формулы (6.10a) таким образом, чтобы учитывались только постоянные воздействия.

Примечание 2 – Значения γ и ξ могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуются следующие значения γ и ξ при применении формул (6.10) или (6.10a) и (6.10b):

$$\gamma_{G,j,sup} = 1,35;$$

$$\gamma_{G,j,inf} = 1,00;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);}$$

$$\xi = 0,85 \text{ (поэтому } \xi \gamma_{G,j,sup} = 0,85 \times 1,35 \cong 1,15).$$

См. также EN 1991–EN 1999, где содержится информация по использованию значений γ при рассмотрении вынужденных деформаций.

Примечание 3 – Характеристические значения всех постоянных воздействий одного происхождения умножаются на $\gamma_{G,sup}$, если общий эффект воздействий является неблагоприятным, и на $\gamma_{G,inf}$, если общий эффект воздействий является благоприятным. Например, все воздействия от собственного веса несущей конструкции допускается принимать как воздействия одного происхождения; данное положение также приемлемо для конструкции, выполненной из различных материалов.

Примечание 4 – Для конкретных видов проверок значения γ_G и γ_Q определяются как произведение γ_g и γ_q на коэффициент неопределенности модели γ_{sd} . Значение γ_{sd} из интервала значений от 1,05 до 1,15 может быть использовано в большинстве общих случаев и может быть изменено на основании раздела «Национальные требования и национально установленные параметры».

Таблица A1.2(C) – Расчетные значения воздействий (STR/GEO) (группа C)

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятное	благоприятное		основное (при его наличии)	другие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
* Переменные воздействия указаны в таблице A1.1.					
<i>Примечание</i> – Значения γ могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемым набором значений γ является следующий: $\gamma_{G,j,sup} = 1,00$; $\gamma_{G,j,inf} = 1,00$; $\gamma_{Q,1} = 1,30$ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях); $\gamma_{Q,i} = 1,30$ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях).					

Примечание – Значения, приведенные в таблицах A1.2(A)–A1.2(C), могут быть уточнены, например для различных уровней надежности, в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» (см. раздел 2 и приложение В).

(2) При использовании таблиц A1.2(A)–A1.2(C) в случае, когда предельное состояние зависит от изменений значений постоянных воздействий, верхнее и нижнее характеристические значения воздействий следует принимать в соответствии с 4.1.2 (2)Р.

(3) Предельные состояния несущей способности при потере статического равновесия (EQU, см. 6.4.1) зданий следует проверять, используя расчетные значения воздействий, приведенные в таблице A1.2(A).

(4) Расчеты элементов конструкций (STR, см. 6.4.1), не учитывающие геотехнические воздействия, следует производить, используя расчетные значения воздействий, приведенные в таблице A1.2(B).

(5) Расчеты элементов конструкции (фундаменты, сваи, стены подвалов и т. д.) (STR), учитывающие геотехнические воздействия, и расчеты сопротивления грунта (GEO, см. 6.4.1) производят, используя один из следующих трех подходов, дополненных указаниями согласно EN 1997 для геотехнических воздействий и сопротивления грунта:

– подход 1: для геотехнических и других воздействий на конструкцию, в том числе воздействий, создаваемых самой конструкцией, выполняют два отдельных расчета с применением расчетных значений, приведенных в таблицах A1.2(C) и A1.2(B). Как правило, для расчета геометрических параметров фундаментов определяющими являются расчетные значения, приведенные в таблице A1.2(C), несущую способность конструкций определяют на основе расчетных значений, приведенных в таблице A1.2(B).

Примечание – В отдельных случаях применяют таблицы, приведенные в EN 1997;

– подход 2: для геотехнических воздействий и других воздействий выполняют один расчет на основе расчетных значений, приведенных в таблице A1.2(B);

– подход 3: выполняют один расчет, в соответствии с которым расчетные значения для геотехнических воздействий определяют согласно таблице A1.2(C), а для других

воздействий на конструкцию, в том числе воздействий, создаваемых самой конструкцией, – согласно таблице A1.2(B).

Примечание – Применение подходов 1, 2 и 3 определяется в Национальном приложении.

(6) Проверку общей устойчивости конструкции здания (например, устойчивость откоса, на котором расположено здание) осуществляют в соответствии с EN 1997.

(7) Расчеты, связанные с гидравлическим подъемом (HYD) или потерей устойчивости из-за увеличения давления воды (UPL) (например, дна котлована под строительное сооружение), следует выполнять в соответствии с EN 1997.

A1.3.2 Расчетные значения воздействий в особых расчетных ситуациях и расчетных ситуациях при сейсмических воздействиях

(1) Значения частных коэффициентов для воздействий при предельных состояниях несущей способности в особых расчетных ситуациях и ситуациях при сейсмических воздействиях (выражения (6.11a)–(6.12b)) следует принимать равными 1,0. Коэффициенты ψ приведены в таблице A1.1.

Примечание – Расчетные ситуации при сейсмических воздействиях – см. также EN 1998.

Таблица A1.3 – Расчетные значения воздействий в особых расчетных ситуациях и расчетных ситуациях при сейсмических воздействиях

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее особое или сейсмическое воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия**	
	неблагоприятное	благоприятное		основное (при его наличии)	другие
Особая* (формула (6.11a/b))	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	A_d	$\psi_{1,1}$ или $\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
Сейсмическая (формула (6.12a/b))	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$A_{Ed} = \gamma_E A_{Ek}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$	

* В случае особых расчетных ситуаций основное переменное воздействие допускается описывать своими, часто встречающимися или, как при сочетании сейсмических воздействий, практически постоянными значениями. Данный вариант выбора содержится в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» и зависит от рассматриваемого особого воздействия. См. также EN 1991-1-2.

** Переменными воздействиями считаются воздействия, рассмотренные в таблице A1.1.

A1.4 Предельные состояния эксплуатационной пригодности

A1.4.1 Частные коэффициенты для воздействий

(1) Если в EN 1991–EN 1999 не установлено другое, то для предельного состояния эксплуатационной пригодности рекомендуется применять частные коэффициенты, равные 1,0.

Таблица A1.4 – Расчетные значения воздействий, применяемые для сочетаний воздействий при проверке критериев эксплуатационной пригодности

Сочетания	Постоянные воздействия G_d		Переменные воздействия Q_d	
	неблагоприятное	благоприятное	доминирующее	другие
Характеристическое	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}Q_{k,i}$
Частое	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
Практически постоянное	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

А1.4.2 Критерии эксплуатационной пригодности

(1) Определение предельных состояний эксплуатационной пригодности для зданий рекомендуется производить, используя такие критерии, как, например, жесткость перекрытия и покрытия, разница уровней перекрытий, перемещение уровня этажей и/или перемещение здания. Критериями жесткости могут быть предельные значения вертикальных перемещений или колебаний. Критериями горизонтальных перемещений могут быть их предельные значения.

(2) Критерии эксплуатационной пригодности рекомендуется устанавливать для каждого отдельного проекта и согласовывать с заказчиком.

Примечание – Критерии эксплуатационной пригодности могут быть представлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

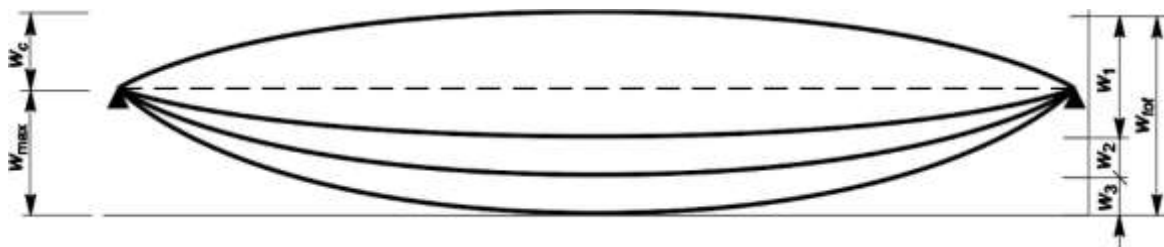
(3)Р Критерии эксплуатационной пригодности, касающиеся деформаций и колебаний, следует определять:

- в соответствии с предполагаемым использованием;
- в соответствии с требованиями к эксплуатационной пригодности согласно 3.4;
- независимо от материалов, используемых для несущих элементов конструкций.

А1.4.3 Деформации и горизонтальные перемещения

(1) Вертикальные и горизонтальные деформации следует рассчитывать в соответствии с EN 1992–EN 1999 при использовании соответствующих сочетаний воздействий согласно выражениям (6.14a)–(6.16b), учитывая требования эксплуатационной пригодности, приведенные в 3.4(1). Особое внимание следует обращать на разграничение обратимых и необратимых предельных состояний.

(2) Вертикальные перемещения схематично представлены на рисунке А1.1.



- w_c – предварительный выгиб в ненагруженном элементе конструкции;
 w_1 – начальная часть прогиба от постоянных нагрузок на соответствующем сочетании воздействий согласно выражениям (6.14a)–(6.16b); w_2 – длительная часть прогиба от постоянных нагрузок;
 w_3 – дополнительная часть прогиба, вызванная переменными воздействиями при соответствующем сочетании воздействий согласно выражениям (6.14a)–(6.16b);
 w_{tot} – полный прогиб, равный сумме $w_1 + w_2 + w_3$;
 w_{max} – остаточный полный прогиб с учетом выгиба

Рисунок А1.1 – Определение вертикальных перемещений

(3) Если рассматривается функционирование или повреждение конструкции, отделки или ненесущих элементов (например, перегородок, заполнений), то при проверке по перемещениям (прогибам) рекомендуется учитывать такие эффекты от постоянных и переменных воздействий, которые появляются после возведения элемента или завершения отделки.

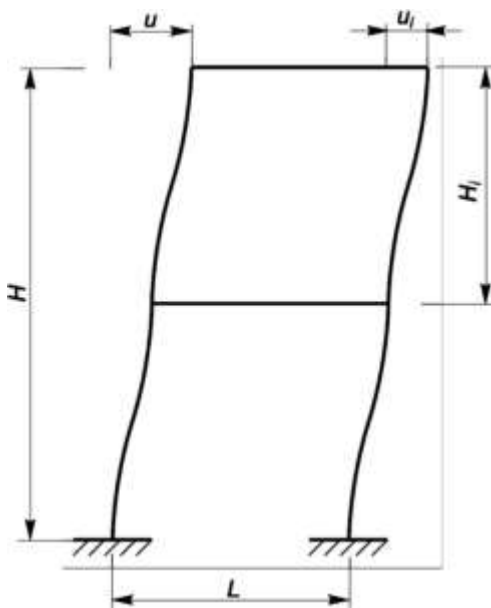
Примечание – Указания по применению выражений (6.14a)–(6.16b) приведены в 6.5.3 и EN 1992–EN 1999.

(4) Если рассматривается внешний вид конструкции, рекомендуется использовать практически постоянное сочетание воздействий (выражение (6.16b)).

(5) Если рассматривается комфорт пользователя или функционирование оборудования, проверки должны учитывать эффекты от соответствующих переменных воздействий.

(6) Длительные деформации, вызванные усадкой, релаксацией или ползучестью, рекомендуется рассматривать при проверках тогда, когда они имеют существенное значение и были рассчитаны эффекты постоянных воздействий и практически постоянных значений переменных воздействий.

(7) Горизонтальные перемещения схематически показаны на рисунке A1.2.



u – общее горизонтальное перемещение на общей высоте здания H ;
 u_i – горизонтальные перемещения на высоте этажа H_i

Рисунок A1.2 – Определение горизонтальных перемещений

A1.4.4 Колебания

(1) Для достижения допустимого уровня колебаний по условиям нормальной эксплуатации зданий и их конструктивных элементов следует учитывать, кроме прочих, следующие аспекты:

- а) комфорт находящихся внутри людей;
- б) функционирование конструкции или элементов конструкции (например, трещины в местах стыков, повреждение заполнений, чувствительность зданий к вибрациям).

Другие аспекты следует рассматривать в каждом конкретном проекте.

(2) Во избежание превышения предельного состояния эксплуатационной пригодности конструкции или элемента конструкции, подверженных колебаниям, собственная частота колебаний должна быть выше предельного значения, которое зависит от функционального назначения здания и источника колебаний.

(3) Если собственная частота колебаний ниже предельного значения, расчет динамической характеристики конструкции следует осуществлять с учетом затухания колебаний.

Примечание – Дополнительные указания – см. EN 1991-1-1, EN 1991-1-4 и ISO 10137.

(4) Возможные источники колебаний, которые необходимо рассматривать при расчете, представляют собой движение людей, синхронное перемещение большого

количества людей, вибрации механического оборудования, ограниченные вибрации грунтового основания от движения транспорта и ветровые воздействия. Эти, а также другие источники, определяют для каждого конкретного проекта и согласовывают с заказчиком.

Приложение А2

Применение для мостов

Национальное приложение к настоящему приложению

Выбор параметров на национальном уровне в приложении А2 настоящих строительных норм допускается на основании следующего.

Общие правила

Правила	Рассматриваемые положения
A2.1(1), примечание 3	Применение таблицы 2.1. Проектный срок эксплуатации
A2.2.1(2), примечание 1	Сочетание воздействий, не относящихся к области применения EN 1991
A2.2.6(1), примечание 1	Значения коэффициентов ψ
A.2.3.1(1)	Изменение расчетных значений воздействий для предельных состояний несущей способности
A2.3.1(5)	Выбор методов 1, 2 или 3
A2.3.1(7)	Определение усилий от гололедной нагрузки
A2.3.1(8)	Числовые значения коэффициентов γ_p для воздействий от предварительного напряжения, не установленные в основных Еврокодах при определении расчетных параметров
A2.3.1 Таблица A2.4(A), примечания 1 и 2	Значения коэффициентов γ
A2.3.1 Таблица A2.4(B)	Примечание 1: применение (6.10) или (6.10a) и (6.10b) Примечание 2: значения коэффициентов γ и ξ Примечание 4: значения γ_{sd}
A2.3.1 Таблица A2.4(C)	Значения коэффициентов γ
A2.3.2(1)	Расчетные значения в таблице A2.5 для особых расчетных ситуаций, расчетные значения сопутствующих временных воздействий и расчетные ситуации с учетом сейсмических воздействий
A2.3.2 Таблица A2.5, примечание	Расчетные значения воздействий
A2.4.1(1), примечание 1 Таблица A2.6, примечание 2	Альтернативные значения γ для транспортных нагрузок для предельного состояния эксплуатационной пригодности Немногократные (нечастые) сочетания воздействий
A2.4.1(2)	Требования эксплуатационной пригодности и критерии расчета деформаций

Положения для автодорожных мостов

Правила	Рассматриваемые положения
A2.2.2(1)	На немногократные (нечастые) сочетания воздействий
A2.2.2(3)	Правила сочетаний воздействий для специальных транспортных средств
A2.2.2(4)	Правила сочетания воздействий для снеговых нагрузок и нагрузок от транспортных средств
A2.2.2(6)	Правила сочетания воздействий для ветровых нагрузок и нагрузок от температурных воздействий
A2.2.6(1), примечание 2	Значения коэффициента $\psi_{1,infq}$
A2.2.6(1), примечание 3	Значения гидростатических сил

Положения для пешеходных мостов

Правила	Рассматриваемые положения
A2.2.3(2)	Правила сочетаний для ветровых и температурных воздействий
A2.2.3(3)	Правила сочетаний воздействий от снеговых нагрузок и нагрузок от транспортных средств
A2.2.3(4)	Правила сочетания воздействий на пешеходные мосты, защищенные от климатических воздействий
A2.4.3.2(1)	Критерии комфорта для пешеходных мостов

Положения для железнодорожных мостов

Правила	Рассматриваемые положения
A2.2.4(1)	Правила сочетаний воздействий от снеговых нагрузок на железнодорожные мосты
A2.2.4(4)	Максимальная скорость ветра, совместимая с движением железнодорожного транспорта
A2.4.4.1(1), примечание 3	Требования к деформациям и вибрациям (колебаниям) для временных железнодорожных мостов
A2.4.4.2.1(4)P	Предельные значения ускорений колебаний пролетных строений железнодорожных мостов и соответствующие диапазоны частот
A2.4.4.2.2 Таблица A2.7, примечание	Предельные значения параметра поворота (кручения) пролетных строений железнодорожных мостов
A2.4.4.2.2(3)P	Предельные значения параметров общего поворота (кручения) пролетных строений железнодорожных мостов
A2.4.4.2.3(1)	Вертикальные деформации железнодорожных мостов со щебеночным балластом и без него
A2.4.4.2.3(2)	Ограничения углов поворота концов пролетных строений железнодорожных мостов без щебеночного балласта
A2.4.4.2.3(3)	Дополнительные предельные значения углов поворота (скручивания) концов пролетных строений
A2.4.4.2.4(2) Таблица A2.8, примечание 3	Значения параметров α_i и r_i
A2.4.4.2.4(3)	Минимальная частота поперечных колебаний для железнодорожных мостов
A2.4.4.3.2(6)	Требования к комфорту пассажиров при эксплуатации временных железнодорожных мостов

A2.1 Область применения

(1) Настоящее приложение устанавливает правила и методы определения сочетаний воздействий для проверки предельных состояний эксплуатационной пригодности и несущей способности (за исключением расчетов на выносливость) с применением рекомендуемых расчетных значений постоянных, временных и особых воздействий, а также коэффициентов ψ для автодорожных, железнодорожных и пешеходных мостов. Приложение распространяется также на воздействия, возникающие во время производства строительных работ. Также приведены методы и правила проверки предельных состояний эксплуатационной пригодности, не зависящих от материала конструкции.

Примечание 1 – Применяемые символы, обозначения, модели и группы нагрузок соответствуют установленным в EN 1991-2.

Примечание 2 – Символы, обозначения и нагрузки при производстве строительных работ соответствуют установленным в EN 1991-1-6.

Примечание 3 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» могут быть приведены рекомендации по применению таблицы 2.1 (Проектный срок эксплуатации).

Примечание 4 – Для исключения необязательных сложных расчетов большинство правил определения сочетаний воздействий в A2.2.2–A2.2.5 упрощено. Они могут быть изменены, как указано в A2.2.1–A2.2.5, в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или при применении для конкретного проекта.

Примечание 5 – Настоящее приложение не устанавливает правила по определению воздействий на опоры (усилия и моменты) и перемещений опор, а также правила расчета мостов при учете воздействий от деформаций грунтов в результате взаимодействия их с сооружением, которые могут зависеть от перемещений и деформаций опор.

(2) Правила, установленные в настоящем приложении, могут быть недостаточными для:

- мостов, не относящихся к области применения EN 1991-2 (например, мосты под взлетно-посадочными полосами самолетов, раздвижные мосты, крытые мосты, наплавные мосты и т. д.);
- мостов с совмещенным движением автомобильного и железнодорожного транспорта;
- других строительных сооружений с транспортными нагрузками (например, подпорных стен при воздействии на них транспортных нагрузок).

A2.2 Сочетания воздействий

A2.2.1 Общие положения

(1) Эффекты воздействий, возникновение которых по физическим причинам или в зависимости от предусмотренных условий эксплуатации, не являются одновременными, совместно в одном сочетании воздействий не учитывают.

(2) Сочетания воздействий, не относящихся к области применения EN 1991 (например, осадки грунта в зонах влияния горных разработок, особые влияния ветра, воды, дрейфующих материалов, наводнений, селевых и снежных лавин, пожаров и давление льда), следует определять отдельно согласно 1.1(3) настоящих строительных норм.

Примечание 1 – Сочетания воздействий, не относящихся к области применения EN 1991, допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта.

Примечание 2 – Сейсмические воздействия – см. EN 1998.

Примечание 3 – Воздействия от воды и дрейфующих материалов – см. EN 1991-1-6.

(3) Сочетания воздействий, приведенные в формулах (6.9a)–(6.12b), следует применять при проверке предельных состояний несущей способности.

Примечание – Формулы (6.9a)–(6.12b) не применяют в расчетах на выносливость конструкций. Расчетные положения на выносливость приведены в EN 1991–EN 1999.

(4) Сочетания воздействий, (6.14a)–(6.16b), следует применять при проверке предельных состояний эксплуатационной пригодности. Дополнительные правила для проверок деформаций и колебаний приведены в A2.4.

(5) При необходимости переменные воздействия от транспорта следует учитывать одновременно в соответствующих разделах EN 1991-2.

(6)Р Должны быть рассмотрены расчетные ситуации, учитывающие процесс производства работ;

(7)Р Должны быть рассмотрены расчетные ситуации, учитывающие этапы ввода моста в эксплуатацию.

(8) При необходимости, в некоторых сочетаниях воздействий следует одновременно учитывать нагрузки при производстве работ.

Примечание – В сочетаниях воздействий не учитывают нагрузки во время производства работ, которые не могут действовать одновременно вследствие соответствующих контролируемых мероприятий.

(9)Р При сочетании переменных воздействий от транспорта с другими переменными воздействиями, рассматриваемыми в других частях EN 1991, любая группа нагрузок в соответствии с EN 1991-2 должна быть рассмотрена как одно переменное воздействие.

(10) Воздействия от снеговых и ветровых нагрузок не сочетают одновременно с нагрузками Q_{sa} , возникающими при производстве работ (например, нагрузки от рабочего персонала).

Примечание – Для отдельного проекта может потребоваться согласование требований по одновременному сочетанию воздействий от снеговых и ветровых нагрузок с другими нагрузками при производстве работ (например, использование тяжелого оборудования или кранов), учитываемых в некоторых переходных расчетных ситуациях. См. также EN 1991-1-3, EN 1991-1-4, EN 1991-1-6.

(11) При необходимости нагрузки, возникающие в процессе производства работ, сочетают с температурными воздействиями и воздействиями от воды. При установлении таких сочетаний следует учитывать различные параметры этих воздействий.

(12) Сочетание с воздействиями от предварительного напряжения следует устанавливать в соответствии с A2.3.1(8) и EN 1992–EN 1999.

(13) Влияния неравномерных деформаций (осадок) учитывают в том случае, если они существенны по сравнению с прямыми воздействиями.

Примечание – Для отдельного проекта можно устанавливать разность деформаций (осадок) и предельные значения общих деформаций.

(14) При значительном влиянии неравномерных деформаций (осадок) на конструкцию, учитывают прогнозируемую погрешность при определении деформаций (осадок).

(15) Неравномерные деформации конструкции вследствие осадки грунта относят к постоянному воздействию G_{set} и включают в сочетания для предельных состояний несущей способности и эксплуатационной пригодности. G_{set} следует задавать набором значений, равным разностям осадок (по сравнению с эталонным уровнем) между отдельными фундаментами или частями фундамента $d_{set,i}$ (i – номер отдельного фундамента или части фундамента).

Примечание 1 – Причиной осадок являются, главным образом, постоянные нагрузки и нагрузки от грунтов обратной засыпки. В определенных проектах может потребоваться учет переменных воздействий.

Примечание 2 – При равномерном изменении (в одном направлении) деформации (осадки) с течением времени учет их влияния следует определять с момента их воздействия на конструкцию (например, после того, как конструкция или элементы конструкции становятся статически неопределимыми). Кроме этого, в конструкциях или элементах конструкции из железобетона может возникнуть взаимодействие (взаимосвязь) между образованием осадок и ползучестью бетонных элементов.

(16) Разности осадок между отдельными фундаментами или частями фундамента $d_{set,i}$ следует устанавливать как наиболее точную оценку прогнозируемых значений согласно EN 1997 с учетом процесса строительства.

Примечание – Метод определения осадок приведен в EN 1997.

(17) При отсутствии специальных измерений постоянное воздействие от осадки определяют следующим образом:

– принимают наиболее точную оценку прогнозируемых значений $d_{set,i}$ для всех отдельных фундаментов или частей фундамента;

– к двум отдельным фундаментам или частям фундамента, исследуемым на максимально неблагоприятное воздействие, относят осадки $d_{set,i} \pm \Delta d_{set,i}$, при этом в $\Delta d_{set,i}$ учитывают неточность прогноза осадки.

А2.2.2 Правила сочетаний воздействий для автодорожных мостов

(1) Особые значения переменных воздействий могут быть использованы для определенных предельных состояний эксплуатационной пригодности железобетонных мостов.

Примечание – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается приводить ссылки на нечастые сочетания воздействий. На такие сочетания воздействий распространяется формула

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; \psi_{1,\inf q} Q_{k,1}; \psi_{1,i} Q_{k,i}\}, j \geq 1, i > 1, \quad (\text{A2.1a})$$

при этом выражение в скобках содержит следующее сочетание воздействий:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,\inf q} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{1,i} Q_{k,i}. \quad (\text{A2.1b})$$

(2) Модель нагрузки 2 (или нагрузку, соответствующую группе нагрузок gr1b) и сосредоточенную нагрузку Q_{fwk} (см. EN 1991-2 (5.3.2.2)) на пешеходные дорожки не сочетают с какими-либо другими переменными воздействиями.

(3) Снеговые и ветровые воздействия нагрузки не сочетают с:

- усилиями торможения и ускорения, или центробежными силами, или с группой нагрузок gr2;
- нагрузками на пешеходные и велосипедные дорожки или с группой нагрузок gr3;
- нагрузками от скопления людей (модель нагрузок 4) или с группой нагрузок gr4.

Примечание – Правила сочетания нагрузок от специальных транспортных средств (см. EN 1991-2, приложение А) с нормальным дорожным движением (LM1 и LM2) и другими переменными нагрузками допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или согласовывать для конкретного проекта.

(4) Воздействия от снеговых нагрузок не учитывают в качестве одновременного воздействия с моделями нагрузок 1 и 2 или с соответствующими группами нагрузок gr1a и gr1b, если не установлены другие требования для местных климатических условий.

Примечание – Районы, в которых снеговые нагрузки можно сочетать с группами нагрузок gr1a и gr1b, допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(5) С моделью нагрузок 1 или с соответствующей группой нагрузок gr1 не сочетают ветровые воздействия, превышающие меньшее значение: F_w^* или $\psi_0 F_{wk}$.

Примечание – Для ветровых воздействий – см. EN 1991-1-4.

(6) Ветровые и температурные воздействия не учитывают в качестве одновременного воздействия, если для местных климатических условий не установлены другие требования.

Примечание – В зависимости от климатических условий допускается устанавливать другое правило одновременного учета температурных и ветровых воздействий в соответствии с Национальным приложением или требованиями для конкретного проекта.

А2.2.3 Правила сочетаний воздействий для пешеходных мостов

(1) Сосредоточенную нагрузку Q_{fwk} не сочетают с другими временными воздействиями, не относящимися к транспортным нагрузкам.

(2) Температурные и ветровые воздействия не учитывают одновременно, за исключением случаев, когда для местных климатических условий установлены другие требования.

Примечание – В зависимости от местных климатических условий для конкретного проекта допускается устанавливать иное правило сочетаний температурных и ветровых воздействий.

(3) Снеговые нагрузки не сочетают с группами нагрузок $gr1$ и $gr2$, за исключением случаев, когда для конкретных районов или определенных типов пешеходных мостов установлены другие требования.

Примечание – Районы или определенные типы пешеходных мостов, для которых снеговые нагрузки сочетают с группами нагрузок $gr1a$ и $gr1b$, допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(4) Для пешеходных мостов, на которых пешеходное и велосипедное движение защищено от негативных погодных условий, применяют специальные правила сочетаний воздействий.

Примечание – Эти сочетания воздействий допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или согласовывать для конкретного проекта. Рекомендуется применять такие же правила сочетаний воздействий, как в наземном строительстве (см. приложение A1), заменяя полезные нагрузки основной группой транспортных нагрузок и применяя коэффициенты ψ для транспортных воздействий из таблицы A2.2.

A2.2.4 Правила сочетаний воздействий для железнодорожных мостов

(1) В сочетаниях воздействий для постоянных или переходных расчетных ситуаций, возникающих после строительства моста, не учитывают снеговые нагрузки, за исключением случаев, когда к районам со специальными снеговыми нагрузками или определенным типам железнодорожных мостов установлены другие требования.

Примечание – Географические районы или некоторые типы железнодорожных мостов, для которых в сочетаниях воздействий потребуется учитывать снеговые нагрузки, должны быть указаны в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(2) Сочетания воздействий, при одновременном действии транспортных нагрузок и ветровых воздействий, должны включать:

– вертикальные воздействия от железнодорожного транспорта с учетом динамического коэффициента, горизонтальные воздействия от железнодорожного транспорта и ветровые воздействия, при этом каждое из этих воздействий рассматривают в соответствующих сочетаниях как доминирующее;

– вертикальные воздействия от железнодорожного транспорта без учета динамического коэффициента и горизонтальное поперечное (действующее перпендикулярно пролету) воздействие от железнодорожного транспорта от «ненагруженного поезда» согласно требованиям EN 1991-2 (6.3.4 и 6.5) с ветровыми воздействиями для проверки устойчивости.

(3) Ветровые воздействия не сочетают:

– с группами нагрузок $gr13$ или $gr23$;
– с группами нагрузок $gr16$, $gr17$, $gr26$, $gr27$ и моделью нагрузки $SW/2$ (см. EN 1991-2, 6.3.3).

(4) Ветровые воздействия, превышающие меньшее значение: F_w^{**} или $\psi_0 F_{wk}$, не сочетают с транспортными нагрузками.

Примечание – Для определения F_w^{**} в Национальном приложении допускается принимать предельные значения максимальной скорости ветра, при которой возможно движение железнодорожного транспорта (см. также EN 1991-1-4).

(5) Аэродинамические воздействия от железнодорожного транспорта (см. EN 1991-2, 6.6) и ветровые воздействия сочетают между собой. Каждое из этих воздействий рассматривают в соответствующих сочетаниях как доминирующее.

(6) Если несущий элемент конструкции не подвержен прямому ветровому воздействию, то воздействие q_{ik} вследствие аэродинамических сил определяют суммарно из скорости поезда и скорости ветра.

(7) При отсутствии использования группы нагрузок при воздействии железнодорожного транспорта общее воздействие при этом считают одним многокомпонентным переменным воздействием, для отдельных составляющих которого применяют максимальные неблагоприятные или минимальные благоприятные значения в зависимости от расчетной ситуации.

A2.2.5 Сочетания воздействий в особых расчетных ситуациях (несейсмических)

(1) В сочетаниях особых воздействий не требуется учитывать другие особые воздействия, а также ветровые воздействия или снеговые нагрузки.

(2) В особой расчетной ситуации при столкновении транспортных средств под мостом (на дороге или рельсах) транспортные нагрузки на мост учитывают как сопутствующие с применением их часто встречающегося значения.

Примечание 1 – Информация об ударных воздействиях, связанных с движением транспорта, приведена в EN 1991-1-7.

Примечание 2 – Дополнительные сочетания воздействий для других расчетных ситуаций (например, транспортные нагрузки с учетом лавин, наводнений или подмывов) могут быть согласованы для конкретного проекта.

Примечание 3 – Также см. таблицу A2.1 (сноска 1).

Таблица A2.1 – Рекомендуемые числовые значения коэффициентов ψ для автодорожных мостов

Воздействие	Обозначение		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Транспортные нагрузки (см. EN 1991-2, таблица 4.4)	gr1a (LM1 + нагрузки на пешеходные или велосипедные дорожки) ¹⁾	На две оси (TS)	0,75	0,75	0
		Равномерно распределенная нагрузка (UDL)	0,40	0,40	0
		Пешеходные или велосипедные нагрузки ²⁾	0,40	0,40	0
	gr1b (на одну ось)		0	0,75	0
	gr2 (горизонтальные усилия)		0	0	0
	gr3 (пешеходные нагрузки)		0	0,40	0
	gr4 (LM4 – нагрузка от скопления людей)		0	–	0
	gr5 (LM3 – нагрузка от специальных транспортных средств)		0	–	0
Ветровые воздействия	F_{wk} : постоянные расчетные ситуации		0,6	0,2	0
	производство строительных работ		0,8	–	0
	F_w^*		1,0	–	–
Температурные воздействия	T_k		0,6 ³⁾	0,6	0,5
Снеговые нагрузки	$Q_{Sn,k}$ (во время производства строительных работ)		0,8	–	–

Нагрузки при производстве строительных работ	Q_c	1,0	—	1,0

¹⁾ Рекомендуемые значения ψ_0 , ψ_1 , ψ_2 для групп нагрузок gr1a и gr1b применяют для автодорожного движения с поправочными коэффициентами α_{Q1} , α_{Q2} , α_{Qr} и β_Q , равными 1. Значения для равномерно распределенной нагрузки (UDL) соответствуют дорожным ситуациям с нормальным движением, при котором возможно редкое скопление грузовых транспортных средств. Для других классов дорог или нестандартных дорожно-транспортных ситуаций могут применяться другие числовые значения с коэффициентами α . Например, для равномерно распределенной нагрузки (UDL) в системе LM1 допускается применять значение ψ_2 , не равное нулю, если мост постоянно находится под нагрузкой от непрерывного потока тяжелых транспортных средств (см. также EN 1998).

²⁾ Значение для сочетания воздействий от пешеходных и велосипедных нагрузок, указанное в EN 1991-2 (таблица 4.4a), является уменьшенным значением. Для этого значения применимы коэффициенты ψ_0 и ψ_1 .

³⁾ Рекомендуемое числовое значение ψ_0 для температурных воздействий в предельных состояниях несущей способности EQU, STR и GEO в большинстве случаев допускается уменьшить до 0. См. также Еврокоды по определению расчетных параметров.

(3) При особых воздействиях вследствие схода поезда с рельсов на железнодорожном мосту необходимо учитывать движение железнодорожного транспорта по другим путям как сопутствующие воздействия с их комбинационным значением.

Примечание 1 – Информация об ударных воздействиях, связанных с движением транспорта, приведена в EN 1991-1-7.

Примечание 2 – Расчетные ситуации, связанные с особыми воздействиями от столкновения транспортных средств на мосту, включают воздействия от схода с рельсов согласно EN 1991-2 (6.7.1).

(4) Особые расчетные ситуации от столкновения судна с промежуточными опорами моста устанавливают отдельно.

Примечание – Эти расчетные ситуации устанавливают для конкретного проекта (см. EN 1991-1-7).

A2.2.6 Числовые значения коэффициентов ψ

(1) Значения коэффициентов ψ должны быть.

Примечание 1 – Коэффициенты ψ допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые числовые значения коэффициентов ψ для групп транспортных нагрузок и других распространенных воздействий приведены в следующих таблицах:

- для автодорожных мостов – в таблице A2.1;
- для пешеходных мостов – в таблице A2.2;
- для железнодорожных мостов – для групп нагрузок и для отдельных составляющих воздействий от транспорта – в таблице A2.3.

Таблица A2.2 – Рекомендуемые числовые значения коэффициентов ψ для пешеходных мостов

Воздействие	Обозначение	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Транспортные нагрузки	gr1	0,40	0,40	0
	Q_{fWk}	0	0	0
	gr2	0	0	0
Ветровые воздействия	F_{Wk}	0,3	0,2	0
Температурные воздействия	T_k	0,6 ¹⁾	0,6	0,5
Снеговые нагрузки	$Q_{Sn,k}$ (во время производства строительных работ)	0,8	—	0

Нагрузки при производстве строительных работ	Q_c	1,0	—	1,0
¹⁾ Рекомендованное числовое значение ψ_0 для температурных воздействий в предельных состояниях несущей способности EQU, STR и GEO в большинстве случаев допускается уменьшить до 0. См. также Еврокоды по определению расчетных параметров.				

Примечание 2 – Если в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» для предельных состояний эксплуатационной пригодности железобетонных мостов применяют нечастые сочетания воздействий, то в нем также устанавливают числовые значения $\psi_{1,infq}$. Рекомендуемыми значениями $\psi_{1,infq}$ являются:

- 0,80 – для gr1a (LM1), gr1b (LM2), gr3 (пешеходные нагрузки), gr4 (LM4, нагрузки от скопления людей) и T (температурные воздействия);
- 0,60 – для F_w в постоянных расчетных ситуациях;
- 1,00 – в других случаях (т. е. характеристическое значение применяют в качестве «нечастого»).

Таблица А2.3 – Рекомендуемые числовые значения коэффициентов ψ для железнодорожных мостов

Воздействие		ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$	
Составляющие воздействий от транспорта ⁵⁾	LM 71	0,80		0	
	SW/0	0,80	а)	0	
	SW/2	0	1,00	0	
	Порожный поезд	1,00	—	—	
	HSLM	1,00	1,00	0	
	Усилия при трогании с места (сила тяги) и торможении Центробежная сила Силы взаимодействия от деформаций при вертикальных транспортных нагрузках	Для отдельных составляющих воздействий от транспорта, применяемых вместо групп нагрузок в качестве доминирующего воздействия, применяют коэффициенты ψ , рекомендуемые для соответствующих вертикальных нагрузок			
Составляющие воздействий от транспорта ⁵⁾	Горизонтальная поперечная нагрузка от удара	1,00	0,80	0	
	Нагрузки на служебные проходы	0,80	0,50	0	
	Стандартный поезд	1,00	1,00	0	
	Горизонтальное давление (боковое) грунта от подвижного состава на призме обрушения	0,80	1)	0	
	Аэродинамические воздействия	0,80	0,50	0	
Основные воздействия от транспорта (группы нагрузок)	gr11 (LM71 + SW/0)	Максимальное вертикальное 1 с максимальным продольным	0,80	0,80	0
	gr12 (LM71 + SW/0)	Максимальное вертикальное 2 с максимальным поперечным			
	gr13 (торможение/ трогание)	Максимальное продольное			
	gr14 (центробежная сила)	Максимальное поперечное			
	gr15 (порожный поезд)	Боковая устойчивость при «порожном поезде»			
	gr16 (SW/2)	SW/2 с максимальным продольным			
	gr17 (SW/2)	SW/2 с максимальным поперечным	0,80	0,70	0
	gr21 (LM71 + SW/0)	Максимальное вертикальное 1 с максимальным продольным			
	gr22 (LM71 + SW/0)	Максимальное вертикальное 2 с максимальным поперечным			

	gr23 (торможение/сила тяги)	Максимальное продольное	0,80	0,60	0
	gr24 (центробежная сила моста)	Максимальное поперечное			
	gr26 (SW/2)	SW/2 с максимальным продольным			
	gr27 (SW/2)	SW/2 с максимальным поперечным			
	gr31 (LM71 + SW/0)	Особые нагрузки			
Другие эксплуатационные воздействия	Аэродинамическое воздействие		0,80	0,50	0
	Общие нагрузки от ремонтных работ на служебных проходах и тротуарах		0,80	0,50	0
Ветровые воздействия ²⁾	F_{wk}		0,75	0,50	0
	F_w^{**}		1,00	0	0
Температурные воздействия ³⁾	T_k		0,60	0,60	0,50
Снеговые нагрузки	$Q_{Sn,k}$ (во время производства строительных работ)		0,8	–	0
Нагрузки при производстве строительных работ	Q_c		1,0	–	1,0

¹⁾ 0,8 – при нагрузке только на один путь;
0,7 – при одновременной нагрузке на два пути;
0,6 – при одновременной нагрузке на три рельса и более.
²⁾ При одновременном ветровом воздействии и транспортных нагрузках применяют значение ветровых нагрузок $\psi_0 F_{wk}$ не более F_w^{**} (см. EN 1991-1-4). См. A2.2.4(4).
³⁾ См. EN 1991-1-5.
⁴⁾ В случае учета деформаций при постоянных и переходных расчетных ситуациях для воздействий от железнодорожного транспорта применяют ψ_2 , равное 1,00. Для сейсмических расчетных ситуаций – см. таблицу A2.5.
⁵⁾ Минимальная вертикальная нагрузка, действующая одновременно с отдельными составляющими транспортной нагрузки (например, центробежной силой, силой тяги или торможения), составляет 0,5 LM71 и т. д.

Примечание 3 – Характеристические значения для ветровых воздействий и снеговых нагрузок во время производства работ установлены в EN 1991-1-6. В некоторых случаях в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта допускается устанавливать характеристические значения от гидравлических воздействий F_{wa} .

Примечание 4 – Для пешеходных мостов нечастое значение переходных воздействий не применяют.

Примечание 5 – Для специальных расчетных ситуаций (например, расчет строительного подъема моста по архитектурным требованиям или с целью удаления воды или обеспечения габарита в свету и т. д.) требования к применяемым для этого сочетаниям воздействий устанавливают для конкретного проекта.

Примечание 6 – Для железнодорожных мостов нечастое значение переходных воздействий не применяют.

(2) Для железнодорожных мостов к одной группе нагрузок следует применять единый коэффициент ψ в соответствии с требованиями EN 1991-2, принимаемый равным значению ψ , относящемуся к доминирующей составляющей, входящей в группу.

(3) Для железнодорожных мостов, для определения расчетных параметров которых применяют группы нагрузок, следует использовать группы нагрузок, установленные в EN 1991-2 (таблица 6.11).

(4) В соответствующих случаях сочетание воздействий, связанных с транспортными нагрузками (в том числе отдельных составляющих), следует учитывать для железнодорожных мостов. Воздействия, связанные с транспортными нагрузками, должны быть учтены, например, при проектировании несущих элементов, при оценке максимальной горизонтальной и минимальной вертикальной нагрузок от транспортных средств, для расчета при стесненной деформации, максимальных опрокидывающих нагрузок на опоры (особенно многопролетных мостов) и т. д. (см. таблицу A2.3).

А2.3 Предельные состояния несущей способности

Примечание – Проверка на усталостную прочность не производится.

А2.3.1 Расчетные значения воздействий в постоянных и переходных расчетных ситуациях

(1) Расчетные значения воздействий для предельных состояний несущей способности в постоянных и переходных расчетных ситуациях (формулы (6.9a)–(6.10b)) должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах А2.4(А)–А2.4(С).

Примечание – Значения, приведенные в таблицах А2.4(А)–А2.4(С), могут быть изменены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» (например, при наличии других требований, предъявляемых к надежности (см. раздел 2 и приложение В).

(2) При применении таблиц А2.4(А)–А2.4(С) в случаях, когда предельное состояние в значительной степени зависит от изменения значений постоянных воздействий, применяют согласно 4.1.2(2)Р верхнее и нижнее характеристические значения этих воздействий.

(3) Статическое равновесие мостов (EQU (см. 6.4.1 и 6.4.2(2))) необходимо проверять с применением расчетных значений воздействий, указанных в таблице А2.4(А).

(4) Проверку предельных состояний несущей способности (STR (см. 6.4.1)) элементов конструкции при отсутствии геотехнических воздействий производят с применением указанных в таблице А2.4(В) расчетных значений воздействий.

(5) Расчет (STR) элементов конструкции [опорной пяты фундамента, свай фундамента, промежуточных опор моста, боковых стен, обратных стенок (откосных крыльев), боковых и торцевых стен контрфорсов, стенок, удерживающих щебеночный балласт, и т. д.], при наличии геотехнических воздействий и сопротивления грунта (GEO (см. 6.4.1)) производят одним из трех следующих методов, с определением геотехнических воздействий и сопротивления грунта в соответствии с EN 1997:

- метод 1. Выполняют два расчета (для геотехнических и других воздействий):
 - с применением расчетных значений таблицы А2.4(С);
 - с применением расчетных значений таблицы А2.4(В);
- метод 2. Для геотехнических и других воздействий применяют значения, приведенные в таблице А2.4(В);
- метод 3. Для геотехнических воздействий применяют значения, приведенные в таблице А2.4(С), для других воздействий – значения таблицы А2.4(В).

Примечание – Применяемый метод 1, 2 или 3 устанавливают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(6) Устойчивость строительного грунта (например, устойчивость откоса, на котором находится промежуточная опора моста) подтверждают в соответствии с EN 1997.

(7) Расчеты, связанные с гидравлическим подъемом (HYD), или потеря устойчивости из-за увеличения давления воды (UPL) (например, дно котлована для фундамента мостов) необходимо выполнять в соответствии с EN 1997.

Примечание – Воздействия от воды и вспучивающегося материала (см. EN 1991-1-6). Для конкретного проекта могут потребоваться подтверждения общих и местных размывов. Требования по учету давления льда на опоры моста и т. д. допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(8) Значения γ_r , применяемые к воздействиям от предварительного напряжения, устанавливают для основных значений этих воздействий в соответствии с настоящими строительными нормами и EN 1991–EN 1999.

Примечание – При отсутствии значений коэффициентов γ_r в соответствующих Еврокодах по определению расчетных параметров эти значения устанавливают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта. Они зависят от:

- вида предварительного напряжения (см. примечание к 4.1.2(6));
- классификации предварительного напряжения как прямого или косвенного воздействия (см. 1.5.3.1);
- способа расчета конструкции (см. 1.5.6);
- благоприятного или неблагоприятного влияния воздействий от предварительного напряжения и применения его в сочетании воздействий в качестве доминирующего или сопутствующего.

Производство строительных работ – см. EN 1991-1-6.

Таблица A2.4(A) – Расчетные значения воздействий (EQU) (группа A)

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Предварительное напряжение	Доминирующее*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятное	благоприятное			основное (при его наличии)	другие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_r P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

* Переменные воздействия рассматривают в таблицах A2.1–A2.3.

Примечание 1 – Значения γ для постоянных и переходных расчетных ситуаций могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Для постоянных расчетных ситуаций рекомендуемым набором значений γ является следующий:

$\gamma_{G,sup} = 1,05$;

$\gamma_{G,inf} = 0,95$;¹⁾

$\gamma_Q = 1,35$ – для воздействий от автодорожного и пешеходного движения при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,45$ – для воздействий от железнодорожного транспорта при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,50$ – для всех других переменных воздействий в постоянных расчетных ситуациях при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях).

γ_r равен коэффициенту, который рекомендован в соответствующем Еврокоде по проектированию.

Для переходных расчетных ситуаций, связанных с риском потери статического равновесия, $Q_{k,1}$

представляет доминирующее дестабилизирующее переменное воздействие, $Q_{k,i}$ представляет соответствующие сопутствующие дестабилизирующие переменные воздействия.

При производстве строительных работ, при условии надлежащего управления процессом строительства, рекомендуемым набором значений γ является следующий:

$\gamma_{G,sup} = 1,05$;

$\gamma_{G,inf} = 0,95$;¹⁾

$\gamma_Q = 1,35$ – для нагрузок при производстве строительных работ при неблагоприятных воздействиях, (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,50$ – для всех других временных воздействий при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях).

¹⁾ Параметры усилий от противовесов могут учитываться посредством применения одной или двух следующих рекомендаций:

– применение частного коэффициента $\gamma_{G,inf} = 0,8$, когда собственный вес определен недостаточно точно (например для контейнеров);

– учет изменения проектного положения, устанавливаемого в соответствии с размерами моста, когда масса противовеса определена точно. При движении стальных мостов изменение положения противовеса как правило принимается равным ± 1 м.

Примечание 2 – При проверке подъема опорных элементов многопролетных мостов или в случаях, когда проверка статического равновесия включает также устойчивость элементов конструкции (например, когда потеря сопротивления предотвращается наличием стабилизирующих систем или устройств – анкерными креплениями, опорами и вспомогательными колоннами), в качестве альтернативы двум отдельным проверкам, основанным на использовании данных таблиц A2.4(A) и A2.4(B), может быть произведена комбинированная проверка, основанная на данных таблицы A2.4(A). Значения γ могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуется использовать следующие значения γ :

$\gamma_{G,sup} = 1,35$;

$\gamma_{G,inf} = 1,25$;
 $\gamma_Q = 1,35$ – для воздействий от автомобильного и пешеходного движения при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);
 $\gamma_Q = 1,45$ – для воздействий от железнодорожного транспорта при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);
 $\gamma_Q = 1,50$ – для всех других переменных воздействий в постоянных расчетных ситуациях при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);
 $\gamma_Q = 1,35$ – для других переменных воздействий при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях) при условии, что применение $\gamma_{G,inf} = 1,00$ как для неблагоприятного, так и для благоприятного постоянного воздействия не приведет к более неблагоприятному эффекту.

Таблица А2.4(В) – Расчетные значения воздействий (STR/GEO) (группа В)

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Предварительное напряжение	Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятное	благоприятное			основное (при его наличии)	другие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Формула (6.10a)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	–	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Формула (6.10b)	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

* Переменные воздействия приведены в таблицах А2.1–А2.3.

Примечание 1 – Выбор между формулами (6.10) или (6.10a) и (6.10b) производится на основании раздела «Национальные требования и национально установленные параметры». При применении формул (6.10a) и (6.10b) в Национальном приложении допускается устанавливать требование по учету в формуле (6.10a) только постоянных воздействий.

Примечание 2 – Значения γ и ξ могут быть установлены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуются следующие значения γ и ξ при использовании формул (6.10) или (6.10a) и (6.10b):

$\gamma_{G,sup} = 1,35$;¹⁾

$\gamma_{G,inf} = 1,00$;

$\gamma_Q = 1,35$ – для воздействий от автомобильного и пешеходного движения при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,45$ – для воздействий от железнодорожного транспорта для групп нагрузок 11–31 (за исключением 16, 17, 26³⁾ и 27³⁾), моделей нагрузок LM71, SW/0 и HSLM и реальных поездов, рассматриваемых как доминирующее воздействие от движения транспорта (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,20$ – когда Q представляет неблагоприятные воздействия от железнодорожного транспорта для групп нагрузок 16, 17 и SW/2 (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,50$ – для других воздействий, связанных с движением транспорта и других переменных воздействий;²⁾
 $\xi = 0,85$ (таким образом, что $\xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 \approx 1,15$);

$\gamma_{Gset} = 1,20$ – в случае линейно-упругого расчета и $\gamma_{Gset} = 1,35$ – в случае нелинейно-упругого расчета для расчетных ситуаций, в которых воздействия, связанные с неравномерной осадкой, могут приводить к неблагоприятным результатам. Для расчетных ситуаций, в которых воздействия, связанные с неравномерной осадкой, могут приводить к благоприятным результатам, эти воздействия не учитываются. См. также EN 1991–EN 1999, где приведена информация по использованию значений γ для вынужденных деформаций.

γ_P равен коэффициенту, установленному в соответствующем Еврокоде по проектированию.

Примечание 3 – Характеристические значения всех постоянных воздействий одного происхождения умножаются на $\gamma_{G,sup}$, если их общее влияние является неблагоприятным, и умножаются на $\gamma_{G,inf}$, если общий результат является благоприятным. Например, все воздействия от собственного веса конструкции могут рассматриваться как воздействия одного происхождения; данное положение справедливо также в случае использования различных материалов. См. А2.3.1(2).

Примечание 4 – При определенных проверках значения γ_G и γ_Q определяют как произведение γ_g и γ_q на коэффициент погрешности модели γ_{sd} . Значение γ_{sd} устанавливают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендованным для γ_{sd} является значение 1,0–1,15.

Примечание 5 – Для воздействий воды, не установленных в EN 1997 (т. е. текущие воды), применяемое сочетание воздействий устанавливают для конкретного проекта.

- ¹⁾ Это значение применяется для: собственного веса конструктивных и неконструктивных элементов, балласта, грунта, грунтовых вод и свободной воды, переменных нагрузок и т. д.
- ²⁾ Данное значение применяется для переменного горизонтального давления грунта, воздействия грунтовых вод, свободной воды и балласта, добавочной транспортной нагрузки на грунт, аэродинамического воздействия от движения транспорта, ветровых нагрузок и температурных воздействий и т. д.
- ³⁾ При воздействиях от железнодорожного транспорта для групп нагрузок 26 и 27 значение $\gamma_Q = 1,20$ может быть применено для отдельных составляющих SW/2 и значение $\gamma_Q = 1,45$ может быть применено для отдельных составляющих моделей нагрузок LM71, SW/0, HSLM и т. д.

Таблица A2.4(C) – Расчетные значения воздействий (STR/GEO) (группа C)

Постоянные и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Предварительное напряжение	Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятное	благоприятное			основное (при его наличии)	другие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	—	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

* Переменные воздействия приведены в таблицах A2.1–A2.3.

Примечание – Значения γ могут быть установлены в Национальном приложении:

$\gamma_{G,sup} = 1,00$;

$\gamma_{G,inf} = 1,00$;

$\gamma_{Gset} = 1,00$;

$\gamma_Q = 1,15$ – для воздействий от автодорожного и пешеходного движения при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,25$ – для воздействий от железнодорожного транспорта при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,30$ – для переменных составляющих горизонтального давления грунта, грунтовых вод, свободной воды и балласта, для дополнительной нагрузки от транспорта, увеличивающей горизонтальное давление грунта, при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_Q = 1,30$ – для всех других переменных воздействий при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях);

$\gamma_{Gset} = 1,00$ – в случае линейно-упругих или линейно-неупругих расчетов для расчетных ситуаций, в которых воздействия, связанные с неравномерной осадкой, могут приводить к неблагоприятным результатам.

Для расчетных ситуаций, в которых воздействия, связанные с неравномерной осадкой, могут приводить к благоприятным результатам, эти воздействия не учитываются;

γ_P равен коэффициенту, который рекомендован в соответствующем Еврокоде по проектированию.

A2.3.2 Расчетные значения воздействий в особых и сейсмических расчетных ситуациях

(1) Частные коэффициенты для воздействий для проверки предельных состояний несущей способности в особых и сейсмических расчетных ситуациях (формулы (6.11a)–(6.11b)) приведены в таблице A2.5. Значения ψ приведены в таблицах A2.1–A2.3.

Примечание – Сейсмические расчетные ситуации – см. также EN 1998.

Таблица А2.5 – Расчетные значения воздействий в особых расчетных ситуациях и при сейсмических воздействиях

Расчетная ситуация	Постоянные воздействия		Предварительное напряжение	Случайное или сейсмическое воздействие	Сопутствующие переменные воздействия**	
	неблагоприятное	благоприятное			основное (при его наличии)	другие
Особая* формула (6.11a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ или $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Сейсмическая*** формула (6.12a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$A_{Ed} = \gamma_I A_{Ek}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

* При особых расчетных ситуациях для сопутствующего основного переменного воздействия допускается принимать как частое, для сейсмических расчетных ситуаций – практически постоянное. Применение этих значений устанавливают в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» в зависимости от особого воздействия.

** Переменные воздействия рассмотрены в таблицах А2.1–А2.3.

*** В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для отдельного проекта могут быть установлены конкретные сейсмические расчетные ситуации. Для железнодорожных мостов принимается нагрузка только на один рельсовый путь; при этом модель SW/2 можно не учитывать.

Примечание – Расчетные значения в таблице А2.5 могут быть изменены в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые значения – $\gamma = 1,0$ для всех несейсмических воздействий.

(2) В особых случаях, когда одновременно с особыми воздействиями учитывают одно или несколько переменных воздействий, устанавливают также их характеристические значения.

Примечание – Например, для мостов из сборных элементов нагрузки при производстве работ можно сочетать с воздействиями, возникающими при аварии с обрушением сборного элемента. Характеристические значения допускается устанавливать для конкретного проекта.

(3) Если во время производства работ существует опасность потери устойчивости, сочетание воздействий должно быть представлено следующим образом:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j,sup} + \sum_{j \geq 1} G_{k,j,inf} + P + A_d + \psi_2 Q_{c,k}, \quad (\text{A2.2})$$

где $Q_{c,k}$ – характеристическое значение нагрузки при производстве строительных работ, установленной в EN 1991-1-6 (например, характеристическое значение основного сочетания групп нагрузок $Q_{c,a}$, $Q_{c,b}$, $Q_{c,c}$, $Q_{c,d}$, $Q_{c,e}$ и $Q_{c,f}$).

А2.4 Предельные состояния эксплуатационной пригодности и другие специальные предельные состояния

А2.4.1 Общие положения

(1) Для предельных состояний эксплуатационной пригодности применяют расчетные значения воздействий из таблицы А2.6, если в EN 1991–EN 1999 не установлены другие значения.

Примечание 1 – Для предельного состояния эксплуатационной пригодности коэффициенты γ для транспортных нагрузок и других воздействий допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Рекомендуемые расчетные значения приведены в таблице А2.6, в которой все коэффициенты γ принимают равными 1,0.

Таблица А2.6 – Расчетные значения воздействий в сочетании воздействий

Сочетание воздействий	Постоянные воздействия G_d		Предварительное напряжение	Переменные воздействия Q_d	
	неблагоприятное	благоприятное		основное (при его наличии)	другие
Характеристическое	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$
Частое	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\Psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$
Практически постоянное	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\Psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\Psi_{2,i} Q_{k,i}$

Примечание 2 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается также применение нечастого сочетания воздействий.

(2) Критерии эксплуатационной пригодности устанавливают в соответствии с требованиями, приведенными в 3.4 и EN 1992–EN 1999. Деформации рассчитывают в соответствии с EN 1991–EN 1999, применяя сочетания воздействий согласно формулам (6.14a)–(6.14b) (см. таблицу А2.6) с учетом требований, предъявляемым к эксплуатационной пригодности, и с учетом различий между обратимыми и необратимыми предельными состояниями.

Примечание – Требования и критерии эксплуатационной пригодности допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта.

А2.4.2 Критерии эксплуатационной пригодности для деформаций и колебаний автодорожных мостов

(1) В определенных случаях для автодорожных мостов устанавливают следующие требования и критерии, касающиеся:

- настила строения моста на опорах;
- повреждения опор.

Примечание – Подъем пролетного строения в конце моста может нарушить безопасность движения и вызвать повреждения несущих и ненесущих конструкций. Для исключения подъема моста может потребоваться более высокий уровень надежности по сравнению с обычно применяемым для предельного состояния эксплуатационной пригодности.

(2) Предельные состояния эксплуатационной пригодности во время производства работ устанавливают в соответствии с настоящими строительными нормами и EN 1991–EN 1999.

(3) При необходимости для автодорожных мостов устанавливают требования и критерии, касающиеся деформаций и колебаний.

Примечание 1 – Проверки предельных состояний эксплуатационной пригодности, касающихся деформаций и колебаний, производят для автодорожных мостов только в исключительных случаях. Для оценки деформаций рекомендуется применять частое сочетание воздействий.

Примечание 2 – Колебания автодорожных мостов могут быть вызваны различными причинами, в первую очередь воздействиями от транспорта и ветровыми воздействиями. Колебания от ветровых воздействий – см. EN 1991-1-4. При колебаниях, вызванных транспортом, следует учитывать критерии комфорта. В определенных случаях следует также учитывать усталостную прочность.

А2.4.3 Проверка колебаний пешеходных мостов при воздействиях от пешеходного движения

Примечание – Колебания от ветровых воздействий – см. EN 1991-1-4.

A2.4.3.1 Расчетные ситуации и соответствующие транспортные нагрузки

(1) Для пешеходного движения применяют расчетные ситуации (см. 3.2), которые возможны в течение срока эксплуатации пешеходных мостов и которые возможно прогнозировать.

Примечание – Расчетные ситуации могут учитывать вид и способ организации, регулирования и ограничения движения.

(2) В зависимости от площади моста или исследуемой его части для постоянной расчетной ситуации принимают нагрузку от группы лиц, состоящую из 8–15 свободно идущих человек.

(3) Другие постоянные, переходные или особые расчетные ситуации устанавливают в зависимости от площади моста или применяемых элементов конструкции с учетом следующих условий:

- потока пешеходов (более 15 чел.);
- скопления людей на праздничных или спортивных мероприятиях.

Примечание 1 – Эти транспортные ситуации допускается согласовывать для конкретного проекта, особенно для мостов во внутригородской зоне, вблизи вокзалов, школ, общественных зданий и других общественных мест.

Примечание 2 – Определение расчетных ситуаций, связанных с праздничными или спортивными мероприятиями, зависит от того, как эти мероприятия могут регулировать ответственные организаторы или компетентные органы. В настоящих строительных нормах такие правила не указываются. Для определения данных расчетных ситуаций могут потребоваться специальные исследования.

A2.4.3.2 Критерии комфорта для пешеходов (для проверки эксплуатационной пригодности)

(1) В качестве критериев комфорта следует определить максимально допустимые ускорения в самом неблагоприятном месте пролетного строения моста.

Примечание – Критерии допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта. Рекомендуются применение следующих максимальных ускорений, м/с^2 , для:

- вертикальных колебаний – 0,7;
- горизонтальных колебаний при стандартной эксплуатации – 0,2;
- чрезвычайных скоплений людей – 0,4.

(2) Проверку критериев комфорта производят в случаях, когда основная частота колебаний пролетного строения моста, Гц, менее:

- 5 – для вертикальных колебаний;
- 2,5 – для горизонтальных (поперечных) колебаний и колебаний кручения.

Примечание – Данные, применяемые в расчетах, и полученные результаты могут быть достаточно неопределенными. При невыполнении основных критериев комфорта на стадии проектирования следует предусматривать устройство амортизаторов (демпферов) с возможностью их установки после изготовления конструкции. В таких случаях проектировщик конструкции должен предусмотреть проведение контрольных испытаний на сооружении.

A2.4.4 Проверка деформаций и колебаний железнодорожных мостов

A2.4.4.1 Общие положения

(1) В настоящем подразделе устанавливаются предельные значения деформаций и колебаний, которые необходимо учитывать при проектировании новых железнодорожных мостов.

Примечание 1 – Чрезмерные деформации моста могут быть опасны для движения, вызывая недопустимые изменения вертикального и горизонтального положения рельса, повышение напряжений в рельсах и колебания конструкции моста. Чрезмерные колебания могут вызывать неустойчивость балласта и недопустимое снижение контактного усилия между колесом и рельсом. Чрезмерные деформации могут также вызывать увеличение нагрузок на рельсы и мост, а также ухудшать комфорт пассажиров.

Примечание 2 – Предельные значения деформаций и колебаний могут быть указаны в явной или неявной форме – в виде значений или в критериях жесткости, установленных для мостов в A2.4.4.1(2)Р.

Примечание 3 – В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается устанавливать предельные значения деформаций и колебаний для вспомогательных мостов. В разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» допускается указывать специальные требования к временным мостам, которые зависят от планируемых условий эксплуатации (например, специальные требования к наклонным мостам).

(2)Р Проверки деформаций моста производят с целью обеспечения безопасности движения по следующим критериям:

- вертикальное ускорение пролетного строения (для предотвращения неустойчивости щебеночного балласта и недопустимого снижения контактных усилий между колесом и рельсом – см. A2.4.4.2.1);
- вертикальный прогиб пролетного строения моста для отдельных пролетов (для обеспечения требуемых вертикальных радиусов рельсового пути и общей жесткости конструкции – см. A2.4.4.2.3(3));
- беспрепятственный подъем на опорах (для предотвращения преждевременного разрушения опор);
- вертикальный прогиб в конце пролетного строения, выступающего за опоры (для предотвращения дестабилизации рельсовых путей и ограничения усилий подъема на креплениях рельсов, а также дополнительных напряжений в рельсах – см. A2.4.4.2.3(1) и EN 1991-2 (6.5.4.5.2);
- поворот пролетного строения относительно оси пути между началом и серединой моста (для снижения риска схода поезда с рельсов – см. A2.4.4.2.2).

Примечание – В A2.4.4.2.2 приведены критерии, отвечающие требованиям, предъявляемым к безопасности эксплуатации и комфорту пассажиров;

– поворот концов пролетного строения вокруг поперечной оси в конце моста или общий поворот между двумя примыкающими друг к другу концами пролетного строения (для ограничения дополнительных напряжений в рельсах (см. EN 1991-2 (6.5.4)), усилий подъема на креплениях рельсов и угловых отклонений на стяжках рельсов и элементах стрелочного перевода – см. A2.4.4.2.3(2));

– продольное смещение верхней кромки концов пролетного строения вследствие деформаций в продольном направлении и поворота конца пролетного строения (для ограничения дополнительных напряжений в рельсах и сведения до минимума нарушений щебеночного балласта и положения рельсов – см. EN 1991-2 (6.5.4.5.2));

– горизонтальное поперечное смещение (для обеспечения требуемых горизонтальных радиусов рельсов – см. A2.4.4.2.4 (таблица A2.8));

– горизонтальный поворот концов пролетного строения вокруг вертикальной оси (для обеспечения горизонтальной геометрии рельсов и комфорта пассажиров – см. A2.4.4.2.4 (таблица A2.8));

– ограничение первой собственной частоты колебаний в поперечном направлении пролета для исключения резонанса между боковыми перемещениями транспортных средств в зоне их подвесок и перемещением моста – см. А2.4.4.2.4(3).

Примечание – Непрямые указания на другие критерии жесткости содержатся в ограничении собственной частоты колебаний мостов в EN 1991-2 (6.4.4), определении динамических коэффициентов в расчетной модели нагрузки мостов согласно EN 1991-2 (6.4.6.4) и EN 1991-2 (приложение С).

(3) Проверку деформаций моста производят для обеспечения комфорта пассажиров, например, определяют вертикальные прогибы пролетного строения с целью ограничения ускорений вагонов в соответствии с А2.4.4.3.

(4) Предельные значения, указанные в А2.4.4.2 и А2.4.4.3, включают влияния ремонта пути (например, в них заложены влияния осадок оснований, ползучесть и т. д.).

А2.4.4.2 Критерии безопасности эксплуатации

А2.4.4.2.1 Вертикальное ускорение пролетного строения

(1)Р Для обеспечения безопасности эксплуатации в случаях, в которых требуется динамический расчет, проводят подтверждение пикового значения ускорения колебаний пролетного строения вследствие воздействий от железнодорожного транспорта. Это подтверждение для предельного состояния эксплуатационной пригодности предназначено для исключения неустойчивости рельсового пути.

(2) Необходимость динамического расчета устанавливают в соответствии с EN 1991-2 (6.4.4).

(3)Р При необходимости выполнения динамического расчета его производят в соответствии с EN 1991-2 (6.4.6).

Примечание – Как правило, применяют только характеристические значения воздействий от железнодорожного транспорта согласно EN 1991-2 (6.4.6.1).

(4)Р Максимальные пиковые значения ускорений колебаний пролетного строения моста вдоль каждого рельсового пути не должны превышать следующих значений:

- i) γ_{bt} – при расположении верхнего строения пути на балласте;
- ii) γ_{df} – для непосредственно закрепленных рельсов и элементов конструкций для высокоскоростного движения.

При этом для всех элементов конструкций, которые несут рельсы, с учетом частот (и соответствующих собственных форм колебаний) необходимо применять большее из следующих значений:

- i) 30 Гц;
- ii) 1,5-кратную частоту первой собственной формы колебаний (основное колебание) соответствующего элемента конструкции;
- iii) частоту третьей собственной формы колебаний соответствующего элемента конструкции.

Примечание – Предельные значения и соответствующие частоты допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Для применения рекомендованы следующие значения:

$$\gamma_{bt} = 3,5 \text{ м/с}^2;$$

$$\gamma_{df} = 5 \text{ м/с}^2.$$

А2.4.4.2.2 Скручивание пролетного строения моста

(1)Р Скручивание пролетного строения моста следует рассчитывать с применением характеристических значений модели нагрузки 71, а также при необходимости SW/0 или

SW/2, умножая на Φ и α , и модель нагрузок HSLM, включая влияние от центробежной силы согласно EN 1991-2 (раздел 6). Скручивание проверяют на подходе к мосту, на протяжении моста и в конце моста (см. A2.4.4.1(2)P).

(2) Максимальное скручивание t , мм/3 м, рельсового пути с шириной колеи s , равной 1,435 м, измеренное на длине 3 м (рисунок A2.1), не должно превышать значений, приведенных в таблице A2.7.

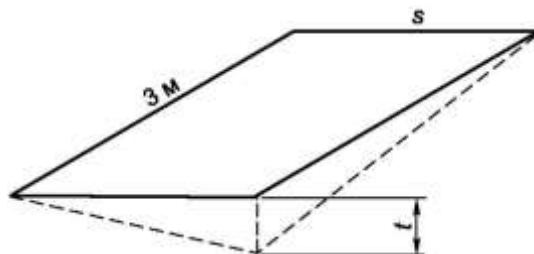


Рисунок A2.1 – Определение смещения при скручивании пролетного строения

Таблица A2.7 – Предельные значения смещения при скручивании пролетного строения

Диапазон скорости V , км/ч	Максимальное значение скручивания t , мм/3 м
$V \leq 120$	$t \leq t_1$
$120 < V \leq 200$	$t \leq t_2$
$V > 200$	$t \leq t_3$

Примечание – Значения t допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Для применения рекомендованы следующие значения:

$$t_1 = 4,5;$$

$$t_2 = 3,0;$$

$$t_3 = 1,5.$$

Значения для рельсовых путей с другой шириной колеи допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3)P Общее скручивание рельсовых путей от скручивания без влияния движения железнодорожного транспорта (например, на переходной кривой) и скручивание рельсовых путей от деформаций моста вследствие движения железнодорожного транспорта не должно превышать значение t_T .

Примечание – Значения t_T допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Для применения рекомендовано значение $t_T = 7,5$ мм/3 м.

A2.4.4.2.3 Вертикальные деформации пролетного строения

(1) Во всех конструктивных системах, к которым приложены классифицированные нормативные вертикальные нагрузки согласно EN 1991-2 (6.3.2) (для моделей нагрузки SW/0 и SW/2 в соответствии с EN 1991-2 (6.3.3)), общая максимальная вертикальная деформация от воздействий железнодорожного транспорта, измеренная вдоль любого рельсового пути, не должна превышать $L/600$.

Примечание – Дополнительные требования по ограничению вертикальных деформаций мостов с балластом и без него допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта.

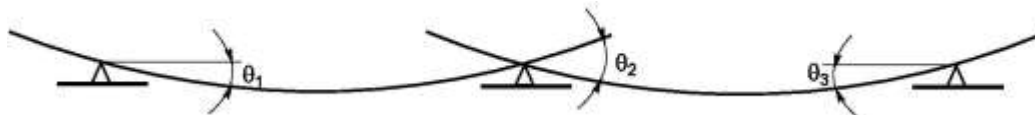


Рисунок А2.2 – Углы поворота концов пролетных строений

(2) Ограничения поворота концов пролетных строений мостов с балластом приведены в EN 1991-2 (6.5.4).

Примечание – Требования к конструкциям без балласта допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

(3) Вблизи стяжек рельсов, стрелочных переводов, скреживаний и т. д. для углов поворота устанавливают дополнительные предельные значения.

Примечание – Дополнительные предельные значения для углов поворота допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта.

(4) Ограничения вертикальных перемещений на концах моста, выступающих за опоры, приведены в EN 1991-2 (6.5.4.5.2).

А2.4.4.2.4 Поперечные деформации и поперечные колебания пролетного строения

(1) Р Поперечные деформации и поперечные колебания пролетного строения должны быть проверены при использовании характеристического сочетания для моделей нагрузок 71 и SW/0, при необходимости, с учетом соответствующих динамических коэффициентов Φ и α (или для реального поезда с соответствующим динамическим коэффициентом, в случае необходимости), а также для ветровых воздействий, сил бокового давления колес и центробежных сил в соответствии с EN 1991-2 (раздел 6), а также с учетом усилий от влияний разницы температур в поперечном направлении моста.

(2) Поперечная деформация δ_n верхней поверхности пролетного строения должна быть ограничена для обеспечения следующих требований:

– горизонтальный угол поворота вокруг вертикальной оси в конце моста не должен превышать значений, приведенных в таблице А2.8;

– изменение радиуса колеи в пролетном строении не должно превышать значений, приведенных в таблице А2.8;

– в конце пролетного строения разница поперечных деформаций пролетного строения и примыкающей колеи или деформаций между смежными пролетными строениями не должна превышать установленное значение.

Примечание – Максимальное значение разницы поперечной деформации допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта.

Таблица А2.8 – Максимальное значение горизонтального угла поворота и наибольшее изменение радиуса закругления

Диапазон скорости V , км/ч	Максимальное значение горизонтального угла поворота, рад	Наибольшее изменение радиуса закругления, м	
		Однопролетный мост	Многопролетный мост
$V \leq 120$	α_1	r_1	r_4
$120 < V \leq 200$	α_2	r_2	r_5
$V > 200$	α_3	r_3	r_6

Примечание 1 – Изменение радиуса закругления можно определить следующим образом:

$$r = \frac{L^2}{8\delta_h}. \quad (\text{A2.7})$$

Примечание 2 – Поперечные деформации состоят из деформаций пролетного строения моста и опор (включая основания и фундаменты).

Примечание 3 – Значения α_i и r_i допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры».

Для применения рекомендованы следующие значения:

$\alpha_1 = 0,0035; \alpha_2 = 0,0020; \alpha_3 = 0,0015;$

$r_1 = 1700; r_2 = 6000; r_3 = 14\,000;$

$r_4 = 3500; r_5 = 9500; r_6 = 17\,500.$

(3) Первая собственная частота поперечных колебаний пролета моста должна составлять не менее f_{h0} .

Примечание – Значение f_{h0} допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры». Для применения рекомендованы следующие значения: $f_{h0} = 1,2$ Гц.

A2.4.4.2.5 Продольные перемещения пролетного строения

(1) Ограничения продольных перемещений концов пролета моста приведены в EN 1991-2 (6.5.4.5.2).

Примечание – См. также A2.4.4.2.3.

A2.4.4.3 Предельные значения максимального вертикального прогиба для комфорта пассажиров

A2.4.4.3.1 Критерии комфорта

(1) Комфорт пассажиров зависит от вертикального ускорения b_v , которое возникает в вагоне на подходе к мосту, при проезде через мост и при съезде с моста.

(2) Категории комфорта и соответствующие предельные значения вертикальных ускорений устанавливают.

Примечание – Категории комфорта и соответствующие предельные значения вертикального ускорения допускается устанавливать для конкретного проекта. Рекомендуемые категории комфорта приведены в таблице A2.9.

Таблица A2.9 – Рекомендуемые категории комфорта

Категория комфорта	Вертикальное ускорение b_v , м/с ²
Очень хороший	1,0
Хороший	1,3
Удовлетворительный	2,0

A2.4.4.3.2 Критерии деформаций для подтверждения комфорта пассажиров

(1) С целью ограничения вертикальных ускорений транспортного средства до значений, указанных в A2.4.4.3.1(2), в настоящем подразделе приведена функциональная зависимость максимально допустимых вертикальных деформаций δ вдоль оси рельса от:

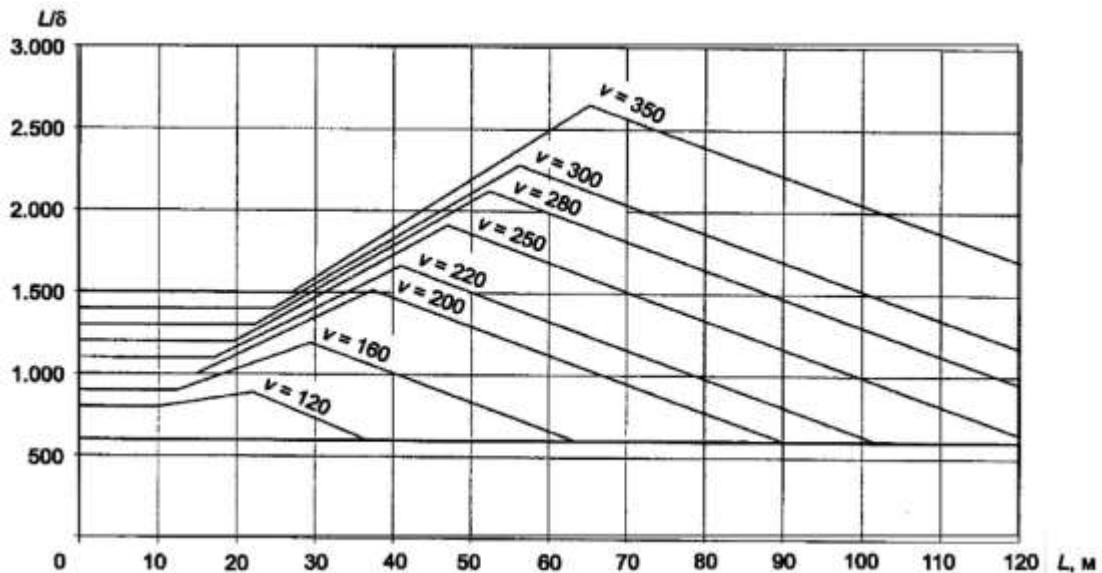
- длины пролета L , м;
- скорости поезда V , км/ч;
- количества пролетов;
- статической схемы моста (однопролетные разрезные балки, неразрезные балки).

Альтернативно вертикальное ускорение b_v можно определить динамическим расчетом с учетом взаимодействия транспортного средства и моста (см. А2.4.4.3.3).

(2) Вертикальную деформацию δ определяют с применением модели нагрузок 71, умножая на коэффициент Φ и со значением $\alpha = 1,0$ в соответствии с EN 1991-2 (раздел 6).

В мостах с двумя и более рельсовыми путями нагрузку прикладывают только на один рельсовый путь.

(3) Для некоторых конструкций, например неразрезных балок с сильно различающейся длиной пролета или с пролетами моста с большой разницей жесткости, следует выполнять динамический расчет.



Коэффициенты, указанные в А2.4.4.3.2(5), не используют, если их применение вызывает превышение предельных значений $L/\delta = 600$.

Рисунок А2.3 – Максимально допустимая вертикальная деформация δ железнодорожных мостов с тремя или более последовательно расположенными однопролетными балками и соответственно допустимое вертикальное ускорение $b_v = 1 \text{ м/с}^2$ в вагоне, движущемся со скоростью V , км/ч

(4) Предельные значения L/δ , указанные на рисунке А2.3, приведены для $b_v = 1 \text{ м/с}^2$, что соответствует уровню комфорта «очень хороший». Для других категорий комфорта и соответствующих максимально допустимых вертикальных ускорений b'_v значения L/δ , указанные на рисунке А2.3, допускается делить на b'_v , м/с^2 .

(5) Предельные значения L/δ , указанные на рисунке А2.3, приведены для трех или более последовательно расположенных однопролетных балок. Для применения на мостах с однопролетной балкой, или с двумя последовательно расположенными однопролетными балками, или с двухпролетной неразрезной балкой значения L/δ , указанные на рисунке А2.3, умножают на 0,7. В мостах с неразрезными балками, имеющими три и более пролетов, значения L/δ , указанные на рисунке А2.3, умножают на 0,9.

(6) Значения L/δ , указанные на рисунке А2.3, распространяются на пролеты до 120 м. При больших пролетах требуется специальный расчет.

Примечание – Требования к комфорту пассажиров на временных мостах допускается устанавливать в разделе «Национальные требования и национально установленные параметры» или для конкретного проекта.

A2.4.4.3.3 Требования к динамическим расчетам для проверки комфорта с учетом взаимодействия транспортного средства и моста

(1) В динамическом расчете с учетом взаимодействия транспортного средства и моста принимают во внимание следующее:

- i) требуемый диапазон скоростей до установленной максимальной скорости;
- ii) характеристическую нагрузку для реального поезда, установленную для конкретного проекта, в соответствии с EN 1991-2 (6.4.6.1.1);
- iii) динамическое взаимодействие масс между реальным поездом и конструкцией;
- iv) показатели амортизации и жесткости подвесок транспортных средств;
- v) необходимое количество транспортных средств для создания максимального эффекта от нагрузки на самый длинный пролет;
- vi) необходимое количество пролетов в многопролетном сооружении для развития любых резонансных эффектов в подвесках транспортных средств.

Примечание – Требования к шероховатости рельса для динамического расчета с учетом взаимодействия транспортного средства и моста допускается устанавливать для конкретного проекта.

Приложение В

Управление надежностью строительных конструкций

В.1 Область и пределы применения

(1) В настоящем приложении приведены дополнительные указания к 2.2 и к соответствующим разделам EN 1991–EN 1999.

Примечание – Правила дифференциации надежности для определенных случаев приведены в Еврокодах, касающихся вопросов проектирования, например в EN 1992, EN 1993, EN 1996, EN 1997 и EN 1998.

(2) В настоящем приложении приведены следующие методы управления надежностью строительных конструкций для предельных состояний несущей способности, исключая усталость:

а) для 2.2(5)b): введены классы, основанные на предполагаемых последствиях разрушения и подверженности сооружений угрозе. В В.3 приведена методика, допускающая умеренную дифференциацию частных коэффициентов для воздействий и сопротивлений в соответствии с указанными классами.

Примечание – Классификация надежности может быть представлена индексами надежности β (см. приложение С), которые учитывают принятую или предполагаемую статистическую изменчивость сопротивлений и эффектов воздействий, а также неопределенности моделей;

б) для 2.2(5)c) и 2.2(5)d): в В.4 и В.5 приведены методики, допускающие дифференциацию между различными типами сооружений в зависимости от требований к уровню качества проектных работ и к процессу изготовления.

Примечание – Приведенные в В.4 и В.5 мероприятия по контролю и управлению качеством при расчете, конструировании и изготовлении предусматриваются для исключения отказов вследствие грубых ошибок в расчетах и для обеспечения значений сопротивлений, полученных при проектировании.

(3) Данная методика сформулирована в виде общей схемы, допускающей, при необходимости, применение различных уровней надежности.

В.2 Символы

В настоящем приложении применяют следующие символы:

K_{Fi} – коэффициент, применяемый к воздействиям для дифференциации надежности;

β – индекс надежности.

В.3 Дифференциация надежности

В.3.1 Классы последствий

(1) С целью дифференциации надежности устанавливаются классы последствий (СС), учитывающие последствия разрушения или повреждения конструкции, согласно таблице В.1.

Таблица В.1 – Определение классов последствий

Класс последствий	Описание	Примеры зданий и инженерных сооружений
СС 3	Тяжелые последствия для жизни людей или очень большие экономические, социальные или экологические последствия	Трибуны, общественные здания с тяжелыми последствиями при разрушении (например, концертный зал)
СС 2	Средние последствия для жизни людей, значительные экономические, социальные или экологические последствия	Жилые и офисные здания, общественные здания со средними последствиями при разрушении (например, офисное здание)
СС 1	Незначительные последствия для жизни людей и небольшие или несущественные экономические, социальные или экологические последствия	Сельскохозяйственные здания, в которых, как правило, не находятся люди (например, амбары, теплицы)

(2) Критерием для классификации последствий является значимость конструкции или конструктивного элемента, исходя из последствий их отказа (см. В.3.3).

(3) В зависимости от формы конструкции и решений, принятых при проектировании, различные элементы конструкции могут быть отнесены к тому же классу последствий, что и вся конструкция, или к более высокому или низкому классу последствий.

Примечание – В настоящее время требования к надежности относятся к конструктивным элементам сооружений.

В.3.2 Дифференциация посредством применения индекса надежности β

(1) Классы надежности (RC) могут быть определены при помощи индекса надежности β .

(2) Три класса надежности – RC 1, RC 2 и RC 3 – могут быть соотнесены с тремя классами последствий – СС 1, СС 2 и СС 3.

(3) В таблице В.2 приведены рекомендуемые минимальные значения индексов надежности в соответствии с классами надежности (см. также приложение С).

Таблица В.2 – Минимальные значения индексов надежности β (основные предельные состояния несущей способности)

Класс надежности	Минимальное значение индекса надежности β	
	Базовый период 1 год	Базовый период 50 лет
RC 3	5,2	4,3
RC 2	4,7	3,8
RC 1	4,2	3,3

Примечание – Расчет в соответствии с настоящими строительными нормами с применением частных коэффициентов, указанных в приложении А1 и в EN 1991–EN 1999, как правило, позволяет получать конструкции с $\beta \geq 3,8$ для базового периода времени 50 лет. Классы надежности конструктивных элементов выше RC 3 в настоящем приложении не рассматриваются, поскольку каждая такая конструкция требует отдельного рассмотрения.

В.3.3 Дифференциация посредством частных коэффициентов

(1) Одна из возможностей дифференциации надежности заключается в разделении классов при помощи коэффициентов γ_F , используемых в основных сочетаниях для постоянных расчетных ситуаций. Например, при проведении одинаковых контролируемых и проверочных мероприятий на этапах проектирования и исполнения к частным коэффициентам может применяться коэффициент K_{FI} (таблица В.3).

Таблица В.3 – Значения коэффициента K_{FI} для воздействий

Коэффициент для воздействий	Значения классов надежности		
	RC 1	RC 2	RC 3
K_{FI}	0,9	1,0	1,1

Примечание – Для класса RC 3 более предпочтительными по сравнению с применением коэффициентов K_{FI} являются другие меры, изложенные в настоящем приложении. Коэффициенты K_{FI} следует применять только для неблагоприятных воздействий.

(2) Дифференциацию надежности можно осуществлять посредством частных коэффициентов γ_M для сопротивлений. При этом данный подход, как правило, не применяют. Исключением является проверка усталостной прочности (см. EN 1993, а также указания, приведенные в разделе В.6).

(3) Другие сопутствующие мероприятия, например контроль качества при проектировании и исполнении конструкций, могут быть связаны с классами по γ_F . В настоящем приложении принята трехуровневая система контроля при проектировании и исполнении. Предложены уровни контроля при проектировании и уровни производственного контроля, связанные с классами надежности.

(4) По экономическим причинам определенные типы конструкций (например, фонарные столбы, столбы линий электропередачи) целесообразно относить к классу надежности RC 1, с выполнением контроля при проектировании и производственного контроля на более высоком уровне.

В.4 Дифференциация контролируемых мероприятий при проектировании

(1) Дифференциация контролируемых мероприятий при проектировании заключается в различных организационных мерах по обеспечению качества, которые можно сочетать. Например, установление определенного уровня контролируемых мероприятий при проектировании (В.4(2)) может быть применено совместно с другими мерами, такими как классификация полномочий проектировщика и контролируемых органов (В.4(3)).

(2) В таблице В.4 указаны три возможных уровня контролируемых мероприятий при проектировании (DSL). Данные уровни могут быть связаны с классами надежности, назначенными в зависимости от уровня значимости конструкции и в соответствии с национальными требованиями или заданием на проектирование, и могут быть реализованы посредством соответствующих мероприятий по управлению качеством (см. 2.5).

Таблица В.4 – Контролирующие мероприятия при проектировании (DSL)

Уровень контролируемых мероприятий при проектировании	Характеристика контроля	Минимальные требования к контролю расчетов, чертежей и спецификаций
DSL 3 относится к RC 3	Усиленный контроль	Контроль третьей стороной: контроль, выполняемый сторонней организацией

DSL 2 относится к RC 2	Нормальный контроль	Контроль, выполняемый другим лицом, изначально не являющимся ответственным, в соответствии с правилами, установленными в данной организации
DSL 1 относится к RC 1	Нормальный контроль	Самоконтроль: контроль, выполняемый лицом, осуществляющим проектирование

(3) Дифференциация контролирующих мероприятий при проектировании для соответствующих типов сооружений может также включать классификацию лиц, контролирующих проект и/или работу проектировщиков (инженеры-контролеры, контролирующие органы и т. д.), в зависимости от их компетенции и опыта, внутренней организации.

Примечание – Классификация может зависеть от типа сооружения, применяемых материалов и формы конструкции.

(4) Альтернативно дифференциация контролирующих мероприятий при проектировании может включать более детальную оценку природы и значения воздействий, которым должна противостоять конструкция, или включать систему управления проектными нагрузками, позволяющую активно или пассивно контролировать (ограничивать) эти воздействия.

В.5 Производственный контроль

(1) Возможные три уровня производственного контроля (IL) приведены в таблице В.5. Различные уровни производственного контроля могут быть взаимосвязаны с классами качества и реализованы посредством соответствующих мероприятий по управлению качеством (см. 2.5). Более подробные указания приведены в соответствующих стандартах на производство работ, на которые содержатся ссылки в EN 1992–EN 1996 и EN 1999.

Таблица В.5 – Уровни производственного контроля (IL)

Уровень контроля	Характеристика	Требования
IL 3 относится к RC 3	Усиленный контроль	Контроль независимой третьей стороной
IL 2 относится к RC 2	Нормальный контроль	Контроль в соответствии с правилами, установленными внутри организации
IL 1 относится к RC 1	Нормальный контроль	Самоконтроль
<i>Примечание</i> – Уровень, а также объем контроля определяют объекты, для которых предусмотрен контроль изделий и выполнения работ. Поэтому правила изменяются в зависимости от вида материала и должны быть приведены в соответствующих стандартах на изготовление изделий.		

В.6 Частные коэффициенты для характеристик сопротивления

(1) Значения частных коэффициентов для характеристик свойств материала, свойства изделия или сопротивления элемента конструкции могут быть снижены, если применяется более высокий класс по сравнению с указанным в таблице В.5 и/или предъявляются более жесткие требования к качеству изготовления конструкции.

Примечание 1 – Контроль эффективности путем испытаний элементов конструкции – см. раздел 5 и приложение D.

Примечание 2 – Правила контроля для различных строительных материалов – см. EN 1992–EN 1999.

Примечание 3 – Снижение значений частных коэффициентов (например, из-за меньшей неопределенности модели или разброса размеров) не является показателем дифференциации надежности; оно представляет лишь компенсационную меру, при которой выдерживается уровень надежности в зависимости от эффективности контролирующих мероприятий.

Приложение С

Основы расчетов с применением частных коэффициентов и основы анализа надежности

С.1 Область и пределы применения

(1) В настоящем приложении приведена информация и теоретические основы метода частных коэффициентов, изложенного в разделе 6 и приложении А1. Настоящее приложение также содержит основы для применения приложения D и связано с содержанием приложения В.

(2) В настоящем приложении также приведена информация, касающаяся:

- методов теории надежности строительных конструкций;
- применения методов, основанных на теории надежности, для определения расчетных значений и/или частных коэффициентов в расчетных формулах путем калибровки;
- методов проверок надежности согласно Еврокодам.

С.2 Символы и условные обозначения

В настоящем приложении применяют следующие символы и условные обозначения.

Прописные буквы латинского алфавита

P_f – вероятность отказа;

$Prob(.)$ – вероятность;

P_S – вероятность безотказной работы;

V_X – коэффициент вариации X .

Строчные буквы латинского алфавита

a – геометрический параметр;

g – функция состояния.

Прописные буквы греческого алфавита

Φ – кумулятивная функция стандартного нормального распределения.

Строчные буквы греческого алфавита

α_E – коэффициент чувствительности для эффектов воздействий в соответствии с методом теории надежности 1-го порядка (FORM);

α_R – коэффициент чувствительности для сопротивления в соответствии с методом теории надежности 1-го порядка (FORM);

β – индекс надежности;

θ – неопределенность модели;

μ_X – среднее значение X ;

σ_X – стандартное отклонение X .

С.3 Введение

(1) В рамках метода частных коэффициентов базисные переменные (т. е. воздействия, сопротивления и геометрические параметры) представлены в виде расчетных значений, полученных посредством применения частных коэффициентов и коэффициентов ψ ; при этом выполняют проверку, гарантирующую, что соответствующее предельное состояние не является превышенным (С.7).

Примечание – В разделе 6 представлены расчетные значения для воздействий и эффектов воздействий, расчетные значения характеристик свойств материалов и изделий, а также геометрических параметров.

(2) Числовые значения частных коэффициентов и коэффициентов ψ могут быть определены одним из следующих способов:

а) на основании проверки соответствия с многолетним опытом и строительными традициями.

Примечание – Большинство частных коэффициентов и коэффициентов ψ , приведенных в Еврокодах, получены таким образом;

б) на основании статистической оценки результатов испытаний или измерений (ее следует выполнять с учетом положений вероятностных методов теории надежности).

(3) При применении способа (2)б), отдельно или в сочетании со способом (2)а), частные коэффициенты для различных видов воздействий и материалов при проверке предельных состояний несущей способности должны быть откалиброваны таким образом, чтобы уровни надежности наиболее характерных конструкций были приближены к целевому значению индекса надежности (см. С.6).

С.4 Обзор методов обеспечения надежности

(1) На рисунке С.1 в виде схемы представлен обзор различных методов, применяемых для калибровки расчетных моделей с частными коэффициентами (уравнений предельных состояний), а также их взаимосвязь.

(2) Вероятностные методы калибровки частных коэффициентов разделяют на две основные группы:

- полностью вероятностные методы (уровень III);
- методы теории надежности 1-го порядка (FORM) (уровень II).

Примечание 1 – Полностью вероятностные методы (уровень III) в основном дают точные решения поставленных задач обеспечения надежности. Методы III уровня при калибровке норм проектирования применяют редко из-за частого отсутствия статистических данных.

Примечание 2 – Методы II уровня основываются на некоторых вполне определенных приближениях и приводят к результатам, которые можно считать достаточно точными для большинства прикладных задач строительства.

(3) В методах II и III уровней в качестве меры надежности используется вероятность безотказной работы $P_s = (1 - P_f)$, где P_f – вероятность отказа для рассматриваемого вида отказа в соответствующий базовый период времени. Если рассчитанная вероятность отказа превышает заданное целевое значение P_o , то конструкцию следует рассматривать как небезопасную.

Примечание – Вероятность отказа и соответствующий ей индекс надежности (С.5) являются условными значениями, которые необязательно представляют действительную частоту отказов, однако они применяются в качестве оперативных значений при калибровке и при сравнении уровней надежности конструкций.

(4) Еврокоды изначально были основаны на методе а) (см. рисунок С.1). Метод с) или равноценные ему методы были применены при дальнейшем развитии Еврокодов.

Примечание – Примером равноценного метода является метод проектирования, основанный на результатах испытаний (см. приложение D).

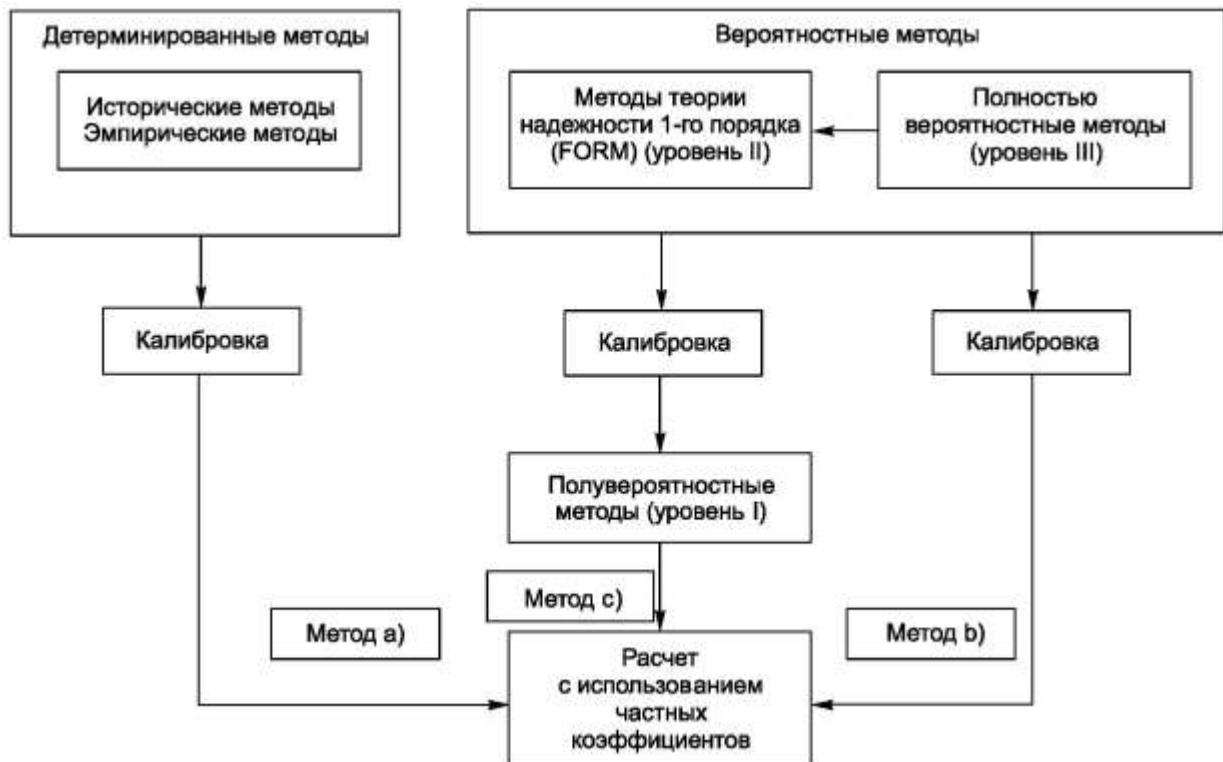


Рисунок С.1 – Обзор методов обеспечения надежности

С.5 Индекс надежности β

(1) В рамках методов II уровня условно определяют альтернативную меру надежности, связанную с индексом надежности β соотношением

$$P_f = \Phi(-\beta), \quad (\text{C.1})$$

где Φ – кумулятивная функция распределения стандартного нормального распределения. Соотношения между P_f и β приведены в таблице С.1.

Таблица С.1 – Соотношения между β и P_f

P_f	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β	1,28	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

(2) Вероятность отказа P_f может быть выражена при помощи функции состояния g таким образом, что при $g > 0$ работа конструкции считается безотказной, а при $g \leq 0$ считается, что наступает отказ конструкции:

$$P_f = \text{Prob}(g \leq 0). \quad (\text{C.2a})$$

Если R – сопротивление, а E – эффект воздействий, то функция состояния

$$g = R - E, \quad (\text{C.2b})$$

где R , E и g – случайные переменные.

(3) Если g подчиняется нормальному распределению, то β определяется по формуле

$$\beta = \frac{\mu_g}{\sigma_g}, \quad (\text{C.2c})$$

где μ_g – среднее значение g ;
 σ_g – стандартное отклонение g ,
 таким образом,

$$\mu_g - \beta\sigma_g = 0 \quad (\text{C.2d})$$

$$\text{и } P_f = \text{Prob}(g \leq 0) = \text{Prob}(g \leq \mu_g - \beta\sigma_g). \quad (\text{C.2e})$$

При других распределениях g , отличных от нормального, индекс β допускается рассматривать только как условную меру надежности $P_S = (1 - P_f)$.

С.6 Целевые значения индекса надежности β

(1) В таблице С.2 приведены целевые значения индекса надежности β для различных расчетных ситуаций и для базовых периодов 1 год и 50 лет. Значения β в таблице С.2 соответствуют требованиям безопасности для конструктивных элементов класса надежности RC 2 (см. приложение В).

Примечание 1 – Для приведенных значений β :

- логарифмически нормальное распределение или распределение Вейбулла, как правило, было использовано для характеристик свойств материалов и сопротивлений элементов конструкции, а также для неопределенностей моделей;
- нормальное распределение, как правило, применялось для собственного веса;
- для переменных воздействий, за исключением расчетов на усталость, для упрощения использовано нормальное распределение. Распределения экстремальных значений были бы более приемлемыми.

Примечание 2 – Если главные неопределенности отнесены к воздействиям, которые имеют статистически независимые годовые максимумы, то для различных базовых периодов времени значение β можно рассчитать с помощью уравнения

$$\Phi(\beta_n) = [\Phi(\beta_1)]^n, \quad (\text{C.3})$$

где β_n – индекс надежности для базового периода n лет;
 β_1 – индекс надежности для базового периода 1 год.

Таблица С.2 – Целевые значения индекса надежности β для элементов конструкции^{а)} класса RC 2

Предельное состояние	Целевые значения индекса надежности	
	1 год	50 лет
Несущая способность	4,7	3,8
Усталость	–	1,5–3,8 ^{б)}
Эксплуатационная пригодность (необратимое)	2,9	1,5
^{а)} См. приложение В.		
^{б)} Зависит от степени контролируемости, ремонтпригодности и устойчивости к повреждениям.		

(2) Действительная частота отказов в значительной степени зависит от человеческих ошибок, которые не учитывают при расчете методом частных коэффициентов (см. приложение В). Таким образом, β не характеризует действительную частоту отказов.

С.7 Подходы к калибровке расчетных значений

(1) В методе с применением расчетных значений (рисунок С.2) определяют расчетные значения для всех базисных переменных. Конструкция считается правильно рассчитанной, если после подстановки расчетных значений в расчетные модели предельные состояния не достигаются. Посредством символов это можно записать следующим образом:

$$E_d < R_d, \quad (C.4)$$

где индекс d используют для обозначения расчетных значений. Данный практический способ позволяет подтвердить, что индекс надежности β равен или превышает целевое значение.

E_d и R_d можно представить в частично символической записи следующим образом:

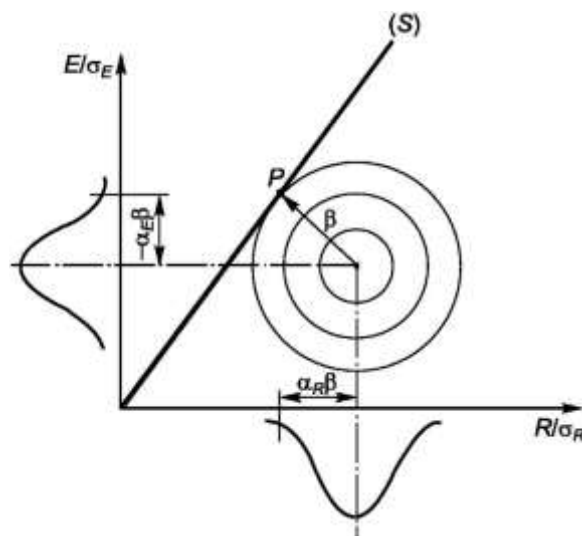
$$E_d = E(F_{d1}, F_{d2} \dots; a_{d1}, a_{d2} \dots; \theta_{d1}, \theta_{d2}, \dots), \quad (C.5a)$$

$$R_d = R(X_{d1}, X_{d2} \dots; a_{d1}, a_{d2} \dots; \theta_{d1}, \theta_{d2}, \dots), \quad (C.5b)$$

где E – эффект от воздействия;
 R – сопротивление;
 F – воздействие;
 X – характеристика свойства строительного материала;
 a – геометрический параметр;
 θ – неопределенность модели.

Для выражения некоторых предельных состояний (например, усталость) может потребоваться более общая формулировка.

(2) Расчетные значения следует определять таким образом, чтобы они соответствовали значениям базисных переменных в расчетной точке согласно методу теории надежности 1-го порядка (FORM). Расчетная точка – это точка на поверхности отказа ($g = 0$), ближайшая к центральной точке пространства нормированных переменных (как схематически показано на рисунке С.2).



(S) – граница отказа $g = R - E = 0$;
 P – расчетная точка

Рисунок С.2 – Расчетная точка и индекс надежности β в соответствии с методом теории надежности 1-го порядка (FORM) для нормально распределенных некоррелированных переменных

(3) Расчетные значения эффектов от воздействий E_d и сопротивлений R_d должны быть определены таким образом, чтобы неблагоприятные значения могли иметь место с вероятностью:

$$P(E > E_d) = \Phi(+\alpha_E \beta), \quad (\text{C.6a})$$

$$P(R \leq R_d) = \Phi(-\alpha_R \beta), \quad (\text{C.6b})$$

где β – целевое значение индекса надежности (см. С.6);

α_E, α_R при $|\alpha| \leq 1$ – значения коэффициентов чувствительности в соответствии с методом теории надежности 1-го порядка (FORM). Значение α является отрицательным для неблагоприятных воздействий и эффектов воздействий и положительным – для сопротивлений.

допускается применять $\alpha_E = -0,7$ и $\alpha_R = 0,8$ при условии, что

$$0,16 < \sigma_E/\sigma_R < 7,6, \quad (\text{C.7})$$

где σ_E и σ_R – стандартные отклонения эффектов от воздействий E и сопротивлений R в выражениях (С.6a) и (С.6b). Таким образом,

$$P(E > E_d) = \Phi(-0,7\beta), \quad (\text{C.8a})$$

$$P(R \leq R_d) = \Phi(-0,8\beta). \quad (\text{C.8b})$$

(4) Если условие (С.7) не выполнено, следует применять значения $\alpha = \pm 1,0$ для переменной с более высоким стандартным отклонением и $\alpha = \pm 0,4$ – для переменной с меньшим стандартным отклонением.

(5) Если расчетная модель содержит несколько базисных переменных, то выражение (С.8a) следует применять только для доминирующих случайных переменных. Для сопутствующих воздействий допускается устанавливать следующие расчетные значения:

$$P(E > E_d) = \Phi(-0,4 \cdot 0,7\beta) = \Phi(-0,28\beta). \quad (\text{C.9})$$

Примечание – При $\beta = 3,8$ значения, определенные по (С.9), соответствуют приблизительно 90 %-ному квантилю.

(6) В таблице С.3 приведены указания по определению расчетных значений переменных, функции распределения которых известны.

(7) Один из методов получения соответствующих частных коэффициентов заключается в разделении расчетного значения переменного воздействия на его репрезентативное или характеристическое значение.

Таблица С.3 – Расчетные значения при различных функциях распределения

Распределение	Расчетные значения
Нормальное	$\mu - \alpha\beta\sigma$
Логарифмически нормальное	$\mu \exp(-\alpha\beta V)$ при $V = \sigma/\mu < 0,2$
Гумбеля	$u - \frac{1}{\alpha} \ln \{-\ln \Phi(-\alpha\beta)\},$ где $u = \mu - \frac{0,577}{\alpha}$; $\alpha = \frac{\pi}{\sigma \cdot \sqrt{6}}$
<i>Примечание</i> – В данных выражениях: μ – среднее значение; σ – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации соответствующей переменной. Для переменных воздействий данные величины должны относиться к такому же базовому периоду времени, что и β .	

С.8 Форматы проверки надежности в Еврокодах

(1) Как правило, в расчетных уравнениях с применением частных коэффициентов в настоящих строительных нормах и EN 1991–EN 1999 расчетные значения базисных переменных X_d и F_d не содержатся непосредственно. Они выражены посредством репрезентативных значений X_{rep} и F_{rep} , которые могут быть представлены:

– характеристическими значениями, т. е. значениями с установленной или предполагаемой вероятностью превышения (или занижения), например, для воздействий, характеристик свойств материалов и геометрических параметров (см. 1.5.3.14, 1.5.4.1 и 1.5.5.1 соответственно);

– номинальными значениями, которые трактуются как характеристические значения для свойств материалов (см. 1.5.4.3) и как расчетные значения для характеристик геометрических параметров (см. 1.5.5.2).

(2) Для получения расчетных значений X_d и F_d репрезентативные значения X_{rep} и F_{rep} следует делить и/или умножать на соответствующие частные коэффициенты.

Примечание – См. также формулу (С.10).

(3) Расчетные значения воздействий F_d , характеристик, свойств материалов X_d и геометрических параметров a_d определяют по формулам (6.1), (6.3) и (6.4) соответственно.

Если применяется верхнее значение расчетного сопротивления (см. 6.3.3), то формула (6.3) принимает вид:

$$X_d = \eta \gamma_{fM} X_{k,sup}, \quad (\text{C.10})$$

где $\gamma_{fM} \geq 1$.

Примечание – Формулу (С.10) применяют в случае расчета емкостных сооружений.

(4) Расчетные значения неопределенностей модели могут быть введены в расчетные уравнения посредством частных коэффициентов γ_{Sd} и γ_{Rd} , применяемых к общей модели:

$$E_d = \gamma_{Sd} E\{\gamma_{gj} G_{kj}; \gamma_P P; \gamma_{q1} Q_{k1}; \gamma_{qi} \psi_{0i} Q_{ki}; a_d \dots\}, \quad (\text{C.11})$$

$$R_d = R\{\eta X_k / \gamma_m; a_d \dots\} / \gamma_{Rd}. \quad (\text{C.12})$$

(5) Коэффициент ψ , характеризующий снижение расчетных значений переменных воздействий, применяется в форме ψ_0 , ψ_1 или ψ_2 для одновременно действующих сопутствующих переменных воздействий.

(6) При необходимости к выражениям (С.11) и (С.12) применяются следующие упрощения:

а) для воздействий (для отдельного воздействия или когда существует линейность эффектов воздействий):

$$E_d = E\{\gamma_{F,i} F_{rep,i}, a_d\}; \quad (\text{C.13})$$

б) для сопротивления – общая формула представлена выражением (6.6), дальнейшие упрощения могут быть приведены в Еврокодах для соответствующих материалов. При этом упрощения допускаются при условии сохранения уровня надежности.

Примечание – В Еврокодах часто встречаются нелинейные модели сопротивлений и воздействий, а также модели сопротивлений и воздействий с несколькими переменными. В таких случаях соотношения, приведенные выше, становятся более сложными.

С.9 Частные коэффициенты в настоящих строительных нормах

(1) Частные коэффициенты, используемые в настоящих строительных нормах, определены в 1.6.

(2) Связь между отдельными частными коэффициентами в Еврокодах схематически представлена на рисунке С.3.



Рисунок С.3 – Связь между отдельными частными коэффициентами

С.10 Коэффициенты ψ_0

(1) В таблице С.4 приведены выражения для определения коэффициентов ψ_0 (см. раздел 6) для случая двух переменных воздействий.

(2) Выражения (см. таблицу С.4) основываются на следующих допущениях и условиях:

- оба сочетаемых воздействия независимы друг от друга;
- единичный период (T_1 или T_2) для каждого воздействия является постоянным; T_1 – больший из единичных периодов;
- значения воздействий в течение соответствующих единичных периодов являются постоянными;
- интенсивности воздействий в течение единичных периодов являются некоррелированными;
- оба воздействия относятся к эргодическим процессам.

(3) Функции распределения в таблице С.4 относятся к максимальным значениям в течение базового периода T . Эти функции распределения являются полными функциями, учитывающими вероятность того, что значение некоторого воздействия может быть равным нулю на протяжении определенных периодов времени.

Таблица С.4 – Выражения для определения коэффициентов ψ_0 в случае двух переменных воздействий

Распределение	$\psi_0 = F_{\text{сопутствующее}}/F_{\text{доминирующее}}$
Общее	$\frac{F_s^{-1}\{\Phi(0, 4\beta')^{N_1}\}}{F_s^{-1}\{\Phi(0, 7\beta)^{N_1}\}}, \text{ где } \beta' = -\Phi^{-1}\{\Phi(-0,7\beta)/N_1\}$
Аппроксимация для очень больших чисел N_1	$\frac{F_s^{-1}\{\exp[-N_1\Phi(-0,4\beta')]\}}{F_s^{-1}\{\Phi(0, 7\beta)\}}, \text{ где } \beta' = -\Phi^{-1}\{\Phi(-0,7\beta)/N_1\}$

Нормальное (аппроксимация)	$\frac{1 + (0,28\beta - 0,7 \ln N_1) \cdot V}{1 + 0,7\beta V}$
Гумбеля (аппроксимация)	$\frac{1 - 0,78V \cdot [0,577 + \ln(-\ln \Phi(0,28\beta)) + \ln N_1]}{1 - 0,78V \cdot [0,577 + \ln(-\ln \Phi(0,7\beta))]}$

$F_s(.)$ – функция распределения вероятностей для экстремальных значений сопутствующего воздействия в течение периода T ;
 $\Phi(.)$ – функция стандартного нормального распределения;
 T – отчетный период отнесения;
 T_1 – больший из единичных периодов, относящихся к сочетаемым воздействиям;
 N_1 – отношение T/T_1 , равное ближайшему целому числу;
 β – индекс надежности;
 V – коэффициент вариации сопутствующего воздействия для базового периода.

Приложение D

Проектирование на основе результатов испытаний

D.1 Область и пределы применения

- (1) В настоящем приложении приведены указания к 3.4, 4.2 и 5.2.
- (2) Предполагается, что настоящее приложение не заменяет существующие правила приемки, установленные в гармонизированных региональных технических требованиях к изделиям, других стандартах на изделия или стандартах на производство работ.

D.2 Символы и условные обозначения

В настоящем приложении применяют следующие символы и условные обозначения.

Прописные буквы латинского алфавита

- $E(.)$ – среднее значение (.);
 V – коэффициент вариации [$V = (\text{стандартное отклонение} / \text{среднее значение})$];
 V_X – коэффициент вариации для X ;
 V_{δ} – коэффициент вариации для вектора ошибок δ ;
 X – массив, состоящий из j базисных переменных $X_1 \dots X_j$;
 $X_{k(n)}$ – характеристическое значение, включающее статистическую неопределенность для выборки размера n , но без учета различных коэффициентов пересчета η ;
 X_m – массив средних значений базисных переменных;
 X_n – массив номинальных значений базисных переменных.

Строчные буквы латинского алфавита

- b – поправочный коэффициент для среднего значения;
 b_i – поправочный коэффициент для каждого испытываемого образца i ;
 $g_n(X)$ – функция сопротивления (функция базисных переменных X), используемая в качестве расчетной модели;
 $k_{d,n}$ – коэффициент, соответствующий квантилю расчетных значений;
 k_n – коэффициент, соответствующий квантилю для характеристических значений;
 m_X – среднее значение результатов n измерений;
 n – количество экспериментальных результатов или результатов численных испытаний;
 r – значение сопротивления;
 r_d – расчетное значение сопротивления;
 r_e – экспериментальное значение сопротивления;

r_{ee} – экстремальное (максимальное или минимальное) значение экспериментально определенного сопротивления (т. е. значение r_e с максимальным отклонением от среднего значения r_{em});

r_{ei} – экспериментальное значение сопротивления образца i ;

r_{em} – среднее значение экспериментальных результатов для сопротивления;

r_k – характеристическое значение сопротивления;

r_m – значение сопротивления, рассчитанное с использованием средних значений X базисных переменных;

r_n – номинальное значение сопротивления;

r_t – теоретическое значение сопротивления, определенное по функции сопротивления $g_{\pi}(X)$;

r_{ti} – теоретическое значение сопротивления, определенное с использованием измеренных параметров X для каждого образца i ;

s – оценочное значение стандартного отклонения σ ;

$s\Delta$ – оценочное значение $\sigma\Delta$;

$s\delta$ – оценочное значение $\sigma\delta$.

Прописные буквы греческого алфавита

Φ – кумулятивная функция распределения стандартного нормального распределения;

Δ – логарифм вектора ошибок δ , [$\Delta_i = \ln(\delta_i)$];

$\bar{\Delta}$ – оценочное значение $E(\Delta)$.

Строчные буквы греческого алфавита

α_E – коэффициент чувствительности для эффектов воздействий в соответствии с методом теории надежности 1-го порядка (FORM);

α_R – коэффициент чувствительности для сопротивления в соответствии с методом теории надежности 1-го порядка (FORM);

β – индекс надежности;

γ_M^* – скорректированный частный коэффициент для сопротивления ($\gamma_M^* = r_n/r_d$ и $\gamma_M^* = k_c\gamma_M$);

δ – вектор ошибок;

δ_i – наблюдаемое значение ошибки для образца i , полученное путем сравнения экспериментальных сопротивлений r_{ei} и средних значений скорректированного теоретического сопротивления br_{ti} ($\delta_i = r_{ei}/br_{ti}$);

η_d – расчетное значение возможного коэффициента пересчета (поскольку он не включен в частный коэффициент для сопротивления γ_M);

η_k – понижающий коэффициент, применяемый в случае учета предварительной информации;

σ – стандартное отклонение [$\sigma = \sqrt{\text{дисперсия}}$];

σ_{Δ}^2 – дисперсия вектора Δ .

D.3 Виды испытаний

(1) Необходимо различать следующие виды испытаний:

а) испытания для непосредственного установления предельного сопротивления или характеристик свойств эксплуатационной пригодности конструкций или элементов конструкций при заданных условиях нагружения. Такие испытания проводятся, например, для пожарных, циклических или ударных нагрузок;

б) испытания для установления конкретных характеристик свойств материалов с применением заданной методики испытаний, например испытания грунтов

на строительной площадке или в лаборатории или испытания новых строительных материалов;

с) испытания для снижения неопределенностей в моделях воздействий или моделях эффектов воздействий, например испытания в аэродинамической трубе или испытания по определению волновых нагрузок или нагрузок от потоков;

д) испытания для снижения неопределенностей параметров, используемых в моделях сопротивления, например испытания отдельных элементов конструкции или элементов конструкции в сборе (конструкции покрытий или перекрытий);

е) контрольные испытания для проверки идентичности или качества поставляемых изделий или соответствия показателей изделий, например испытания канатов для мостов или испытания бетонных кубиков;

ф) испытания, выполняемые во время производства работ, для подтверждения показателей после монтажа, например испытания опор или проверка усилий в канатах во время производства работ;

г) контрольные испытания для проверки поведения фактической конструкции или ее частей после изготовления, например для определения упругой деформации, собственных частот колебаний или демпфирования.

(2) При необходимости определения расчетных значений по результатам испытаний видов а), б), с), д) следует применять статистические методы (см. D.5–D.8).

Примечание – При проведении испытаний вида с) могут потребоваться специальные методы.

(3) Виды испытаний е), ф), г) можно рассматривать как приемочные испытания, если на момент проектирования отсутствуют доступные достоверные данные по испытаниям. При этом расчетные значения должны являться консервативными оценками, которые будут удовлетворять критериям приемки (испытания е), ф), г)) на более поздних стадиях.

D.4 Планирование испытаний

(1) Перед проведением испытаний следует согласовать план испытаний с организацией, проводящей испытания. План должен содержать цели испытаний и все требования, необходимые для отбора или изготовления испытываемых образцов, указания по проведению испытаний и оценке результатов. В частности, план должен содержать:

- цели и область испытаний;
- прогноз результатов испытаний;
- требования к испытываемым образцам и их отбору;
- условия нагружения;
- перечень испытательного оборудования и порядок проведения испытаний;
- план измерений;
- обработку результатов и составление отчетов.

Цели испытаний

Следует четко определить цели испытаний, например определение требуемых свойств, влияние определенных расчетных параметров, варьируемых при проведении испытаний. Следует указать границы применимости испытаний, ограничения и требуемые преобразования (например, масштабный эффект).

Прогноз результатов испытаний

Следует учитывать все характеристики свойств и обстоятельства, которые могут влиять на прогноз результатов испытаний, например:

- геометрические параметры и их изменчивость;
- геометрические несовершенства;
- характеристики свойств материалов;
- параметры, зависящие от методов изготовления и строительства;

– масштабные эффекты условий окружающей среды с учетом любой их последовательности, если это имеет значение.

Следует описывать ожидаемые виды разрушения и/или модели расчетов в сочетании с соответствующими переменными. Если критический вид разрушения точно определить невозможно, то план испытаний следует разрабатывать на основе предварительных испытаний.

Примечание – Следует учитывать, что элемент конструкции может иметь несколько в корне отличающихся видов разрушения.

Требования к испытываемым образцам и их отбору

Испытываемые образцы следует указывать или отбирать таким образом, чтобы были воспроизведены условия реальной конструкции. При этом необходимо учитывать следующие факторы:

- размеры и допуски;
- материалы и изготовление образцов-прототипов;
- количество испытываемых образцов;
- методы отбора проб;
- связи, опоры.

Целью отбора является получение статистически репрезентативной выборки.

Следует иметь в виду возможные различия между испытываемыми образцами и генеральной совокупностью изделий, которые могут повлиять на результаты испытаний.

Условия нагружения

Условия нагружения и условия окружающей среды, которые необходимо устанавливать при испытаниях, должны включать:

- точки приложения нагрузки;
- изменение нагружения во времени;
- связи, опоры;
- температуру;
- относительную влажность;
- контроль усилий нагружения или нагружения путем вынужденных деформаций и т. д.

Последовательность нагружения следует устанавливать таким образом, чтобы она соответствовала предусмотренной загрузке элемента конструкции как при нормальных, так и при критических условиях эксплуатации. При необходимости следует принимать во внимание возможное взаимодействие между реакцией конструкции и испытательной установкой, передающей нагрузку.

Если поведение элемента конструкции зависит от эффектов одного или нескольких воздействий, которые не изменяются систематически, то следует указывать репрезентативные значения этих эффектов.

Перечень испытательного оборудования и порядок проведения испытаний

Испытательное оборудование должно соответствовать виду проводимых испытаний и ожидаемым пределам измерений. Особое внимание следует уделять таким показателям, как прочность и жесткость нагружающих и поддерживающих устройств, необходимый зазор для прогибов и т. д.

Измерения

До проведения испытаний следует перечислить все необходимые показатели, которые должны быть измерены на различных испытываемых образцах. В дополнение к этому следует указать:

- а) места измерений;

- b) процедуры фиксирования результатов измерений, включающие, например:
- изменение перемещений во времени;
 - скорости;
 - ускорения;
 - деформации;
 - усилия и давление;
 - требуемую частоту колебаний;
 - точность измерений;
 - соответствующие измерительные приборы.

Обработка результатов и составление отчетов

Особые указания приведены в D.5–D.8. Следует указать стандарты по испытаниям и контролю, на основе которых проведены испытания.

D.5 Получение расчетных значений

(1) Получение расчетных значений характеристик свойств строительных материалов, параметров моделей или сопротивлений элементов конструкций на основе результатов испытаний должно осуществляться одним из следующих методов:

- a) посредством определения характеристического значения, которое затем следует разделить на частный коэффициент и, при необходимости, умножить на коэффициент преобразования (D.7.2 и D.8.2);
- b) посредством прямого определения расчетного значения, прямо или косвенно учитывая преобразования, а также с учетом требуемой общей надежности (D.7.3 и D.8.3).

Примечание – Как правило, предпочтителен метод a) при условии, что значение частного коэффициента определено согласно стандартной расчетной процедуре (см. (3) ниже).

(2) При определении характеристического значения по результатам испытаний (метод a)) следует учитывать:

- a) разброс результатов испытаний;
- b) статистическую неопределенность, связанную с ограниченным числом испытаний;
- c) предварительную статистическую информацию.

(3) Если обеспечено достаточное подобие между испытаниями и обычной областью применения частных коэффициентов, используемых при числовых проверках, то к характеристическому значению следует применять частные коэффициенты, взятые из соответствующих Еврокодов.

(4) Если реакция конструкции или элемента конструкции или сопротивление материала зависит от влияний, которые недостаточно учтены при испытаниях, например:

- временные или длительные эффекты;
- масштаб и значение эффектов;
- различные условия окружающей среды, условия нагружения, граничные условия;
- влияние сопротивлений,

то эти влияния необходимо учитывать в расчетных моделях.

(5) Если в особых случаях для определения расчетных значений используется метод согласно D.5 (1b), то следует учитывать:

- значимые предельные состояния;
- требуемый уровень надежности;
- совместимость с допущениями в выражении (C.8a) на стороне воздействий;
- при необходимости, требуемый расчетный срок эксплуатации;
- предварительную информацию с учетом аналогичных случаев.

Примечание – Дальнейшие указания – D.6–D.8.

D.6 Общие принципы статистических оценок

(1) При оценке результатов испытаний сначала следует сравнить поведение и виды отказов образцов с теоретическими прогнозами. При возникновении значительных отклонений их необходимо объяснить, что может потребовать дополнительных испытаний, возможно, при отличающихся условиях или с учетом модификации теоретической модели.

(2) Оценка результатов испытаний должна быть основана на статистических методах при использовании доступной (статистической) информации о типах распределения, которые следует использовать, и о связанных с ними параметрах. Методы, изложенные в настоящем приложении, допускается применять при условии выполнения следующих условий:

- статистические данные (включая предварительную информацию) получены из идентифицированных генеральных совокупностей и являются достаточно однородными;
- имеется достаточное количество результатов измерений.

Примечание – При анализе результатов испытаний различают следующие три основные категории:

- классическая статистическая интерпретация невозможна, если проведено одно или несколько испытаний. Только наличие обширной предварительной информации, связанной с гипотезами об относительной степени значимости этой информации, и результатов испытаний дают возможность представить выводы как статистические (Байесовские методы, см. ISO 12 491);
- классическая статистическая интерпретация возможна, если для оценки параметра проводится серия испытаний. В качестве примеров в D.7 рассмотрены наиболее общие случаи. При такой интерпретации также необходимо использовать некоторую предварительную информацию об исследуемом параметре, однако в меньшем объеме, чем в предыдущем перечислении;
- классическая статистическая интерпретация возможна, если проводятся серии испытаний для калибровки модели (в виде функции) и одного или более связанных с ней параметров.

(3) Результаты испытаний действительны только для технических условий и характеристик нагружения, рассмотренных при испытаниях. При переносе результатов испытаний на другие расчетные параметры и нагрузки необходимо использовать дополнительную, теоретически обоснованную информацию или информацию, полученную при предыдущих испытаниях.

D.7 Статистическое определение отдельной характеристики

D.7.1 Общие положения

(1) В настоящем разделе приведены способы получения расчетных значений для отдельной характеристики (например, прочности) на основании испытаний видов а) и б) согласно D.3(1) при применении методов оценки а) и б) согласно D.5(1).

Примечание – Указанные в настоящем разделе выражения, в которых применяются Байесовские методы с «неопределенными» предварительными распределениями, приводят примерно к таким же результатам, что и классические методы математической статистики при доверительном уровне 75 %.

(2) Отдельная характеристика может представлять:

- а) сопротивление изделия;
- б) некоторое свойство, влияющее на сопротивление изделия.

(3) В случае а) применяют методы D.7.2 и D.7.3 для непосредственного определения характеристических или расчетных значений или значений частных коэффициентов.

(4) В случае б) необходимо учитывать, что расчетное значение сопротивления должно также включать:

- влияния других свойств;
- неопределенность модели;
- другие эффекты (масштабный, объемный и т. д.).

- (5) Таблицы и выражения в D.7.2 и D.7.3 основаны на следующих предположениях:
- все переменные подчиняются нормальному или логарифмически нормальному распределению;
 - отсутствует предварительная информация о среднем значении;
 - в случае « V_X неизвестно» отсутствует предварительная информация о коэффициенте вариации;
 - в случае « V_X известно» имеются полные сведения о коэффициенте вариации.

Примечание – Применение логарифмически нормального распределения имеет преимущество для некоторых переменных, например геометрических или прочностных переменных, поскольку при этом исключается возможность появления отрицательных значений.

На практике часто более предпочтительным является применение случая « V_X известно» в сочетании с верхним оценочным значением V_X вместо случая « V_X неизвестно». Кроме того, если V_X неизвестно, следует принимать значение не менее 0,10.

D.7.2 Оценка при помощи характеристического значения

(1) Расчетное значение некоторой характеристики X определяется следующим образом:

$$X_d = \eta_d \cdot \frac{X_{k(n)}}{\gamma_m} = \frac{\eta_d}{\gamma_m} \cdot m_X \cdot \{1 - k_n V_X\}, \quad (\text{D.1})$$

где η_d – расчетное значение коэффициента пересчета.

Примечание – Определение соответствующего коэффициента пересчета η_d в значительной мере зависит от вида испытаний и вида строительного материала.

Значения k_n приведены в таблице D.1.

- (2) При применении таблицы D.1 следует рассматривать один из двух случаев:
- строку « V_X известно» следует рассматривать в случае, когда имеется предварительная информация о коэффициенте вариации или его верхнем оценочном значении.

Примечание – Предварительная информация может быть получена путем оценки результатов предыдущих испытаний в сопоставимых ситуациях. Степень сопоставимости следует определять путем экспертной оценки (см. D.7.1(3));

– строку « V_X неизвестно» следует рассматривать в случае, когда отсутствует предварительная информация о коэффициенте вариации и он должен быть определен на основании выборки с применением формул:

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} \cdot (x_i - m_x)^2, \quad (\text{D.2})$$

$$V_X = \frac{s_x}{m_x}. \quad (\text{D.3})$$

- (3) Частный коэффициент γ_m следует устанавливать в зависимости от области применения, на которую распространяются результаты испытаний.

Таблица D.1 – Значения k_n для характеристических значений (5 %-ный квантиль)

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_X известно	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
V_X неизвестно	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

Примечание 1 – Настоящая таблица основана на нормальном распределении.

Примечание 2 – При применении логарифмически нормального распределения выражение (D.1) имеет вид:

$$X_d = \frac{\eta_d}{\gamma_m} \cdot \exp[m_y - k_n s_y],$$

где $m_y = \frac{1}{n} \cdot \sum \ln(x_i)$.

Если V_X известно на основании предварительной информации, то $s_y = \sqrt{\ln(V_X^2 + 1)} \approx V_X$.

Если V_X неизвестно на основании предварительной информации, то $s_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (\ln x_i - m_y)^2}$.

D.7.3 Прямое определение расчетного значения при проверке предельного состояния несущей способности

(1) Расчетное значение X_d некоторой характеристики X следует определять по формуле

$$X_d = \eta_d m_X \cdot \{1 - k_{d,n} V_X\}. \quad (D.4)$$

В этом случае значение η_d должно учитывать все неопределенности, имеющие место при испытаниях.

(2) Значение $k_{d,n}$ следует определять по таблице D.2.

Таблица D.2 – Значения $k_{d,n}$ для расчетных значений при проверке критических предельных состояний

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_X известно	4,36	3,77	3,56	3,44	3,37	3,33	3,27	3,23	3,16	3,13	3,04
V_X неизвестно	–	–	–	11,40	7,85	6,36	5,07	4,51	3,64	3,44	3,04

Примечание 1 – Настоящая таблица основана на предположении, что расчетное значение соответствует произведению $\alpha_R \beta = 0,8 \cdot 3,8 = 3,04$ (см. приложение С) и X имеет нормальное распределение. Это приводит к тому, что вероятность появления более низких значений составляет приблизительно 0,1 %.

Примечание 2 – При логарифмически нормальном распределении выражение (D.4) преобразуется:

$$X_d = \eta_d \exp[m_y - k_{d,n} s_y].$$

D.8 Статистическое определение расчетных значений

D.8.1 Общие положения

(1) В настоящем разделе приведены процедуры (методы), применяемые для калибровки моделей сопротивления и получения расчетных значений на основании результатов испытаний вида d) (см. D.3(1)). При этом используется предварительная информация (сведения или предположения).

(2) На основании наблюдений за действительным поведением элемента конструкции при испытаниях и на основании теоретического анализа должна быть разработана расчетная модель, позволяющая получить функцию сопротивления. Достоверность данной модели должна быть проверена с помощью статистической интерпретации всех имеющихся результатов испытаний. При необходимости расчетную модель следует выверить до получения достаточной корреляции между теоретическими значениями и результатами испытаний.

(3) Отклонения предварительных оценок, полученных при помощи расчетной модели, также следует определять посредством испытаний. Эти отклонения необходимо сочетать с отклонениями других переменных в функции сопротивления, для того чтобы получить общий показатель отклонения. Другие переменные включают:

- отклонения прочности и жесткости материалов;
- отклонения геометрических параметров.

(4) Характеристическое значение сопротивления следует определять с учетом отклонений всех переменных.

(5) В D.5(1) указаны два различных метода. Эти методы изложены соответственно в D.8.2 и D.8.3. Кроме того, в D.8.4 указаны некоторые возможные упрощения.

Данные методы представлены в виде нескольких отдельных этапов, при этом некоторые допущения, касающиеся тестируемой генеральной совокупности, приведены с пояснениями. Следует учитывать, что эти допущения являются рекомендациями, касающимися наиболее общих случаев.

D.8.2 Стандартная процедура оценки (метод а))

D.8.2.1 Общие положения

(1) Для стандартной процедуры оценки приняты следующие допущения:

- a) функция сопротивления – это функция некоторого количества независимых переменных X ;
- b) имеется достаточное количество результатов испытаний;
- c) все необходимые геометрические параметры и характеристики свойства материалов измерены;
- d) отсутствует корреляция (статистическая зависимость) между переменными в функции сопротивления;
- e) все переменные подчиняются нормальному или логарифмически нормальному распределению.

Примечание – Выбор логарифмически нормального распределения для переменных имеет преимущество в том, что отрицательные значения отсутствуют.

(2) Стандартная процедура для метода D.5(1)a) состоит из семи этапов, которые изложены в D.8.2.2.1–D.8.2.2.7.

D.8.2.2 Стандартная процедура

D.8.2.2.1 Этап 1. Разработка расчетной модели

(1) Следует разработать расчетную модель теоретического сопротивления r_t рассматриваемого конструктивного элемента или узла, представленную функцией сопротивления:

$$r_t = g_r(X). \quad (D.5)$$

(2) Функция сопротивления должна содержать все базисные переменные X , которые оказывают влияние на сопротивление и рассматриваемое предельное состояние.

(3) Все основные характеристики каждого испытываемого образца i (D.8.2.1, допущение c)) должны быть измерены и быть пригодны к применению при оценке.

D.8.2.2.2 Этап 2. Сравнение экспериментальных и теоретических значений

(1) Следует применять действительные значения измеренных характеристик в функции сопротивления для получения теоретических значений r_{ti} , которые сравнивают с экспериментальными значениями r_{ei} .

(2) Точки, представляющие пары соответствующих значений (r_{ti}, r_{ei}) , должны быть изображены на диаграмме, как показано на рисунке D.1.

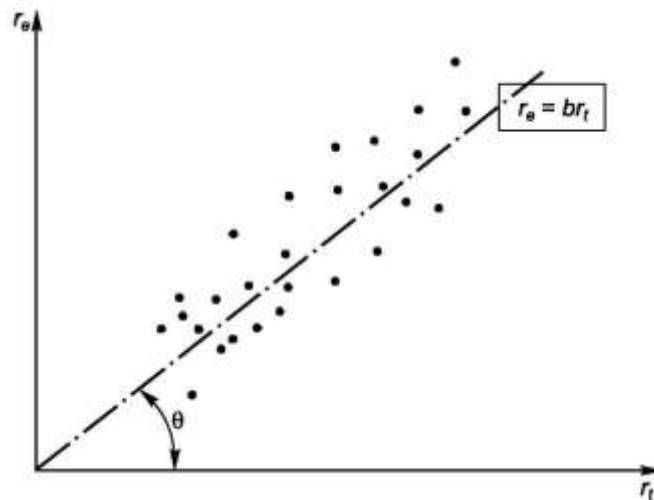


Рисунок D.1 – Диаграмма $r_e - r_t$

(3) Если функция сопротивления является точной и полной, то все точки будут расположены на прямой $\theta = \pi/4$. На практике точки будут иметь некоторый разброс, но причины любого систематического отклонения от прямой следует изучить, чтобы проверить, является ли это причиной ошибок, допущенных в процессе испытаний или в расчетной модели сопротивления.

D.8.2.2.3 Этап 3. Оценка поправочного коэффициента b к среднему значению

(1) Представить вероятностную модель сопротивления r в следующем виде:

$$r = br_t \delta, \quad (D.6)$$

где b – уклон, определяемый по методу наименьших квадратов по формуле

$$b = \frac{\sum r_e r_t}{\sum r_t^2}. \quad (D.7)$$

(2) Среднее значение теоретической функции сопротивления r_m , рассчитанное с использованием средних значений базисных переменных X_m , определяют по формуле

$$r_m = br_t(X_m) \delta = bg_{rt}(X_m) \delta. \quad (D.8)$$

D.8.2.2.4 Этап 4. Оценка коэффициента вариации вектора ошибок δ

(1) Значение ошибки δ_i для каждого экспериментального значения r_{ei} следует определять по формуле

$$\delta_i = \frac{r_{ei}}{b r_{ti}}. \quad (D.9)$$

(2) При помощи значений δ_i следует вычислить оценочное значение коэффициента вариации $V\delta$ путем определения логарифма вектора ошибок Δ_i :

$$\Delta_i = \ln(\delta_i). \quad (D.10)$$

(3) Оценочное значение $\bar{\Delta}$ для $E(\Delta)$ определяют по формуле

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta_i. \quad (D.11)$$

(4) Оценочное значение s_{Δ}^2 для σ_{Δ}^2 определяют по формуле

$$s_{\Delta}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2. \quad (D.12)$$

(5) Для определения коэффициента вариации $V\delta$ вектора ошибок δ применяют выражение

$$V_{\delta} = \sqrt{\exp(s_{\Delta}^2) - 1}. \quad (D.13)$$

D.8.2.2.5 Этап 5. Проверка соответствия

(1) Следует проанализировать совместимость результатов испытаний с теми допущениями, которые были приняты для функции сопротивления.

(2) Если разброс значений (r_{ei}, r_{ti}) слишком велик для того, чтобы получать экономичные расчетные функции сопротивления, то его можно уменьшить одним из следующих способов:

а) корректировкой расчетной модели путем учета параметров, которые до этого не принимались в расчет;

б) изменением b и $V\delta$ путем разделения генеральной совокупности результатов испытаний на соответствующие подгруппы, для которых влияние таких дополнительных параметров можно считать постоянным.

(3) Для того, чтобы установить, какой параметр имеет наибольшее влияние на разброс, результаты испытаний разделяют на подгруппы в отношении данных параметров.

Примечание – Целью является уточнение функции сопротивления посредством оценки по каждой подгруппе отдельно, используя стандартную процедуру. Недостаток разделения результатов испытаний на подгруппы заключается в том, что количество результатов в каждой подгруппе становится очень малым.

(4) При определении коэффициентов k_n , соответствующих квантилям (см. этап 7), значения k_n для подгрупп определяют на основе общего количества испытаний в исходных сериях.

Примечание – Следует обращать внимание на то, что распределение частот сопротивления может быть лучше описано бимодальной (двухвершинной) или мультимодальной (многовершинной) функцией. Для преобразования этих функций в унимодальное (одновершинное) распределение используются специальные аппроксимационные методы.

D.8.2.2.6 Этап 6. Определение коэффициентов вариации базисных переменных V_{Xi}

(1) Если генеральная совокупность результатов испытаний в полном объеме характеризует фактическую изменчивость, то коэффициенты вариации базисных переменных V_{Xi} в функции сопротивления определяют по данным испытаний. Но поскольку такие случаи являются достаточно редкими, то коэффициенты вариации V_{Xi} , как правило, определяют на основании предварительной информации.

D.8.2.2.7 Этап 7. Определение характеристического значения сопротивления r_k

(1) Если функция сопротивления, содержащая j базисных переменных, является функцией произведения вида

$$r = br_t\delta = b\{X_1 \cdot X_2 \dots X_j\}\delta,$$

то среднее значение $E(r)$ определяется из выражения

$$E(r) = b\{E(X_1) \cdot E(X_2) \dots E(X_j)\} = bg_{rt}(X_m), \quad (D.14a)$$

а коэффициент вариации V_r – из выражения

$$V_r^2 = (V_\delta^2 + 1) \cdot \left[\prod_{i=1}^j (V_{Xi}^2 + 1) \right] - 1. \quad (D.14b)$$

(2) Альтернативно при малых значениях V_δ^2 и V_{Xi}^2 допускается использовать следующее приближение:

$$V_r^2 = V_\delta^2 + V_{rt}^2, \quad (D.15a)$$

где

$$V_{rt}^2 = \sum_{i=1}^j V_{Xi}^2. \quad (D.15b)$$

(3) Если функция сопротивления представляет собой более сложную функцию вида

$$r = br_t\delta = bg_{rt} \cdot \{X_1, \dots, X_j\} \cdot \delta,$$

то среднее значение $E(r)$ определяется из выражения

$$E(r) = bg_{rt}(E(X_1), \dots, E(X_j)) = bg_{rt}(X_m), \quad (D.16a)$$

а коэффициент вариации V_{rt} – из выражения

$$V_{rt}^2 = \frac{\text{VAR}[g_{rt}(\underline{X})]}{g_{rt}^2(\underline{X}_m)} \cong \frac{1}{g_{rt}^2(\underline{X}_m)} \cdot \sum_{i=1}^j \left(\frac{\partial g_{rt}}{\partial X_i} \cdot \sigma_i \right)^2. \quad (\text{D.16b})$$

(4) Если число испытаний ограничено (к примеру, $n < 100$), следует делать поправку на статистические неопределенности в распределении Δ . Это распределение следует рассматривать как центральное t -распределение (распределение Стьюдента) с параметрами $\bar{\Delta}$, V_{Δ} и n .

(5) В этом случае характеристическое значение r_k определяют по формуле

$$r_k = bg_{rt}(X_m) \exp(-k_{\infty} \alpha_{rt} Q_{rt} - k_n \alpha_{\delta} Q_{\delta} - 0,5Q^2), \quad (\text{D.17})$$

где

$$Q_{rt} = \sigma_{\ln(rt)} = \sqrt{\ln(V_{rt}^2 + 1)}, \quad (\text{D.18a})$$

$$Q_{\delta} = \sigma_{\ln(\delta)} = \sqrt{\ln(V_{\delta}^2 + 1)}, \quad (\text{D.18b})$$

$$Q = \sigma_{\ln(r)} = \sqrt{\ln(V_r^2 + 1)}, \quad (\text{D.18c})$$

$$\alpha_{rt} = \frac{Q_{rt}}{Q}, \quad (\text{D.19a})$$

$$\alpha_{\delta} = \frac{Q_{\delta}}{Q}, \quad (\text{D.19b})$$

здесь k_n – значение коэффициента, соответствующего квантилю для характеристического значения; принимают по таблице D.1 для случая « V_X неизвестно»;

k_{∞} – значение коэффициента k_n при $n \rightarrow \infty$ [$k_{\infty} = 1,64$];

α_{rt} – весовой коэффициент для Q_{rt} ;

α_{δ} – весовой коэффициент для Q_{δ} .

Примечание – Значение V_{δ} должно быть определено для рассматриваемой выборки испытаний.

(6) При большом количестве испытаний (например, $n \geq 100$) характеристическое значение сопротивления r_k определяют по формуле

$$r_k = bg_{rt}(X_m) \exp(-k_{\infty} Q - 0,5Q^2). \quad (\text{D.20})$$

D.8.3 Стандартная процедура оценки (метод b))

(1) В данном случае применяется такой же способ, как в D.8.2, за исключением того, что на этапе 7 коэффициент k_n , соответствующий характеристическому квантилю, заменяется коэффициентом $k_{d,n}$, соответствующим расчетному квантилю. Этот коэффициент $k_{d,n} = \alpha_R \beta = 0,8 \cdot 3,8 = 3,04$ в общем случае применяется для получения расчетных значений сопротивления r_d (см. приложение С).

(2) В случае ограниченного количества испытаний расчетное значение r_d определяют по формуле

$$r_d = bg_{rt}(X_m) \exp(-k_{d,\infty} \alpha_{rt} Q_{rt} - k_{d,n} \alpha \delta Q \delta - 0,5Q^2), \quad (D.21)$$

где $k_{d,n}$ – коэффициент, соответствующий расчетному квантилю, принимают по таблице D.2 для случая « V_X неизвестно»;

$k_{d,\infty}$ – значение коэффициента $k_{d,n}$ при $n \rightarrow \infty$ [$k_{d,\infty} = 3,04$].

Примечание – Значение $V\delta$ должно быть определено для рассматриваемой выборки испытаний.

(3) При большом количестве испытаний расчетное значение r_d определяют по формуле

$$r_d = bg_{rt}(X_m) \exp(-k_{d,\infty} Q - 0,5Q^2). \quad (D.22)$$

D.8.4 Использование дополнительной предварительной информации

(1) Если достоверность функции сопротивления r_t и верхняя граница (консервативная оценка) коэффициента вариации V_r известны на основании значительного количества предварительно проведенных испытаний, то при дальнейших испытаниях допускается применять упрощенную процедуру.

(2) Если проводится только одно испытание, то характеристическое значение r_k определяется по результату данного испытания r_e по формуле

$$r_k = \eta_k r_e, \quad (D.23)$$

где η_k – понижающий коэффициент, применяемый для учета предварительной информации; определяют по формуле

$$\eta_k = 0,9 \exp(-2,31V_r - 0,5V_r^2), \quad (D.24)$$

здесь V_r – максимальное значение коэффициента вариации, которое наблюдалось в предыдущих испытаниях.

(3) Если проводят два или три испытания, то характеристическое значение r_k определяется на основании среднего значения r_{em} результатов испытаний по формуле

$$r_k = \eta_k r_{em}, \quad (D.25)$$

где η_k – понижающий коэффициент, применяемый для учета предварительной информации, определяемый по формуле

$$\eta_k = \exp(-2,0V_r - 0,5V_r^2), \quad (D.26)$$

здесь V_r – максимальное значение коэффициента вариации, которое наблюдалось в предыдущих испытаниях.

При этом экстремальные (максимальные или минимальные) значения r_{ee} должны удовлетворять условию

$$|r_{ee} - r_{em}| \leq 0,10r_{em}. \quad (D.27)$$

(4) На основании имеющейся предварительной информации из испытаний, которые проводили для определенных типов конструкций, к различным видам отказов

(изложенных, например, в соответствующих Еврокодах) можно отнести определенные значения коэффициентов вариации. Для различных коэффициентов вариации V_r в таблице D.3 приведены значения понижающих коэффициентов η_k в соответствии с формулами (D.24) и (D.26).

Таблица D.3 – Понижающий коэффициент η_k

Коэффициент вариации V_r	Понижающий коэффициент η_k	
	для одного испытания	для двух или трех испытаний
0,05	0,80	0,90
0,11	0,70	0,80
0,17	0,60	0,70

Библиография

- [1] ISO 2394 General principles on reliability for structures
(Надежность строительных конструкций. Общие принципы)
- [2] ISO 2631:1997 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration
(Вибрация и удар механические. Оценка воздействия вибрации на человека)
- [3] ISO 3898 Basis for design of structures – Notations – General symbols
(Основы расчета строительных конструкций. Обозначения. Общие условные обозначения)
- [4] ISO 6707-1 Building and civil engineering – Vocabulary – Part 1: General terms
(Строительство и инженерное дело. Словарь. Часть 1. Общие термины)
- [5] ISO 8402 Quality management and quality assurance – Vocabulary
(Управление качеством и обеспечение качества. Словарь)
- [6] ISO 8930 General principles on reliability for structures – List of equivalent terms
(Общие принципы надежности строительных конструкций. Перечень эквивалентных терминов)
- [7] EN ISO 9001:2000 Quality management systems – Requirements
(Системы менеджмента качества. Требования)
- [8] ISO 10137 Basis for design of structures – Serviceability of buildings against vibrations
(Основы проектирования конструкций. Эксплуатационная надежность зданий в условиях воздействия вибраций)

Национальные требования и национально установленные параметры

Таблица НП.1 – Национальные требования и национально установленные параметры, которыми следует пользоваться при строительстве зданий и сооружений на территории Республики Беларусь

Элемент настоящих строительных норм	Параметры, установленные на национальном уровне					
A1.1(1)	В таблице 2.1 приведены рекомендуемые значения проектных сроков эксплуатации зданий и сооружений в соответствии с настоящими строительными нормами, применяемые на территории Республики Беларусь. Таблица 2.1 (ВУ) – Ориентировочные значения проектного срока эксплуатации					
	Категория Расчетного срока эксплуатации	Ориентировочный срок эксплуатации, лет	Примеры			
	1	10	Временные сооружения, имеющие ограниченный срок эксплуатации ¹⁾			
	2	10–25	Заменяемые элементы конструкций зданий и сооружений, например подкрановые балки, опоры			
	3	15–30	Сельскохозяйственные и подобные им конструкции			
	4	50	Конструкции зданий и прочие сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации, за исключением отнесенных в настоящей таблице к другим категориям			
	5	100	Конструкции монументальных и уникальных зданий, мосты и другие инженерные сооружения, выполненные из долговечных строительных материалов			
	¹⁾ Конструкции или части конструкций, демонтируемые с целью повторного применения, не рассматриваются как временные.					
A1.2.1(1)	Примечание 2 к A1.2.1(1) настоящих строительных норм действует без изменений					
A1.2.2 (таблица A1.1)	Таблица A1.1(В) – Рекомендуемые значения коэффициентов ψ для зданий					
	Воздействие		ψ_0	ψ_1	ψ_2	
	Функциональные нагрузки для зданий (см. EN 1991-1-1)					
	Категория А: жилые помещения		0,7	0,5	0,3	
	Категория В: офисные помещения		0,7	0,5	0,3	
	Категория С: помещения со значительным скоплением людей		0,7	0,7	0,6	
	Категория D: торговые помещения		0,7	0,7	0,6	
	Категория Е: складские помещения		1,0	0,9	0,8	
	Категория F: места с движением транспорта весом (массой) до 30 кН включ.		0,7	0,7	0,6	
	Категория G: места с движением транспорта весом (массой) св. 30 кН до 160 кН включ.		0,7	0,5	0,3	
	Категория Н: кровли		0	0	0	
	Снеговые нагрузки на здания		0,6	0,5	0	
	Ветровые нагрузки (см. EN 1991-1-4)		0,6	0,2	0	
	Температурные нагрузки (исключая пожары) (см. EN 1991-1-5)		0,6	0,5	0	
A1.3.1(1) (таблица A1.2(A))	Таблица A1.2(A) – Расчетные значения воздействий EQU (группа А)					
	Постоянная и переходные расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие ^{a)}	Сопутствующие переменные воздействия ^{a)}	
		неблагоприятное	благоприятное		Основное (при наличии)	другие
	Формула (6.10)	$\gamma_{Gj,sup}G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$	—	$\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$
	Примечание 1 – Рекомендуемые значения частных коэффициентов:					

	$\gamma_{Gj,sup} = 1,10;$ $\gamma_{Gj,inf} = 0,90;$ $\gamma_{Q,1} = 1,50$ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии); $\gamma_{Q,i} = 1,50$ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии). <i>Примечание 2</i> – В тех случаях, когда расчет статического равновесия включает также сопротивление элементов конструкции, альтернативно к двум отдельным расчетам по таблицам A1.2(A) и A1.2(B) допускается выполнение комбинированного расчета, основывающегося на таблице A1.2(A), причем рекомендуется применять следующие значения частных коэффициентов: $\gamma_{Gj,sup} = 1,35;$ $\gamma_{Gj,inf} = 1,15;$ $\gamma_{Q,1} = 1,50$ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии); $\gamma_{Q,i} = 1,50$ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии). При условии, что применение коэффициента $\gamma_{Gj,inf} = 1,0$ для неблагоприятно и благоприятно действующих компонентов постоянного воздействия будет оказывать более неблагоприятный эффект. <i>Примечание 3</i> – Положения по дифференциации надежности приведены в приложении В. а) Переменные воздействия приведены в таблице A1.1.																												
A1.3.1(1) (таблица A1.2(B))	<table><tr><th colspan="6">Таблица A1.2(B) – Расчетные значения воздействий STR/GEO (группа B)</th></tr><tr><th rowspan="2">Постоянная и переходная расчетные ситуации</th><th colspan="2">Постоянные воздействия</th><th rowspan="2">Доминирующее переменное воздействие^{а)}</th><th colspan="2">Сопутствующие переменные воздействия^{а)}</th></tr><tr><th>неблагоприятное</th><th>благоприятное</th><th>Основное (при наличии)</th><th>другие</th></tr><tr><td>Формула (6.10a)</td><td>$k_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$</td><td>$k_{FI} \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$</td><td>–</td><td>$k_{FI} \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$</td><td>$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$</td></tr><tr><td>Формула (6.10b)</td><td>$k_{FI} \xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$</td><td>$k_{FI} \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$</td><td>$k_{FI} \gamma_{Q,1} Q_{k,i}$</td><td>–</td><td>$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$</td></tr></table> <i>Примечания</i> 1 В общем случае рекомендуемые значения γ и ξ при применении формул (6.10a) и (6.10b): $\gamma_{G,j,sup} = 1,35;$ $\gamma_{G,j,inf} = 1,00;$ $\gamma_{Q,1} = 1,50$ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях); $\gamma_{Q,i} = 1,50$ – при неблагоприятных воздействиях (0 – при благоприятных воздействиях); $\xi = 0,85$ (следовательно, $\xi \gamma_{G,j,sup} = 0,85 \cdot 1,35 \cong 1,15$). Частные коэффициенты γ для вынужденных деформаций приведены в EN 1991–EN 1999. 2 Характеристические значения всех постоянных воздействий одинакового происхождения умножают на $\gamma_{G,sup}$, если их общее влияние является неблагоприятным, и на $\gamma_{G,inf}$, если их общее влияние является благоприятным. Например, все воздействия от собственного веса конструкций могут рассматриваться как имеющие одно происхождение. Это правило действует и при применении различных материалов в одной конструкции. 3 В отдельных случаях значения γ_G и γ_Q допускается разделять на коэффициенты γ_g и γ_q соответственно и коэффициент γ_{sd}, учитывающий погрешности расчетной модели. Значение коэффициента γ_{sd} может изменяться от 1,05 до 1,15. 4 Положения по дифференциации надежности приведены в приложении В. 5 В расчетах стальных и железобетонных конструкций, при сертифицированной системе контроля качества, допускается принимать в формулах (6.10a) и (6.10b) следующие значения частных коэффициентов: – для постоянного воздействия: от собственного веса конструкций, выполняемых в заводских условиях, $\gamma_{G,sup} = 1,2;$ от собственного веса конструкций, выполняемых на строительной площадке, $\gamma_{G,sup} = 1,3;$ – для других постоянных воздействий $\gamma_{G,sup} = 1,3;$ – $\xi = 0,85$. – для постоянного воздействия $\gamma_{G,inf} = 0,9;$ – для функциональной нагрузки $\gamma_Q = 1,4;$	Таблица A1.2(B) – Расчетные значения воздействий STR/GEO (группа B)						Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие ^{а)}	Сопутствующие переменные воздействия ^{а)}		неблагоприятное	благоприятное	Основное (при наличии)	другие	Формула (6.10a)	$k_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$k_{FI} \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	–	$k_{FI} \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	Формула (6.10b)	$k_{FI} \xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$k_{FI} \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$k_{FI} \gamma_{Q,1} Q_{k,i}$	–	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Таблица A1.2(B) – Расчетные значения воздействий STR/GEO (группа B)																													
Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие ^{а)}	Сопутствующие переменные воздействия ^{а)}																									
	неблагоприятное	благоприятное		Основное (при наличии)	другие																								
Формула (6.10a)	$k_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$k_{FI} \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	–	$k_{FI} \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$																								
Формула (6.10b)	$k_{FI} \xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$k_{FI} \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$k_{FI} \gamma_{Q,1} Q_{k,i}$	–	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$																								

	– для снеговой нагрузки $\gamma_Q = 1,6$ при отношении характеристического значения снеговой нагрузки к полной нагрузке на элемент конструкции, включая нагрузку от его собственного веса (более 0,5), и $\gamma_Q = 1,5$ – в других случаях; – для ветрового воздействия $\gamma_Q = 1,5$. а) Переменные воздействия приведены в таблице A1.1.																
A1.3.1(1) (таблица A1.2(C))	Таблица A1.2(C) – Расчетные значения воздействий SRT/GEO (группа C) <table><tr><th rowspan="2">Постоянная и переходная расчетные ситуации</th><th colspan="2">Постоянные воздействия</th><th rowspan="2">Доминирующее переменное воздействие^{а)}</th><th colspan="2">Сопутствующие переменные воздействия^{а)}</th></tr><tr><th>неблагоприятное</th><th>благоприятное</th><th>Основное (при наличии)</th><th>другие</th></tr><tr><td>Формула (6.10)</td><td>$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$</td><td>$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$</td><td>$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$</td><td>–</td><td>$\gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$</td></tr></table> Примечание 1 – Рекомендуются следующие значения частных коэффициентов: $\gamma_{G,sup} = 1,00$; $\gamma_{G,inf} = 1,00$; $\gamma_{Q,1} = 1,30$ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии); $\gamma_{Q,i} = 1,30$ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии). Примечание 2 – Положения по дифференциации надежности приведены в приложении В. а) Переменные воздействия приведены в таблице A1.1.	Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие ^{а)}	Сопутствующие переменные воздействия ^{а)}		неблагоприятное	благоприятное	Основное (при наличии)	другие	Формула (6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$\gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$
Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие ^{а)}	Сопутствующие переменные воздействия ^{а)}													
	неблагоприятное	благоприятное		Основное (при наличии)	другие												
Формула (6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$\gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$												
A1.3.1(5)	На территории Республики Беларусь допускается применять подходы 1 и 2. Проверку устойчивости откосов и общей устойчивости рекомендуется производить с использованием подхода 3																
A1.4.2(2)	Действует без изменений на территории Республики Беларусь																

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СН 4.02.03-2019

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

АЦЯПЛЕННЕ, ВЕНТЫЛЯЦЫЯ І КАНДЫЦЫЯНІРАВАННЕ ПАВЕТРА

Издание официальное

Минск 2020

УДК [69+697](083.74)

Ключевые слова: системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, трубопроводы, расчетные параметры наружного воздуха, отопительные приборы, арматура, расчетные расходы, организация воздухообмена, аварийная вентиляция, воздушные завесы, размещение оборудования, воздуховоды, вторичные энергоресурсы

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Автор: И. А. Эстрин

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 4.02 «Теплоснабжение и холодоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой СНБ 4.02.01-03)

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Общие положения
- 5 Расчетные условия
- 6 Отопление
 - 6.1 Общие положения
 - 6.2 Системы отопления и внутреннего теплоснабжения
 - 6.3 Трубопроводы
 - 6.4 Отопительные приборы и арматура
 - 6.5 Печное отопление
- 7 Вентиляция, кондиционирование воздуха и воздушное отопление
 - 7.1 Общие положения
 - 7.2 Системы
 - 7.3 Приемные устройства наружного воздуха
 - 7.4 Расход приточного воздуха
 - 7.5 Организация воздухообмена
 - 7.6 Аварийная вентиляция
 - 7.7 Воздушные завесы
 - 7.8 Оборудование
 - 7.9 Размещение оборудования
 - 7.10 Помещения для оборудования
 - 7.11 Воздуховоды
- 8 Холодоснабжение
- 9 Выбросы воздуха
- 10 Использование тепловых вторичных энергетических ресурсов, энергии возобновляемых источников и местных видов топлива
- 11 Автоматизация и электроснабжение
- 12 Объемно-планировочные и конструктивные решения
- 13 Водоснабжение и канализация
- Приложение А Расчетные нормы температуры и скорости воздуха в душирующей струе на рабочем месте в производственных помещениях

Приложение Б Коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости движения воздуха в струе
Приложение В Допустимое отклонение температуры воздуха в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне
Приложение Г Расчетные параметры наружного воздуха
Приложение Д Потери теплоты через ограждающие конструкции помещений
Приложение Е Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещений
Приложение Ж Системы отопления
Приложение К Расчет теплового потока и расхода теплоносителя в системе водяного отопления
Приложение Л Трубы стальные для систем отопления и теплоснабжения
Приложение М Допустимая скорость движения воды в трубах
Приложение Н Расчет расхода и температуры приточного воздуха
Приложение П Минимальный расход наружного воздуха для помещений
Приложение Р Изделия и материалы для воздуховодов
Приложение С Размеры разделок и отступок у печей и дымовых каналов
Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

АЦЯПЛЕННЕ, ВЕНТЫЛЯЦЫЯ І КАНДЫЦЫЯНІРАВАННЕ ПАВЕТРА

Heating, ventilation
and air-conditioning

**Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования**

1 Область применения

Настоящие строительные нормы распространяются на проектирование систем отопления, внутреннего теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях зданий и сооружений (далее – зданий).

При разработке проектной документации на ремонт, реконструкцию и реставрацию эксплуатируемых жилых зданий настоящие строительные нормы применяют совместно с ТКП 45-1.04-206.

Настоящие строительные нормы не распространяются на проектирование:

- а) систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха убежищ, сооружений, предназначенных для работ с радиоактивными веществами, источниками ионизирующих излучений; объектов подземных горных работ и помещений, в которых производятся, хранятся или применяются взрывчатые вещества;
- б) специальных нагревающих, охлаждающих и обеспыливающих установок и устройств для технологического и электротехнического оборудования, аспирации, выбросов пылегазовоздушных смесей от технологического оборудования, систем пневмотранспорта и пылесосных установок;
- в) печного отопления на газообразном и жидком топливе;
- г) системы противодымной защиты зданий и сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:
ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия.

Безопасность

СН 3.02.01-2019 Жилые здания

СН 3.02.02-2019 Общественные здания и сооружения

СН 4.02.01-2019 Тепловые сети

СН 4.02.02-2019 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов

СН 4.02.04-2019 Котельные установки

СН 4.04.01-2019 Системы электрооборудования жилых и общественных зданий

СП 1.03.02-2020 Монтаж внутренних и инженерных систем зданий и сооружений

ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.02-90-2008 (02250) Производственные здания. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.02-102-2008 (02250) Предприятия бытового обслуживания. Правила проектирования

ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения

ТКП 45-1.04-206-2010 (02250) Ремонт, реконструкция и реставрация зданий и сооружений. Основные требования по проектированию

ТКП 45-4.03-267-2012 (02250) Газораспределение и газопотребление. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.02-273-2012 (02250) Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. Строительные нормы и правила проектирования

ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования

ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний

ТКП 411-2012 (02230) Правила учета тепловой энергии и теплоносителя

ТКП 474-2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

СТБ 11.0.03-95 Система стандартов пожарной безопасности. Пассивная противопожарная защита. Термины и определения

СТБ 11.0.02-95 Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная безопасность. Общие термины и определения

СТБ 1900-2008 Строительство. Основные термины и определения

СТБ 1915-2008 Воздуховоды металлические вентиляционные. Технические условия

СТБ 2522-2018 (EN 12237:2003) Вентиляция в зданиях. Система воздуховодов. Прочность и герметичность воздуховодов из тонколистового металла круглого поперечного сечения

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия

ГОСТ 8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент

ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент

ГОСТ 22270-2018 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения

ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

ГОСТ EN 378-1-2014 Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Основные требования, определения, классификация и критерии выбора.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в СН 3.02.01, СН 3.02.02, СТБ 1900, [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 аварийная вентиляция: Воздухообмен в помещении, обеспечивающий предотвращение увеличения до опасных значений концентраций горючих газов, паров и пыли при их внезапном поступлении в защищаемое помещение.

3.2 вентиляция: По ГОСТ 22270.

3.3 вентиляционный выброс: Упорядоченный поток воздуха, удаляемого системой вентиляции с естественным или искусственным побуждением из помещений в атмосферу.

3.4 верхняя зона помещения: Зона помещения, расположенная выше обслуживаемой или рабочей зоны.

3.5 взрывоопасная смесь: По СТБ 11.0.02.

3.6 воздушный затвор: Вертикальный участок воздуховода длиной не менее 2 м, изменяющий направление движения дыма (продуктов горения) на 180° и препятствующий при пожаре прониканию дыма из нижерасположенных этажей в вышерасположенные.

3.7 вредное вещество: По ГОСТ 12.1.007.

3.8 двухступенчатое испарительное охлаждение: По ГОСТ 22270.

3.9 дисбаланс: Неравенство расходов воздуха, подаваемого в помещение и удаляемого из него системами вентиляции с механическим побуждением, кондиционирования воздуха и воздушного отопления.

3.10 защищаемое помещение: Помещение, при входе в которое для предотвращения перетекания воздуха имеется тамбур-шлюз или создается избыточное давление воздуха по отношению к смежным помещениям.

3.11 зона дыхания: По ГОСТ 12.1.005.

3.12 избытки явной теплоты: Превышение для данных эксплуатационных условий и микроклимата помещений количества явной теплоты, поступающей в помещение (здание, сооружение), над количеством явной теплоты, выводимой или уходящей из помещения (здания, сооружения).

3.13 испарительное охлаждение: Охлаждение воздуха при контакте его с водной поверхностью, которая имеет температуру мокрого термометра.

3.14 коллектор: Участок воздуховода, к которому присоединяются воздухопроводы из двух или большего числа этажей.

3.15 кондиционирование воздуха: По ГОСТ 22270.

3.16 кладовая: Складское помещение (кроме складов), в котором отсутствуют постоянные рабочие места.

3.17 местный отсос: По ГОСТ 22270.

3.18 непостоянное рабочее место: По ГОСТ 12.1.005.

3.19 обслуживаемая зона помещения: По ГОСТ 30494.

3.20 огнестойкий воздуховод: По СТБ 11.0.03.

3.21 отопительный прибор: По ГОСТ 22270.

3.22 отопление: Обогрев помещений с целью возмещения в них тепловых потерь и поддержания устанавливаемой нормами или другими требованиями температуры воздушной среды.

3.23 переходные условия: Условия, при которых температурный режим наружного воздуха характеризуется среднесуточной температурой, равной 8 °С.

3.24 пожарная секция: По СТБ 11.0.03.

3.25 пожарный отсек: По СТБ 11.0.03.

3.26 пожароопасная смесь: Смесь горючих газов, паров, пыли, если при ее горении развивается избыточное давление, не превышающее 5 кПа.

3.27 помещение с массовым пребыванием людей: По СТБ 11.0.03.

3.28 помещение с постоянным пребыванием людей: По ГОСТ 30494.

3.29 помещение, не имеющее выделений вредных веществ: Помещение, в котором вследствие производственной или другой деятельности в воздух выделяются вредные вещества в количествах, которые в течение смены не создают в воздухе рабочей зоны концентраций, превышающих предельно допустимые концентрации.

3.30 помещение без естественного проветривания: Помещение без открываемых окон (проемов) в наружных стенах или помещение с открываемыми окнами (проемами), расположенными на расстоянии от любой точки рабочей или обслуживаемой зоны, превышающем пятикратную высоту помещения.

3.31 помещение с пожарной нагрузкой более 2000 МДж: Помещение для хранения горючих материалов (изделий) и мастерская по переработке горючих материалов при временной пожарной нагрузке более 2000 МДж, размещенные в жилых, общественных, административных и бытовых зданиях.

3.32 постоянное рабочее место: По ГОСТ 12.1.005.

3.33 противопожарный клапан: По СТБ 11.0.03.

3.34 рабочая зона: По ГОСТ 12.1.005.

3.35 резервная система вентиляции (резервный вентилятор): Система (вентилятор), предусматриваемая(-ый) в дополнение к основным системам вентиляции для автоматического ее (его) включения при выходе из строя одной из основных систем.

3.36 рециркуляция: Подмешивание воздуха помещения к наружному воздуху и подача этой смеси в данное или другие помещения (при необходимости с предварительной обработкой).

Примечание – Рециркуляцией не является перемешивание воздуха в пределах одного помещения, в том числе сопровождаемое нагреванием (охлаждением) отопительными агрегатами, вентиляторными и эжекционными доводчиками, вентиляторами-веррами и др.

3.37 сборный воздуховод: Участок воздуховода, к которому присоединяются воздуховоды, проложенные на одном этаже.

3.38 система квартирного отопления: Система отопления отдельной квартиры от собственного источника тепловой энергии или с отдельным вводом теплоносителя от внешнего источника теплоты.

3.39 система кондиционирования воздуха: Совокупность технических средств, предназначенных для кондиционирования воздуха, перемещения и распределения его в обслуживаемых помещениях, автоматического контроля и управления параметрами с заданной точностью и обеспеченностью.

3.40 система местных отсосов: Система местной вытяжной вентиляции, к воздуховодам которой присоединяются местные отсосы.

3.41 система отопления: Совокупность взаимосвязанных технических элементов и устройств, предназначенных для передачи в обогреваемые помещения требуемого количества теплоты и поддержания в них заданной температуры воздушной среды.

3.42 системы внутреннего теплоснабжения здания: Системы теплоснабжения, водонагревателей систем горячего водоснабжения, воздухонагревателей приточных установок, кондиционеров, воздушно-отопительных агрегатов, воздушно-тепловых завес и др., за исключением трубопроводов технологического оборудования.

3.43 схема непосредственного охлаждения: Схема охлаждения, в которой испарительные аппараты размещаются внутри охлаждаемых камер и помещений или встраиваются в коммуникации охлаждаемого воздуха.

3.44 схема промежуточного охлаждения: Схема охлаждения, в которой перенос теплоты от охлаждаемых сред к испарителям осуществляется с помощью хладоносителей.

3.45 транзитный воздуховод: Воздуховод, проходящий через помещение или группу помещений и не имеющий ответвлений для раздачи или забора воздуха в указанных помещениях.

3.46 чистое помещение: Помещение, в котором контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц, построенное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения, и позволяющее по мере необходимости контролировать другие параметры, например температуру, влажность и давление.

4 Общие положения

4.1 Настоящие строительные нормы устанавливают обязательные требования к системам внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования для обеспечения комплексной безопасности зданий согласно ТР 2009/013/ВУ.

В проектах систем отопления, вентиляции и кондиционирования следует предусматривать технические решения, обеспечивающие:

а) нормируемый микроклимат и чистоту воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых и общественных зданий;

б) нормируемый микроклимат и чистоту воздуха в рабочей зоне производственных, лабораторных и складских (далее – производственных) помещений в зданиях любого назначения, нормируемую чистоту воздуха в чистых помещениях;

в) нормативно допустимые уровни шума и вибрации от работы оборудования и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, кроме систем аварийной вентиляции и систем противодымной защиты, для которых при работе или опробовании в помещениях, где установлено это оборудование, допустим шум не более 110,0 дБА, а при импульсном шуме – не более 125,0 дБА;

г) ремонтпригодность систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

д) взрывопожаробезопасность систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;

е) автоматическое регулирование и учет количества потребляемой теплоты.

В проектах систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны предусматриваться энергоэффективные технические решения, энергосберегающие технологии и оборудование, обеспечивающие рациональное использование топливно-энергетических ресурсов, а также применение энергии возобновляемых источников и местных видов топлива с учетом экономической целесообразности и экологической обстановки.

Учет тепловых потоков, расходов теплоносителя и конденсата для одного здания или группы зданий следует предусматривать в соответствии с требованиями СН 4.02.01.

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий следует определять в соответствии с ТКП 45-2.04-196.

4.2 В проектной документации на реконструкцию действующих предприятий, жилых, общественных, административных и бытовых зданий используются существующие системы отопления, вентиляции и кондиционирования, если они соответствуют требованиям технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА).

4.3 Отопительно-вентиляционное оборудование, трубопроводы и воздуховоды, размещаемые в помещениях с агрессивной средой, а также предназначенные для удаления воздуха с агрессивной средой, следует предусматривать из антикоррозионных материалов или с защитными покрытиями от коррозии.

4.4 Горячие поверхности воздуховодов, отопительного и вентиляционного оборудования, размещаемых в помещениях, в которых они создают опасность воспламенения газов, паров, аэрозолей или пыли, следует изолировать, предусматривая температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции не менее чем на 20 % ниже

температуры их самовоспламенения. Температура на поверхности изоляции не должна превышать 45 °С.

Примечание – При отсутствии технической возможности снизить температуру поверхности изоляции до указанного уровня отопительно-вентиляционное оборудование, трубопроводы и воздухопроводы не следует размещать в указанных помещениях.

4.5 Теплоизоляционные конструкции для изоляции наружных поверхностей оборудования, трубопроводов и воздухопроводов следует проектировать в соответствии с СН 4.02.02.

4.6 Отопительно-вентиляционное оборудование, воздухопроводы, трубопроводы, теплоизоляционные конструкции и другие изделия и материалы, используемые в системах внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования, должны соответствовать требованиям ТНПА и должны быть разрешены для применения на территории Республики Беларусь.

Оборудования, арматуру и материалы для системы отопления, вентиляции и кондиционирования следует применять с учетом рекомендаций заводов-изготовителей, если они не противостоят требованиям настоящих строительных норм.

4.7 Пожарно-технические характеристики применяемых материалов следует принимать в соответствии с ТКП 45-2.02-315.

4.8 Взрывоопасность и пожароопасность смесей и веществ, выделяющихся при технологических процессах, следует принимать по технологической части проекта или заданию на проектирование.

4.9 Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий, рассчитанных на кратковременную (до 5 лет), периодическую или сезонную эксплуатацию, осуществляется по заданию на проектирование.

5 Расчетные условия

5.1 Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими ТНПА) следует принимать по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005 для обеспечения параметров воздуха в пределах допустимых норм в обслуживаемой или рабочей зоне помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах).

Расчетную температуру воздуха в помещениях следует принимать:

а) для теплого периода года при проектировании вентиляции в помещениях с избытком явной теплоты (далее – теплоты) – максимальную из допустимых температур, а при отсутствии избытков теплоты – в пределах допустимых температур;

б) для холодного периода года и переходных условий при проектировании вентиляции для ассимиляции избытков теплоты – в пределах допустимых температур, а при отсутствии избытков теплоты и проектировании отопления – минимальную из допустимых температур по ГОСТ 30494 и ГОСТ 12.1.005.

Относительную влажность и скорость движения воздуха следует принимать по ГОСТ 30494 и ГОСТ 12.1.005.

5.2 Температуру воздуха в рабочей зоне производственных помещений с полностью автоматизированным технологическим оборудованием, функционирующим без присутствия людей (кроме дежурного персонала, находящегося в отдельном помещении и выходящего в производственное помещение периодически для осмотра и наладки оборудования не более чем на 2 ч непрерывно), при отсутствии технологических требований к температурному режиму помещений следует принимать:

а) для теплого периода года при отсутствии избытков теплоты – равную температуре наружного воздуха, а при наличии избытков теплоты – на 4 °С выше температуры наружного воздуха при параметрах А, но не ниже 29 °С, если при этом не требуется подогрев воздуха;

б) для холодного периода года и переходных условий при отсутствии избытков теплоты и расчетных параметрах наружного воздуха Б (далее – параметры Б) – не менее 10 °С, а при наличии избытков теплоты – экономически целесообразную температуру.

В местах производства ремонтных работ продолжительностью 2 ч и более непрерывно следует предусматривать снижение температуры воздуха до 25 °С в теплый период года (параметры А) передвижными воздухоохладителями и повышение температуры воздуха до 16 °С в холодный период года (параметры Б) передвижными воздушонагревателями.

Относительная влажность и скорость движения воздуха в производственных помещениях с полностью автоматизированным технологическим оборудованием не нормируются при отсутствии специальных требований.

5.3 Расчетные нормы температуры и скорости воздуха в душирующей струе на рабочем месте в производственных помещениях следует принимать:

а) при облучении с поверхностной плотностью лучистого теплового потока 140,0 Вт/м² и более – в соответствии с приложением А;

б) при открытых технологических процессах с выделениями вредных веществ – по 5.1.

5.4 Температуру, относительную влажность, скорость движения и чистоту воздуха в животноводческих, звероводческих и птицеводческих зданиях, сооружениях для выращивания растений, зданиях для хранения сельскохозяйственной продукции следует принимать в соответствии с нормами технологического и строительного проектирования этих зданий.

5.5 В холодный период года в общественных, административных, бытовых и производственных помещениях отапливаемых зданий, когда они не используются, и в нерабочее время разрешается принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже:

15 °С – в жилых помещениях общественных зданий;

12 °С – в помещениях общественных, административных и бытовых зданий;

5 °С – в производственных помещениях.

Нормируемую температуру в помещениях следует обеспечивать к началу использования помещения или к началу работы.

5.6 В теплый период года параметры микроклимата для проектирования систем вентиляции не нормируются в помещениях:

а) жилых зданий;

б) общественных, административных, бытовых и производственных зданий в периоды, когда помещения не используют.

Примечание – Поддержание параметров микроклимата в нерабочее время следует предусматривать в соответствии с технологическими требованиями.

5.7 Температуру воздуха в рабочей зоне помещения при лучистом нагревании или охлаждении постоянных рабочих мест следует принимать по расчету, обеспечивая температурные условия, эквивалентные нормируемой температуре в рабочей зоне. Интенсивность теплового облучения на рабочих местах не должна превышать значений, приведенных в ГОСТ 12.1.005 и [1].

Примечание – Нагретые или охлажденные поверхности технологического оборудования не следует использовать для лучистого нагревания или охлаждения постоянных рабочих мест.

5.8 При кондиционировании параметры микроклимата в обслуживаемой зоне общественных, административных и бытовых помещений следует обеспечивать в соответствии с ГОСТ 30494, а также в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – на постоянных и непостоянных рабочих местах производственных помещений, кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими ТНПА или по заданию на проектирование.

Отклонение параметров микроклимата (если отсутствуют специальные требования) от расчетных не должно превышать в среднем:

- а) для кондиционирования воздуха по 7.1.2, перечисление а):
100 ч/г. – при круглосуточной работе;
70 ч/г. – при односменной работе в дневное время;
- б) для кондиционирования воздуха по 7.1.2, перечисление б):
250 ч/г. – при круглосуточной работе;
175 ч/г. – при односменной работе в дневное время;
- в) для кондиционирования воздуха по 7.1.2, перечисление в) и вентиляции:
450 ч/г. – при круглосуточной работе;
315 ч/г. – при односменной работе в дневное время.

5.9 В помещениях для отдыха рабочих горячих цехов с поверхностной плотностью теплового потока на рабочем месте 140,0 Вт/м² и более следует принимать температуру воздуха 20 °С в холодный период года и 23 °С – в теплый период года.

В помещениях для обогрева людей следует принимать температуру воздуха 25 °С, а при применении лучистого обогрева – 20 °С.

5.10 В струе приточного воздуха при входе ее в обслуживаемую или рабочую зону помещения следует принимать:

- а) максимальную скорость движения воздуха v_x , м/с, по формуле

$$v_x = Kv_n, \quad (1)$$

где K – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости движения воздуха в струе; определяют в соответствии с приложением Б;

v_n – нормируемая скорость движения воздуха, в обслуживаемой зоне или на рабочих местах в рабочей зоне помещения, м/с;

- б) максимальную температуру при восполнении недостатков теплоты в помещении t_x , °С, по формуле

$$t_x = t_n + \Delta t_1, \quad (2)$$

- в) минимальную температуру при ассимиляции избытков теплоты в помещении t'_x , °С, по формуле

$$t'_x = t_n - \Delta t_2, \quad (3)$$

где t_n – в формулах (2) и (3) нормируемая температура воздуха в обслуживаемой зоне или на рабочих местах в рабочей зоне помещения, °С;

Δt_1 , Δt_2 – соответственно в формулах (2) и (3) допустимое отклонение температуры воздуха в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне, °С; определяют в соответствии с приложением В.

При размещении воздухораспределителей в пределах обслуживаемой или рабочей зоны помещения скорость движения и температура воздуха не нормируются на расстоянии 1,0 м от воздухораспределителя.

5.11 При расчете систем вентиляции и кондиционирования концентрацию вредных веществ в воздухе рабочей зоны на рабочих местах в производственных помещениях следует принимать равной предельной допустимой концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны, установленной ГОСТ 12.1.005, а также в соответствии с [2].

5.12 Концентрацию вредных веществ в приточном воздухе при выходе из воздухораспределителей и других приточных отверстий следует принимать по расчету с учетом концентраций этих веществ в рециркуляционном воздухе и фоновых

концентраций в местах размещения воздухоприемных устройств. При этом при формировании приточной смеси концентрация вредных веществ не должна превышать:

а) для производственных зданий – 30 % ПДК в воздухе рабочей зоны – для наружного воздуха; 80 % ПДК в воздухе рабочей зоны – для рециркуляционного воздуха;

б) для жилых, общественных, административных и бытовых, зданий и помещений: ПДК в атмосферном воздухе населенных пунктов – для наружного воздуха и до 80 % ПДК в атмосферном воздухе населенных мест – для рециркуляционного воздуха, обеспечивая при этом подачу наружного воздуха в соответствии с установленной для этих помещений санитарной нормой.

5.13 Микроклимат и чистоту воздуха в помещениях следует обеспечивать в пределах расчетных параметров наружного воздуха, указанных в 5.14, 5.15, 5.17, в соответствии с приложением Г.

5.14 Параметры наружного воздуха для жилых, общественных, административных, бытовых и производственных помещений следует принимать:

– параметры А – для систем вентиляции, воздушного душирования для теплого периода года;

– параметры Б – для систем отопления, вентиляции, воздушного душирования для холодного периода года и систем кондиционирования для теплого и холодного периодов года.

По заданию на проектирование разрешается принимать параметры наружного воздуха ниже в холодный период года и выше в теплый период года, чем расчетные параметры наружного воздуха по 5.14, 5.15, 5.17, а также выше или ниже указанных параметров – для зданий по 4.9.

5.15 Параметры наружного воздуха для зданий сельскохозяйственного назначения, если они не установлены строительными или технологическими нормами, следует принимать:

– параметры А – для систем вентиляции для теплого и холодного периодов года;

– параметры Б – для систем отопления для холодного периода года.

5.16 Обеспечение заданных параметров микроклимата в жилых, общественных и производственных помещениях высотой более 6 м и (или) объемом более 1000 м³, имеющих зоны с различными параметрами микроклимата, с изменяющимся, в зависимости от режима эксплуатации, количеством выделений тепла, влаги и вредных веществ, а также при повышенных требованиях к точности поддержания параметров, для расчетных режимов холодного и теплого периодов года по заданию на проектирование необходимо проверять путем математического моделирования.

5.17 Параметры наружного воздуха для переходных условий года следует принимать для систем:

а) отопления и вентиляции – температуру 8 °С и удельную энтальпию 22,5 кДж/кг; для систем вентиляции могут быть приняты параметры, определяемые в пределах использования неподогретого наружного воздуха для притока;

б) кондиционирования воздуха – параметры, при которых кондиционер не расходует теплоту и холод.

5.18 Взрывопожаробезопасные концентрации веществ в воздухе помещений следует принимать при параметрах наружного воздуха, установленных для расчета систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

6 Отопление

6.1 Общие положения

6.1.1 Отопление следует проектировать для обеспечения в помещениях расчетной температуры воздуха, учитывая:

- а) потери теплоты через ограждающие конструкции – в соответствии с приложением Д;
- б) расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха – в соответствии с приложением Е;
- в) расход теплоты на нагревание материалов, оборудования и транспортных средств;
- г) тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, коммуникаций, материалов, людей и других источников.

Примечание – Значения удельных бытовых теплопоступлений следует принимать по ТКП 45-2.04-196.

Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений могут не учитываться, если разность температур воздуха в этих помещениях равна 3 °С и менее.

6.1.2 Расход инфильтрующегося воздуха следует определять, принимая скорость ветра в соответствии с приложением Г.

6.1.3 Системы отопления (отопительные приборы, теплоноситель, предельную температуру теплоносителя или теплоотдающей поверхности) следует принимать по приложению Ж.

Системы отопления с трубами из полимерных материалов следует проектировать с параметрами теплоносителя, не превышающими предельно допустимых значений, указанных в ТНПА на их изготовление, но не более 90 °С и не более 1,0 МПа.

Для систем отопления и внутреннего теплоснабжения следует применять в качестве теплоносителя, как правило, воду; другие теплоносители применяются при технико-экономическом обосновании.

6.1.4 Дежурное отопление следует предусматривать для поддержания температуры воздуха в соответствии с 5.5, используя основные отопительные системы. Специальные системы дежурного отопления проектируют при экономическом обосновании.

В неотапливаемых зданиях для поддержания температуры воздуха, соответствующей технологическим требованиям, в отдельных помещениях, а также на временных рабочих местах при наладке и ремонте оборудования следует предусматривать местное отопление как стационарными, так и переносными нагревательными приборами.

6.1.5 Электроотопление с непосредственной трансформацией электроэнергии в тепловую или с помощью тепловых насосов применяется по заданию на проектирование в соответствии с СН 4.04.01 и техническими условиями.

6.1.6 Отопление помещений складов следует проектировать в соответствии с технологическими требованиями, с ограничениями, указанными в 6.4.17.

6.1.7 Отопление местными отопительными приборами одного или нескольких помещений площадью 5 % и менее общей площади отапливаемых помещений здания, для которых требования по отоплению отличаются от требований к основным помещениям, проектируют в соответствии с требованиями для основных помещений, если это не нарушит пожаровзрывобезопасность этих помещений.

6.1.8 В помещениях категорий А и Б не допускается применение систем водяного или парового отопления в случае наличия в них веществ, образующих при контакте с водой или водяными парами взрывоопасные смеси, или веществ, способных к самовозгоранию или взрыву при взаимодействии с водой.

6.1.9 Разрешается не предусматривать отопление лестничных клеток:

- для зданий, оборудуемых системами квартирного отопления;
- незадымляемых 1-го типа.

6.1.10 Проектирование жилых домов с поквартирной установкой отопительных котлов (водонагревателей) должно осуществляться в соответствии с утвержденными схемами теплоснабжения населенных пунктов. При отсутствии утвержденной схемы теплоснабжения или на основании технико-экономического обоснования разрешается проектирование жилых домов с установкой поквартирных отопительных котлов (водонагревателей).

При установке отопительных котлов (водонагревателей) на твердом топливе в жилых зданиях необходимо соблюдать требования СН 3.02.01 и СН 4.02.04.

При установке отопительных котлов (водонагревателей) на газообразном топливе в жилых зданиях необходимо соблюдать требования СН 3.02.01, ТКП 45-4.03-267 и СН 4.02.04.

Отопление многоквартирных жилых зданий с помощью поквартирных отопительных котлов (водонагревателей) следует применять для всего здания в целом.

При технико-экономическом обосновании разрешается установка отопительных котлов (водонагревателей) в квартирах надстраиваемых (мансардных) этажей в жилых домах с центральным отоплением (горячим водоснабжением).

Качество сетевой и подпиточной воды должно обеспечивать работу отопительных котлов (водонагревателей) без повреждений их элементов вследствие отложений накипи.

При несоответствии качества водопроводной воды требованиям завода-изготовителя отопительных котлов (водонагревателей) следует предусматривать установку соответствующих устройств для ее обработки.

6.2 Системы отопления и внутреннего теплоснабжения

6.2.1 Системы отопления, системы теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок, кондиционеров, воздушно-отопительных агрегатов, воздушно-тепловых завес, водонагревателей систем горячего водоснабжения зданий следует проектировать, обеспечивая равномерное нагревание воздуха помещений, гидравлическую и тепловую устойчивость, взрывопожарную безопасность и доступность для осмотра, очистки и ремонта.

6.2.2 Системы отопления следует проектировать с автоматическим регулированием теплового потока для зданий с расчетным значением теплового потока на отопление более 50,0 кВт. Для зданий с тепловым потоком менее 50 кВт автоматическое регулирование теплового потока следует предусматривать по заданию на проектирование или при технико-экономическом обосновании.

Автоматическое регулирование теплового потока систем отопления производственных зданий с трехсменным режимом работы предусматривают по заданию на проектирование.

6.2.3 В производственных помещениях площадью более 50 м² на одного работающего разрешается обеспечивать расчетную температуру воздуха только на постоянных рабочих местах и более низкую (но не ниже 10 °С) температуру воздуха на непостоянных рабочих местах.

6.2.4 Коммерческий учет потребления тепла следует предусматривать в соответствии с ТКП 411, технический учет потребления тепла – в соответствии с ТКП 411 или по заданию на проектирование.

Для учета расхода теплоты каждым отдельным потребителем (арендатором) установка счетчиков расхода тепловой энергии предусматривается по согласованию с заказчиком.

Учет потребления тепла в жилых зданиях следует предусматривать согласно СН 3.02.01.

При капитальном ремонте, модернизации, реконструкции зданий разрешается сохранять существующую в здании схему системы отопления, установку различных типов индивидуальных устройств регистрации расхода тепловой энергии, в том числе

распределителей тепла испарительного или электронного типа на каждом нагревательном приборе, а также регулирование потребляемой теплоты устройствами с ручным приводом.

6.2.5 Среднюю температуру поверхности строительных конструкций со встроенными нагревательными элементами следует принимать, °С, не выше:

- а) для наружных стен от уровня пола:
 - до 1,0 м включ. – 95;
 - от 2,5 м и выше – принимать, как для потолков;
- б) для полов помещений:
 - с постоянным пребыванием людей – 29;
 - с временным пребыванием людей и для обходных дорожек и скамей крытых плавательных бассейнов – 33;
- в) для полов в детских учреждениях и зданиях лечебного назначения:
 - с постоянным пребыванием людей – 26;
 - с временным пребыванием людей и для обходных дорожек и скамей крытых плавательных бассейнов – 31;
- г) для потолков при высоте помещения, м:
 - от 2,5 до 2,8 – 28;
 - » 2,8 » 3,0 – 30;
 - » 3,0 » 3,5 – 33;
 - » 3,5 » 4,0 – 36;
 - » 4,0 » 6,0 – 38.

Температура поверхности пола по оси нагревательного элемента не должна превышать: 37 °С – в жилых зданиях и плавательных бассейнах, 35 °С – в детских учреждениях.

Ограничения температуры поверхности строительных конструкций не распространяются на встроенные в перекрытие или в пол одиночные трубы систем отопления.

6.2.6 Температуру поверхности низкотемпературных панелей радиационного обогрева рабочих мест следует принимать не выше 60 °С, а панелей радиационного охлаждения – не ниже температуры точки росы в обслуживаемом помещении.

6.2.7 Температуру поверхности высокотемпературных приборов лучистого отопления, за исключением газовых горелок инфракрасного излучения, следует принимать не выше 250 °С.

6.2.8 Температуру теплоносителя для систем отопления и внутреннего теплоснабжения производственных зданий следует принимать не менее чем на 20 % (с учетом 4.4) ниже температуры самовоспламенения веществ, находящихся в помещении, но не более 120 °С при теплоносителе воде и 130 °С – при теплоносителе паре.

Температуру теплоносителя для систем отопления и внутреннего теплоснабжения для жилых и общественных зданий следует принимать, не более:

- 95 °С – для систем отопления.
- 120 °С – для систем внутреннего теплоснабжения.

6.2.9 Тепловой поток в системе водяного отопления и расход теплоносителя следует определять в соответствии с приложением К.

6.2.10 Требования к горелкам инфракрасного излучения и газовым воздухонагревателям, помещениям, в которых они размещаются, следует предусматривать в соответствии с ТКП 45-4.03-267.

6.3 Трубопроводы

6.3.1 Трубопроводы систем отопления и внутреннего теплоснабжения следует проектировать из термостойких полимерных и металлополимерных труб, а также из стальных (кроме оцинкованных), медных и латунных труб.

В комплекте с трубами из полимерных материалов следует применять фасонные части и изделия, соответствующие применяемому типу труб.

Выбор стальных труб следует осуществлять в соответствии с приложением Л.

6.3.2 Тепловую изоляцию следует предусматривать для трубопроводов систем отопления и внутреннего теплоснабжения, прокладываемых в неотапливаемых помещениях, в местах, где возможно замерзание теплоносителя, в искусственно охлаждаемых помещениях, а также для предупреждения ожогов и неэффективного использования тепловыделений от трубопроводов.

6.3.3 Трубопроводы различного назначения следует прокладывать от теплового пункта, от общего трубопровода или коллектора отдельно:

- а) для систем отопления с местными отопительными приборами;
- б) для систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления;
- в) для воздушно-тепловых завес;
- г) для других периодически работающих систем или установок.

6.3.4 Скорость движения теплоносителя в трубах систем водяного отопления следует принимать в зависимости от допустимого эквивалентного уровня звука в помещении:

- а) выше 40,0 дБА:
 - не более 1,5 м/с – в общественных зданиях и помещениях;
 - то же 2,0 м/с – в административных и бытовых зданиях и помещениях;
 - » 3,0 м/с – в производственных зданиях и помещениях.
- б) 40,0 дБА и ниже – в соответствии с приложением М.

6.3.5 Скорость движения пара в трубопроводах следует принимать:

- а) в системах отопления низкого давления (до 70,0 кПа на вводе): при попутном движении пара и конденсата – 30,0 м/с, при встречном – 20,0 м/с;
- б) в системах отопления высокого давления (от 70,0 до 170,0 кПа на вводе): при попутном движении пара и конденсата – 80,0 м/с, при встречном – 60,0 м/с.

6.3.6 Разность давлений воды в подающем и обратном трубопроводах для циркуляции воды в системе отопления следует определять с учетом давления, возникающего вследствие разности температур воды.

Неучтенные потери циркуляционного давления в системе отопления следует принимать равными 10 % максимальных потерь давления. Для систем отопления с температурой воды 105 °С и выше следует предусматривать меры, предотвращающие вскипание воды.

6.3.7 Разность давлений воды в подающем и обратном трубопроводах на вводе в здание для расчета систем отопления и внутреннего теплоснабжения при отсутствии проектных данных следует принимать 150,0 кПа.

6.3.8 Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности стальных труб систем отопления и внутреннего теплоснабжения следует принимать, мм, не менее:

- 0,2 – для воды и пара;
- 0,5 – для конденсата.

При непосредственном присоединении систем внутреннего теплоснабжения производственных зданий к тепловой сети эквивалентную шероховатость внутренней поверхности стальных труб следует принимать, мм, не менее:

- 0,5 – для воды и пара;
- 1,0 – для конденсата.

Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности труб из полимерных и медных (латунных) материалов следует принимать не менее 0,01 и 0,11 мм соответственно.

Примечание – При реконструкции систем внутреннего теплоснабжения и отопления с использованием существующих трубопроводов эквивалентную шероховатость внутренней поверхности стальных труб следует принимать, мм:

0,5 – для воды и пара;

1,0 – для конденсата.

6.3.9 Разность температур теплоносителя в стояках (ветвях) систем водяного отопления с местными отопительными приборами при расчете систем с переменными разностями температур не должна отличаться более чем на 25 % (но не более 8 °С) от расчетной разности температур.

6.3.10 В однетрубных системах водяного отопления потери давления в стояках должны составлять не менее 70 % общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в общих участках.

В однетрубных системах с нижней разводкой подающей магистрали и верхней разводкой обратной магистрали потери давления в стояках следует принимать не менее 300,0 Па на каждый метр высоты стояка.

В двухтрубных вертикальных и однетрубных горизонтальных системах отопления потери давления в циркуляционных кольцах через верхние приборы (ветви) следует принимать не менее естественного давления в них при расчетных параметрах теплоносителя.

6.3.11 Невязка расчетных потерь давления в стояках (ветвях) систем парового отопления не должна превышать 15 % для паропроводов и 10 % – для конденсатопроводов.

6.3.12 Невязка потерь давления в циркуляционных кольцах (без учета потерь давления в общих участках) не должна превышать 5 % при попутной и 15 % – при тупиковой разводке трубопроводов систем водяного отопления при расчете с постоянными разностями температур.

6.3.13 Прокладку стальных и медных (латунных) трубопроводов систем отопления необходимо предусматривать открытой. Скрытая прокладка указанных трубопроводов разрешается при обосновании.

Прокладку труб из полимерных материалов необходимо предусматривать скрытой: в конструкции пола, за экранами, в штрабах, шахтах и каналах. Разрешается открытая прокладка указанных трубопроводов по техническим этажам (подпольям), а также в пределах пожарной секции здания, где исключается их механическое повреждение, внешний нагрев наружной поверхности труб более 90 °С и прямое воздействие ультрафиолетового излучения.

Трубопроводы из полимерных материалов, прокладываемые в помещениях категорий А, Б и В1–В3 по пожарной опасности, а также в помещениях с пожарной нагрузкой более 2000 МДж, следует прокладывать скрыто.

Применение труб в качестве нагревательных элементов, встроенных в строительные конструкции, возможно при обеспечении требуемого предела огнестойкости.

При скрытой прокладке трубопроводов следует предусматривать люки в местах расположения разборных соединений и арматуры.

6.3.14 Прокладка транзитных трубопроводов систем отопления не допускается через помещения убежищ, электротехнические помещения, кроме транзитных трубопроводов без разъемных соединений в защитном кожухе, пешеходные галереи и тоннели.

6.3.15 В системах отопления следует предусматривать устройства для их опорожнения.

На каждом стояке, на котором устанавливается арматура согласно 6.4.19, следует предусматривать запорную арматуру со штуцерами для присоединения шлангов.

В горизонтальных системах отопления следует предусматривать устройства для их опорожнения на каждом этаже здания с любым числом этажей.

Дренаж трубопроводов горизонтальных систем отопления, в том числе напольного, из полимерных труб, прокладываемых в конструкции пола, предусматривать не следует.

6.3.16 Стояки систем парового отопления, по которым образующийся конденсат стекает против движения пара, следует проектировать высотой не более 6,0 м.

6.3.17 Уклоны трубопроводов воды, пара и конденсата следует принимать не менее 0,002, а уклон паропроводов против движения пара – не менее 0,006.

Трубопроводы воды разрешается прокладывать без уклона при скорости движения воды в них 0,25 м/с и более.

6.3.18 Расстояние (в свету) от поверхностей трубопроводов, отопительных приборов и воздухонагревателей с теплоносителем температурой выше 105 °С до поверхности конструкции из материалов групп горючести ГЗ, Г4 следует принимать не менее 100 мм. При меньшем расстоянии на поверхности данной конструкции следует предусматривать тепловую изоляцию из негорючих материалов.

6.3.19 Трубопроводы в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок следует прокладывать в гильзах в соответствии с СП 1.03.02.

6.3.20 Прокладка или пересечение в одном канале трубопроводов отопления с трубопроводами горючих жидкостей, паров и газов с температурой вспышки паров 170 °С и ниже или агрессивных паров и газов не допускаются.

6.3.21 Удаление воздуха из систем отопления при теплоносителе воде и из конденсатопроводов, заполненных водой, следует предусматривать в верхних точках, при теплоносителе паре – в нижних точках конденсационного самотечного трубопровода.

В системах водяного отопления следует предусматривать, как правило, автоматические воздухоотводчики или краны, для систем внутреннего теплоснабжения – автоматические воздухоотводчики или воздухооборники.

6.4 Отопительные приборы и арматура

6.4.1 В помещениях с выделением пыли горючих материалов (далее – горючая пыль) категорий А, Б, В1–В3 и помещениях с выделением горючей пыли пожарной нагрузкой более 2000 МДж отопительные приборы систем водяного и парового отопления следует предусматривать с гладкой или рельефной поверхностью, допускающей легкую очистку, в том числе:

а) секционные (за исключением секционных радиаторов с лицевой панелью) или панельные одинарные радиаторы;

б) отопительные приборы из гладких стальных труб.

6.4.2 Отопительные приборы в помещениях с выделением горючей пыли категорий А, Б, В1–В3 и помещениях с выделением горючей пыли и пожарной нагрузкой более 2000 МДж следует размещать на расстоянии (в свету) не менее 100 мм от поверхности стен. Не допускается размещать отопительные приборы в нишах.

6.4.3 При расчете отопительных приборов следует учитывать 90 % теплового потока, поступающего в помещение от трубопроводов отопления.

6.4.4 Номинальный тепловой поток отопительного прибора не следует принимать менее чем на 5 % или на 60 Вт требуемого по расчету. Номинальный тепловой поток отопительного прибора допускается принимать больше требуемого по расчету, но не более 15 % для приборов с автоматическими терморегуляторами.

6.4.5 Отопительные приборы, как правило, следует размещать под световыми проемами в местах, доступных для осмотра, очистки и ремонта, при этом длину отопительного прибора определять расчетом и принимать для помещений с постоянным пребыванием людей не менее 75 % длины светового проема (окна) – в больницах, детских дошкольных учреждениях, школах, домах для престарелых и инвалидов и 50 % – в других общественных и жилых зданиях.

6.4.6 Размещение приборов лучистого отопления с температурой поверхности выше 150 °С следует предусматривать в верхней зоне помещения. Минимальную высоту размещения следует принимать в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей.

6.4.7 Отопительные приборы в производственных помещениях с постоянными рабочими местами, расположенными на расстоянии 2 м и менее от окон, следует

размещать под световыми проемами (окнами) для защиты работающих от холодных потоков воздуха.

Такие отопительные приборы следует рассчитывать на возмещение потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции на высоту до 4 м от пола или рабочей площадки, а при соответствующем обосновании – на большую высоту.

6.4.8 Встроенные нагревательные элементы не допускается размещать в наружных однослойных или внутренних стенах.

Разрешается предусматривать в наружных многослойных стенах, перекрытиях и полах нагревательные элементы водяного отопления, замоноличенные в бетон, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости конструкции.

6.4.9 Соединение отопительных приборов «на сцепке» возможно в пределах одного помещения. Отопительные приборы гардеробных, коридоров, уборных, кладовых разрешается присоединять «на сцепке» к приборам соседних помещений.

6.4.10 Отопительные приборы небольших отдельных помещений для мастеров, кладовых, помещений отдела технического контроля и т. п. в производственных зданиях разрешается присоединять к транзитным трубопроводам по однотрубной схеме.

6.4.11 Разностороннее присоединение трубопроводов следует предусматривать при длине радиатора более 2,0 м (более 1,5 м – в системах с естественной циркуляцией), а также к радиаторам, соединенным «на сцепке», при количестве их более двух. Для других нагревательных приборов разностороннее присоединение трубопроводов следует предусматривать с учетом требований заводов-изготовителей.

6.4.12 Отопительные приборы на лестничных клетках следует, как правило, размещать на первом этаже, а на лестничных клетках, разделенных на отсеки, – в каждом из отсеков с учетом требований ТКП 45-2.02-315. В зданиях лечебных организаций отопительные приборы на лестничных клетках следует устанавливать, как правило, на каждом этаже.

Отопительные приборы не следует размещать в отсеках тамбуров, имеющих наружные двери.

Отопительные приборы на лестничной клетке следует присоединять к отдельным ветвям или стоякам систем отопления.

6.4.13 В ваннах и душевых помещениях при отсутствии централизованного горячего водоснабжения полотенцесушители разрешается присоединять к системе отопления.

6.4.14 В электропомещениях и машинных помещениях лифтов при техническом обосновании возможно применение электрических нагревательных приборов в соответствии с СН 4.04.01.

6.4.15 В помещениях для наполнения и хранения баллонов со сжатым или сжиженным газом, а также в помещениях складов категорий А, Б, В1–В3 и помещениях хранения с пожарной нагрузкой более 2000 МДж или в местах, отведенных в цехах для складирования материалов групп горючести Г3, Г4, отопительные приборы следует ограждать экранами из негорючих материалов, предусматривая доступ к приборам для их очистки.

В помещениях с выделением горючей пыли экраны следует устанавливать на расстоянии не менее 100 мм (в свету) от приборов отопления.

6.4.16 Декоративные экраны (решетки) разрешается предусматривать для отопительных приборов (кроме конвекторов с кожухами) в общественных зданиях с учетом доступа к отопительным приборам для их очистки. Экран не должен примыкать к поверхности пола, зазор должен быть не менее 120 мм. Номинальный тепловой поток открыто установленного отопительного прибора при применении экрана (решетки) не должен снижаться более чем на 10 %.

6.4.17 Не менее чем у 50 % отопительных приборов, устанавливаемых в одном помещении, следует предусматривать регуливающую арматуру, за исключением приборов в помещениях, где имеется опасность замерзания теплоносителя.

В жилых, общественных, административных и бытовых зданиях у отопительных приборов следует устанавливать автоматические терморегуляторы. При применении

декоративных экранов терморегуляторы должны иметь термоголовку с выносным датчиком. Потери давления на автоматическом терморегуляторе во всех режимах его эксплуатации (расчетном, закрытом и полностью открытом) следует обеспечивать не более 20 кПа.

Для систем дежурного отопления, поддерживающих минимальную температуру внутреннего воздуха не выше 5 °С, регулирование теплоотдачи поверхности нагревательных приборов предусматривать не следует.

6.4.18 Регулирующую арматуру для отопительных приборов однотрубных систем отопления следует принимать с минимальным гидравлическим сопротивлением, а для приборов двухтрубных систем – с повышенным гидравлическим сопротивлением.

Подбор регулирующей арматуры следует производить по значению пропускной способности.

6.4.19 Запорную арматуру следует предусматривать:

а) для отключения и спуска воды из отдельных колец, ветвей и стояков систем отопления;

б) для конденсатоотводчиков и автоматически или дистанционно управляемых клапанов. Для другого оборудования запорную арматуру следует предусматривать при технико-экономическом обосновании;

в) для отключения части или всех отопительных приборов в помещениях, в которых отопление используется периодически или частично.

Запорную арматуру разрешается не предусматривать на стояках в зданиях с числом этажей три и менее.

6.4.20 В вертикальной системе на стояках, а в горизонтальной – на ветках следует обеспечивать соответствующими автоматическими (балансировочными) клапанами один из следующих видов автоматического регулирования параметров теплоносителя:

а) стабилизация перепада давления с или без ограничения максимального расхода теплоносителя в системе с переменным гидравлическим режимом (двухтрубная);

б) стабилизация расхода в системе с постоянным гидравлическим режимом (однотрубная, двухтрубная);

в) ограничение максимального расхода со стабилизацией или с регулировкой температуры теплоносителя на выходе из стояка или ветки в системе с переменным гидравлическим режимом, которая имеет замыкающие или обводные участки в узлах обвязки отопительных приборов.

Регулирующую арматуру, указанную в перечислениях а), б), в), разрешается не предусматривать в системах:

- многоквартирного жилого здания;
- с одной веткой или одним стояком.

6.5 Печное отопление

6.5.1 Печное отопление разрешается предусматривать в зданиях в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1

Здания	Количество этажей, не более	Количество мест, не более
Жилые, административные	2	–
Общежития, бани	1	25
Поликлиники, спортивные, предприятия бытового обслуживания населения (кроме домов быта, комбинатов обслуживания), предприятия связи, а также помещения категорий Г1, Г2 и Д площадью не более 500 м ²	1	–
Клубы	1	100
Общеобразовательные школы без спальных корпусов	1	80

Детские дошкольные учреждения с дневным пребыванием детей, предприятия общественного питания и транспорта	1	50
<i>Примечание</i> – Этажность зданий следует принимать без учета цокольного этажа. Печное отопление в указанных зданиях разрешается при отсутствии тепловых сетей в населенном пункте или при технико-экономическом обосновании.		

Применение печного отопления в городах и населенных пунктах городского типа разрешается при соответствующем обосновании.

Для помещений категорий А, Б, В1–В3 применять печное отопление не допускается.

6.5.2 В зданиях с печным отоплением не допускается:

а) устройство вытяжной вентиляции с искусственным побуждением, не компенсированной притоком с искусственным побуждением;

б) отвод дыма в вентиляционные каналы и установка вентиляционных решеток на дымовых каналах.

6.5.3 Печи следует размещать у внутренних стен и перегородок из негорючих материалов, предусматривая использование их для размещения дымовых каналов.

При отсутствии стен, в которых могут быть размещены дымовые каналы, для отвода дыма следует применять насадные или коренные дымовые трубы.

6.5.4 Сечение дымовых труб (дымовых каналов) в зависимости от тепловой мощности печи следует принимать, мм, не менее:

140 x 140 – при тепловой мощности печи, кВт до 3,5;

140 x 200 – то же от 3,5 » 5,2;

140 x 270 – » » 5,2 » 7,0.

Площадь сечения круглых дымовых каналов должна быть не менее площади указанных прямоугольных каналов.

6.5.5 На дымовых каналах печей, работающих на дровах, следует предусматривать установку двух плотных задвижек последовательно, а на каналах печей, работающих на угле или торфе, – одной задвижки с отверстием в ней диаметром 15 мм.

6.5.6 Высоту дымовых труб, считая от колосниковой решетки до устья, следует принимать не менее 5 м.

Высоту дымовых труб, размещаемых на расстоянии, равном или большем высоты сплошной конструкции, выступающей над кровлей, следует принимать:

– не менее 500 мм – над плоской кровлей; над коньком кровли или парапетом – при расположении дымовой трубы на расстоянии до 1,5 м от конька или парапета;

– не ниже конька кровли или парапета – при расположении дымовой трубы на расстоянии от 1,5 до 3,0 м включ. от конька или парапета;

– не ниже линии, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту, – при расположении дымовой трубы от конька на расстоянии более 3 м.

Дымовые трубы следует выводить выше кровли более высоких зданий, пристроенных к зданию с печным отоплением.

Высоту вытяжных вентиляционных каналов, расположенных рядом с дымовыми трубами, следует принимать равной высоте труб.

6.5.7 Дымовые трубы следует проектировать вертикальными, без уступов из изделий и материалов, конструктивно обеспечивающих безопасную эксплуатацию, техническое обслуживание и эффективное удаление продуктов горения.

Разрешается принимать отклонения труб под углом до 30° к вертикали с относом не более 1 м; наклонные участки должны быть гладкими, постоянного сечения площадью не менее площади поперечного сечения вертикальных участков.

6.5.8 Устья кирпичных дымовых труб на высоту 0,2 м следует защищать от атмосферных осадков. Устройство зонтов, дефлекторов и других насадок на дымовых трубах не допускается.

6.5.9 Расстояние от наружных поверхностей кирпичных или бетонных дымовых труб до стропил, обрешеток и других деталей кровли из горючих материалов следует предусматривать (в свету) не менее 130 мм, для дымовых труб из других материалов – принимать в соответствии с рекомендациями производителей и результатами испытаний.

Пространство между дымовыми трубами и конструкциями кровли из горючих материалов следует перекрывать негорючими кровельными материалами.

6.5.10 Для присоединения печей к дымовым трубам допускается предусматривать патрубки длиной не более 0,4 м при условиях:

а) расстояние от верха патрубка до потолка из горючих материалов групп горючести Г2 и Г3 должно быть не менее 0,5 м при отсутствии защиты потолка от возгорания и не менее 0,4 м – при наличии защиты;

б) расстояние от низа патрубка до пола из горючих материалов должно быть не менее 0,14 м.

Для патрубков следует применять негорючие материалы, обеспечивая предел огнестойкости не менее EI 45.

6.5.11 Разделки печей и труб, установленных в проемах стен и перегородок из горючих материалов, следует предусматривать на всю высоту печи или дымовой трубы в пределах помещения. При этом толщину разделки следует принимать не менее толщины указанной стены или перегородки.

6.5.12 Зазоры между перекрытиями, стенами, перегородками и разделками следует предусматривать с заполнением негорючими материалами.

6.5.13 Отступку следует принимать в соответствии с таблицей С.1 (приложение С), а для печей заводского изготовления – по документации производителя.

6.5.14 Конструкции зданий следует защищать от возгорания:

а) пол из горючих материалов под топочной дверкой – негорючим листовым или плитным материалом размерами 700х500 мм, располагаемым длинной его стороной вдоль печи;

б) стену или перегородку из горючих материалов, примыкающую под углом к фронту печи, – штукатуркой толщиной 25 мм по металлической сетке или негорючим листовым или плитным материалом по негорючему утеплителю толщиной 10 мм от пола до уровня на 250 мм выше верха топочной дверки.

Расстояние от топочной дверки до противоположной стены следует принимать не менее 250 мм.

6.5.15 Для присоединения печей к дымовым трубам предусматривают патрубки длиной не более 0,4 м при условиях:

а) расстояние от верха патрубка до потолка из горючих материалов групп горючести Г2 и Г3 должно быть не менее 0,5 м при отсутствии защиты потолка от возгорания и не менее 0,4 м – при наличии защиты;

б) расстояние от низа патрубка до пола из горючих материалов должно быть не менее 0,14 м.

Для патрубков следует применять негорючие материалы, обеспечивая предел огнестойкости не менее EI 45.

7 Вентиляция, кондиционирование воздуха и воздушное отопление

7.1 Общие положения

7.1.1 Вентиляцию следует предусматривать для обеспечения допустимых параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах).

7.1.2 Кондиционирование воздуха следует предусматривать для обеспечения нормируемых параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещения или отдельных его участков.

Кондиционирование воздуха следует принимать:

а) для обеспечения параметров микроклимата, требуемых для технологического процесса, – при экономическом обосновании, по заданию на проектирование или в соответствии с требованиями ТНПА;

б) для обеспечения параметров микроклимата в пределах оптимальных норм (или отдельных параметров) – по заданию на проектирование;

в) для обеспечения параметров микроклимата в пределах допустимых норм, если они не могут быть обеспечены вентиляцией в теплый период года без применения искусственного охлаждения воздуха, – при экономическом обосновании или по заданию на проектирование.

7.1.3 Вентиляцию с искусственным побуждением следует предусматривать:

а) если параметры микроклимата и чистота воздуха не могут быть обеспечены вентиляцией с естественным побуждением;

б) для помещений без проветривания.

Разрешается проектировать смешанную вентиляцию с частичным использованием естественного побуждения для притока или удаления воздуха.

7.1.4 Периодически действующую вентиляцию с естественным побуждением (проветривание) через открывающиеся форточки, фрамуги, а также окна с поворотно-откидным открыванием створок разрешается предусматривать в общественных, административных и бытовых зданиях для помещений:

а) предназначенных для периодической работы или передвижения людей (в технических этажах, переходных галереях и т. п.);

б) при объеме помещения 40 м^3 на 1 чел.

7.1.5 Вентиляцию с искусственным побуждением и охлаждением или без охлаждения воздуха следует предусматривать для кабин кранов в помещениях с избытком теплоты более 23 Вт/м^3 или при облучении крановщика тепловым потоком с поверхностной плотностью более 140 Вт/м^2 .

Если в воздухе, окружающем кабину крановщика, концентрация вредных веществ превышает ПДК, то вентиляцию следует предусматривать наружным воздухом.

7.1.6 В тамбуры-шлюзы помещений категорий А и Б с выделением газов или паров, а также помещений с выделением вредных газов или паров 1-го и 2-го классов опасности следует круглосуточно и круглогодично предусматривать подачу наружного воздуха.

7.1.7 Приточно-вытяжную или вытяжную вентиляцию с искусственным побуждением следует предусматривать для приемков глубиной $0,5 \text{ м}$ и более, а также для смотровых каналов, требующих ежедневного обслуживания и расположенных в помещениях категорий А и Б или в помещениях, в которых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли удельным весом более удельного веса воздуха.

7.1.8 Потолочные вентиляторы и вентиляторы-вееры (кроме применяемых для душирования рабочих мест) следует предусматривать дополнительно к системам приточной вентиляции для периодического увеличения скорости движения воздуха в теплый период года выше допустимой согласно ГОСТ 30494 и ГОСТ 12.1.005, но не более чем на $0,3 \text{ м/с}$ на рабочих местах или отдельных участках помещений:

а) общественных, административных, бытовых и производственных зданий – по заданию на проектирование;

б) на постоянных рабочих местах – при облучении лучистым тепловым потоком поверхностной плотностью более 140 Вт/м^2 .

7.1.9 Воздушное душирование наружным воздухом постоянных рабочих мест следует предусматривать в соответствии с требованиями технологической части проекта:

а) при облучении лучистым тепловым потоком поверхностной плотностью 140 Вт/м^2 и более;

б) при открытых технологических процессах, сопровождающихся выделением вредных веществ, и невозможности устройства укрытия или местной вытяжной вентиляции, предусматривая меры, предотвращающие распространение вредных выделений на постоянные рабочие места.

В плавильных, литейных, прокатных и других горячих цехах разрешается душирование рабочих мест внутренним воздухом аэрируемых пролетов этих цехов с охлаждением или без охлаждения воздуха водой.

Отсекающие воздушные завесы следует предусматривать для предотвращения распространения вредных веществ:

- на постоянные рабочие места при открытых технологических процессах, сопровождающихся выделением вредных веществ, и невозможности устройства укрытия или местной вытяжной вентиляции;

- между помещениями, в одном из которых выделяются вредные вещества.

7.1.10 Воздушное отопление следует предусматривать для помещений, указанных в приложении Ж, определяя расход воздуха в соответствии с приложением Н.

Температуру воздуха на выходе из воздухораспределителей следует рассчитывать с учетом требований 5.10, но принимать не менее чем на 20 % ниже температуры самовоспламенения газов, паров, аэрозолей и пыли, выделяющихся в помещении.

7.1.11 При нагревании воздуха в приточных и рециркуляционных установках, размещаемых в обслуживаемом помещении, следует принимать температуру теплоносителя (воды, пара и др.) воздухонагревателей и теплоотдающих поверхностей электровоздухонагревателей, а также газовых воздухонагревателей в соответствии с категорией помещений для вентиляционного оборудования, категорией или назначением помещения, в котором размещены указанные установки, но не выше указанной в приложении Ж.

7.1.12 Очистку воздуха от пыли в системах с искусственным побуждением следует проектировать так, чтобы содержание пыли в подаваемом воздухе не превышало:

- а) ПДК в атмосферном воздухе населенных пунктов – при подаче воздуха в помещения жилых и общественных зданий прямоточными системами вентиляции и кондиционирования воздуха и в соответствии с требованиями 5.12, перечисление б), – при применении рециркуляции;

- б) значений, указанных в 5.12, перечисление а), – при подаче воздуха в помещения производственных, административных и бытовых зданий;

- в) 30 % ПДК в воздухе рабочей зоны с частицами пыли размером не более 10 мкм – при подаче воздуха в кабины крановщиков, пульты управления, зону дыхания работающих, а также при воздушном душировании;

- г) допустимых концентраций по техническим условиям на вентиляционное оборудование.

7.2 Системы

7.2.1 Системы местных отсосов следует проектировать так, чтобы концентрация удаляемых горючих газов, паров, аэрозолей и пыли в воздухе не превышала 50 % нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПРП) при температуре удаляемой смеси.

7.2.2 Системы общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха с автоматическим регулированием расхода воздуха в зависимости от изменения избытков теплоты, влаги или вредных веществ, поступающих в помещения, следует проектировать по заданию на проектирование.

7.2.3 Системы приточной вентиляции с искусственным побуждением для производственных помещений, работа в которых производится более 8 ч в сутки, как правило, следует совмещать с воздушным отоплением.

7.2.4 Системы воздушного отопления или воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией, при отсутствии других систем отопления, следует предусматривать:

- с резервными циркуляционными насосами для воздухонагревателей и резервными вентиляторами (или электродвигателями для вентиляторов) для приточных установок;

- не менее чем с двумя отопительными агрегатами для каждого обслуживаемого помещения, один из которых может выполнять функцию резервного.

7.2.5 Системы кондиционирования и общеобменной вентиляции для производственных, административных и бытовых помещений (с постоянным

пробытием людей) без проветривания следует предусматривать с резервными вентиляторами (или резервными электродвигателями вентиляторов) для приточных и вытяжных установок или не менее чем с двумя приточными и двумя вытяжными установками с расходом воздуха каждой не менее 50 % требуемого воздухообмена.

Разрешается предусматривать одну приточную и одну вытяжную системы с резервными вентиляторами.

Для указанных помещений, соединенных открывающимися проемами со смежными помещениями той же категории взрывопожароопасности и с выделением аналогичных вредных веществ, возможно применение приточных систем без резервного вентилятора, а вытяжных – с резервным вентилятором.

7.2.6 Системы кондиционирования воздуха, предназначенные для круглосуточного и круглогодичного обеспечения требуемых параметров воздуха в помещениях, следует предусматривать не менее чем с двумя кондиционерами. При выходе из строя одного из кондиционеров необходимо обеспечить не менее 50 % требуемого воздухообмена, но не менее требуемого для обеспечения санитарных норм или норм взрывопожаробезопасности и заданную температуру в холодный период года; при наличии технологических требований к постоянству заданных параметров воздуха в помещении или по заданию на проектирование следует предусматривать установку резервных кондиционеров или вентиляторов, насосов для поддержания требуемых параметров.

7.2.7 Системы местных отсосов вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности следует предусматривать с одним резервным вентилятором для каждой системы или для двух систем в пределах одного помещения, если при остановке вентилятора не может быть остановлено технологическое оборудование и концентрация вредных веществ в помещении превысит ПДК в течение рабочей смены.

Резервный вентилятор разрешается не предусматривать, если снижение концентрации вредных веществ до ПДК может быть достигнуто предусмотренной аварийной вентиляцией, автоматически включаемой в соответствии с 11.12, перечисление е).

7.2.8 Системы вытяжной общеобменной вентиляции с искусственным побуждением для помещений категорий А и Б следует предусматривать с одним резервным вентилятором (для каждой системы или для нескольких систем), обеспечивающим расход воздуха, необходимый для поддержания в помещениях концентрации горючих газов, паров или пыли, не превышающей 0,1 нижнего концентрационного предела распространения пламени по газо-, паро- и пылевоздушным смесям.

Резервный вентилятор не следует предусматривать:

а) если при остановке системы общеобменной вентиляции может быть остановлено связанное с ней технологическое оборудование и прекращено выделение горючих газов и паров;

б) если в помещении предусмотрена аварийная вентиляция с расходом воздуха не менее необходимого для обеспечения концентрации горючих газов и паров, не превышающей 10 % НКПРП по газо-, паро- и пылевоздушным смесям.

Если резервный вентилятор в соответствии с перечислениями а) и б) не установлен, то следует предусматривать включение аварийной сигнализации в соответствии с 11.8.

Системы местных отсосов взрывоопасных смесей следует предусматривать с одним резервным вентилятором (в том числе для эжекторных установок) для каждой системы или для двух систем в пределах одного помещения, если при остановке вентилятора не может быть остановлено технологическое оборудование и концентрация горючих газов, паров и пыли превысит 10 % НКПРП. Резервный вентилятор разрешается не предусматривать, если снижение концентрации горючих веществ в воздухе помещения до 10 % НКПРП может быть обеспечено предусмотренной системой аварийной вентиляции, автоматически включаемой в соответствии с 11.12, перечисление е).

7.2.9 Системы вытяжной вентиляции с естественным побуждением для жилых, общественных, административных и бытовых зданий следует рассчитывать на разность

удельных весов наружного воздуха при температуре 5 °С и внутреннего воздуха при расчетных параметрах для холодного периода года.

Системы вентиляции с естественным побуждением для производственных помещений следует рассчитывать:

а) на разность удельных весов внутреннего и наружного воздуха по расчетным параметрам переходного периода года для всех отапливаемых помещений, а для помещений с избытком теплоты – по расчетным параметрам теплого времени года;

б) на действие ветра скоростью 1 м/с – в теплый период года для помещений без избытка теплоты.

При проектировании вентиляции с естественным побуждением в разновысотных частях зданий необходимо предусматривать мероприятия, исключая влияние гравитационного давления высокой части здания на низкую.

Недопустимо расположение устья шахт вытяжной вентиляции с естественным побуждением низкой части здания в зоне аэродинамической тени от высокой части здания.

Высоту вытяжных шахт, размещаемых на расстоянии, равном или большем высоты сплошной конструкции, выступающей над кровлей, следует принимать:

– не менее 500 мм – над плоской кровлей; над коньком кровли или парапетом – при расположении устья шахты на расстоянии до 1,5 м от конька или парапета;

– не ниже конька кровли или парапета – при расположении устья шахты на расстоянии от 1,5 до 3,0 м от конька или парапета;

– не ниже линии, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту, – при расположении устья шахты от конька на расстоянии более 3 м.

Для возмещения количества воздуха, удаляемого системами вытяжной вентиляции, в том числе с естественным побуждением, необходимо обеспечивать приток требуемого объема воздуха.

7.2.10 Системы воздушного отопления для производственных помещений следует проектировать с учетом возмещения потерь теплоты в соответствии с 6.4.7, подавая воздух под световые проемы у постоянных рабочих мест, если под этими проемами не могут быть размещены отопительные приборы.

7.2.11 Системы вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления (далее – системы вентиляции) следует предусматривать отдельными для каждой группы помещений, размещенных в пределах одного пожарного отсека.

Помещения одной категории по взрывопожарной опасности, не разделенные противопожарными преградами, а также имеющие открытые проемы в другие помещения общей площадью более 1 м², разрешается рассматривать как одно помещение.

7.2.12 Системы вентиляции необходимо предусматривать отдельными для следующих групп помещений:

а) жилых;

б) общественных, административных и производственных – категории Д (в любых сочетаниях);

в) производственных – одной из категорий: А или Б, размещенных не более чем на трех этажах;

г) производственных – одной из категорий: В4, Г1, Г2 или Д;

д) складов или кладовых – одной из категорий: А, Б или В1–В4, размещенных не более чем на трех этажах;

е) категорий А, Б и В1–В4 в любых сочетаниях и складов категорий А, Б и В1–В4 в любых сочетаниях общей площадью не более 1100 м², если помещения размещены в отдельном одноэтажном здании и имеют двери только непосредственно наружу;

ж) производственных категорий В4, Г1, Г2 и Д и складов категории Д;

и) производственных категорий В1, В2 и В3 в любых сочетаниях;

к) бытовых в административно-бытовых зданиях производственных предприятий (кроме санитарных узлов, душевых, прачечных, сушилки спецодежды и других помещений аналогичного назначения).

7.2.13 Допускается соединять в одну систему системы вентиляции следующих групп помещений, присоединяя к одной группе помещения другой группы общей площадью не более 200 м²:

а) жилых и административных или общественных (с учетом требований ТНПА) – при условии установки противопожарного клапана на сборном воздуховоде присоединяемой группы помещений другого назначения;

б) производственных – категорий В4, Г1, Г2, Д и административных или бытовых при условии установки противопожарного клапана на ответвлениях к помещениям категорий Г1, Г2;

в) производственных – категорий А, Б или В1–В3 и производственных любых категорий (кроме систем, указанных в 7.2.16), в том числе складов и кладовых (или помещений другого назначения, кроме жилых и помещений с массовым пребыванием людей), – при условии установки противопожарного клапана на сборном воздуховоде присоединяемой группы помещений другого назначения;

г) административных и бытовых (кроме санитарных узлов, курительных и душевых) – при условии установки противопожарного клапана на сборном воздуховоде присоединяемой группы помещений другого назначения.

К основной группе помещений следует относить группы помещений, общая площадь которых больше общей площади присоединяемых помещений.

7.2.14 Отдельные системы вентиляции для одного помещения проектируют при обосновании.

7.2.15 Системы местных отсосов вредных веществ или взрывопожароопасных смесей следует проектировать отдельными от системы общеобменной вентиляции, соблюдая требования 7.2.1.

К круглосуточно работающей системе общеобменной вытяжной вентиляции, оборудованной резервным вентилятором, разрешается присоединять местные отсосы вредных веществ в пределах одного помещения, если не требуется очистка воздуха от них.

Общую систему вытяжной общеобменной вентиляции и местных отсосов разрешается предусматривать:

а) для кладовой категории А для хранения оперативного запаса исследуемых веществ;

б) для одного лабораторного помещения категории В2–В4, Г1, Г2 или Д, если в оборудовании, снабженном местными отсосами, не образуются взрывоопасные смеси.

7.2.16 Системы общеобменной вытяжной вентиляции для помещений категорий В1–В4, Г1, Г2, Д, удаляющие воздух из 5-метровой зоны вокруг оборудования, содержащего горючие вещества, которые могут образовывать в этой зоне взрывопожароопасные смеси, следует предусматривать отдельными от других систем этих помещений.

7.2.17 Системы воздушного душирования для подачи воздуха на рабочие места, облучаемые тепловым потоком, следует проектировать отдельными от систем другого назначения.

7.2.18 Системы для круглосуточной и круглогодичной подачи наружного воздуха в один тамбур-шлюз или группу тамбуров-шлюзов помещений категорий А и Б следует проектировать отдельными от систем другого назначения, предусматривая резервный вентилятор.

Системы для подачи воздуха в тамбуры-шлюзы другого назначения следует предусматривать общими с системами помещений, защищаемых этими тамбурами-шлюзами.

7.2.19 Системы местных отсосов следует предусматривать отдельными для веществ, соединение которых может образовать взрывоопасную смесь или создать более опасные и вредные вещества. В технологической части проекта должна быть определена возможность объединения местных отсосов горючих и вредных веществ в общие системы.

7.2.20 Систему общеобменной вытяжной вентиляции помещений складов категорий А, Б и В1–В3 с выделениями горючих газов и паров следует предусматривать с искусственным побуждением. Разрешается предусматривать такие системы с естественным побуждением, если выделяемые газы и пары легче воздуха и требуемый воздухообмен не превышает однократного в 1 ч, предусматривая удаление воздуха только из верхней зоны. Для помещений складов категорий А и Б вместимостью более 10 т необходимо предусматривать резервную систему вытяжной вентиляции с искусственным побуждением на требуемый воздухообмен, размещая дистанционное управление системой при входе.

7.2.21 Системы общеобменной вытяжной вентиляции из помещений складов с выделением вредных газов и паров следует предусматривать с искусственным побуждением. Разрешается предусматривать такие системы с естественным побуждением при выделении вредных газов и паров 3-го и 4-го классов опасности, если они легче воздуха, или предусматривать резервную систему вытяжной вентиляции с искусственным побуждением на требуемый воздухообмен, размещая дистанционное управление системой при входе.

7.2.22 Системы местных отсосов горючих веществ, оседающих или конденсирующихся в воздуховодах или вентиляционном оборудовании, следует проектировать отдельными для каждой единицы оборудования или, при обосновании, общими для одного помещения.

7.2.23 Системы общеобменной вытяжной вентиляции для производственных помещений категорий А и Б следует предусматривать с искусственным побуждением. Разрешается предусматривать такие системы с естественным побуждением при обеспечении требований 7.5.9 и работоспособности при безветрии в теплый период года.

7.2.24 Возможно использование системы общеобменной вентиляции помещений для вентиляции приемков и смотровых канав, расположенных в этих помещениях.

7.3 Приемные устройства наружного воздуха

7.3.1 Приемные устройства, а также открываемые окна и проемы, используемые для приточной вентиляции с естественным побуждением, следует размещать согласно требованиям 5.12, 12.1.

7.3.2 Приемные устройства наружного воздуха не допускается размещать: на расстоянии менее 8 м по горизонтали от мест сбора мусора, зон парковки для трех и более автомобилей, погрузочно-разгрузочных зон, систем испарительного охлаждения, верхних частей дымовых труб, мест выброса вытяжного воздуха систем канализации и мест с выделениями других загрязнений или запахов.

Приемные устройства наружного воздуха в зданиях, расположенных на улицах и дорогах с интенсивным движением, следует располагать в верхней части здания, или на кровле, или с противоположной (от проезжей части) стороны здания.

Приемные устройства наружного воздуха при размещении на кровле или на южном фасаде здания следует защищать от перегрева воздуха в теплый период года с учетом повышения температуры наружного воздуха по сравнению с установленной в 5.14–5.16 на 5 °С.

7.3.3 Низ отверстия приемного устройства должен быть на 2 м выше уровня земли (кроме систем противодымной вентиляции) и не менее чем на 1 м выше уровня устойчивого снегового покрова. Высота устойчивого снегового покрова определяется по данным метеорологических служб или расчетом.

Защиту приемных устройств от загрязнения взвешенными примесями растительного происхождения следует предусматривать при наличии указаний в задании на проектирование.

7.3.4 Общие приемные устройства наружного воздуха не следует проектировать для оборудования приточных систем, которые не допускается размещать в одном помещении и для систем противодымной приточной вентиляции.

Общие приемные устройства наружного воздуха не следует предусматривать для приточных систем общеобменной вентиляции, обслуживающих разные пожарные отсеки. Расстояние по горизонтали и по вертикали между приемными устройствами, расположенными в смежных пожарных отсеках, должно быть не менее 3 м.

При обосновании общие приемные устройства для систем, обслуживающих разные пожарные отсеки, разрешается предусматривать для систем общеобменной вентиляции, включая подземные автостоянки (кроме систем, обслуживающих помещения категорий А, Б и В1, склады категорий А, Б, В1 и В2, а также помещения с оборудованием систем местных отсосов взрывоопасных смесей и систем по 7.2.13), при условии установки противопожарных клапанов с пределом огнестойкости согласно ТКП 45-2.02-315:

а) на воздуховодах приточных систем общеобменной вентиляции в местах пересечения ими ограждений помещения для вентиляционного оборудования, если установки указанных систем размещаются в общем помещении;

б) перед клапанами наружного воздуха всех приточных установок, размещаемых в разных помещениях для вентиляционного оборудования.

7.4 Расход приточного воздуха

7.4.1 Расход приточного воздуха (наружного или смеси наружного и рециркуляционного) следует определять расчетом в соответствии с приложением Н и принимать большую из величин, необходимую для обеспечения санитарных норм или норм взрывопожаробезопасности.

7.4.2 Расход наружного воздуха в помещении следует определять по расходу воздуха, удаляемого наружу системами вытяжной вентиляции и технологическим оборудованием, с учетом нормируемого дисбаланса, но не менее расхода, установленного в приложении П.

Для помещений общественных зданий разрешается не предусматривать приток наружного воздуха на возмещение вытяжки, удаляемой системами местных отсосов при суммарном времени работы местных отсосов, установленных в одном помещении, не более 1,5 ч в смену. Время работы местных отсосов необходимо предусматривать в соответствии с требованиями технологической части проекта.

7.4.3 Расход воздуха, подаваемого в тамбуры-шлюзы в соответствии с 7.1.6 и 7.2.18, следует принимать из расчета создания и поддержания в них избыточного давления 20 Па (при закрытых дверях) по отношению к давлению в помещении, для которого предназначен тамбур-шлюз, учитывая разность давления между помещениями, разделяемыми тамбуром-шлюзом. Расход воздуха, подаваемого в тамбур-шлюз, должен быть не менее 250 м³/ч. Расход воздуха, подаваемого в машинное отделение лифтов в зданиях категорий А и Б, следует определять расчетом для создания давления на 20 Па выше давления примыкающей части лифтовой шахты. Разность давления воздуха в тамбуре-шлюзе (в машинном отделении лифтов) и примыкающем помещении не должна превышать 50 Па.

7.4.4 Расход приточного воздуха в теплый период года для помещений с избытком теплоты следует определять, принимая при обосновании:

а) прямое или косвенное испарительное охлаждение наружного воздуха;

б) доувлажнение воздуха в помещениях, в которых по условиям выполнения работ требуется высокая влажность воздуха.

7.4.5 Рециркуляцию воздуха следует предусматривать с переменным расходом в зависимости от изменения параметров наружного и внутреннего воздуха.

7.4.6 Рециркуляция воздуха не допускается:

а) из помещений, в которых максимальный расход наружного воздуха определяется массой выделяемых вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности;

б) из помещений, в воздухе которых имеются болезнетворные бактерии и грибки, концентрация которых превышает нормы, устанавливаемые [3], или из помещений с резко выраженными неприятными запахами;

в) из помещений, в которых имеются вредные вещества, возгоняемые при соприкосновении с нагретыми поверхностями воздухонагревателей, если перед воздухонагревателем не предусмотрена очистка воздуха;

г) из помещений категорий А и Б (кроме воздушных и воздушно-тепловых завес у наружных ворот и дверей);

д) из 5-метровых зон вокруг оборудования, расположенного в помещениях категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д, если в этих зонах могут образовываться взрывоопасные смеси из горючих газов, паров, аэрозолей с воздухом;

е) из систем местных отсосов вредных веществ и взрывоопасных смесей с воздухом;

ж) из тамбуров-шлюзов.

Рециркуляция воздуха разрешается из систем местных отсосов пылевоздушных смесей (кроме взрывоопасных пылевоздушных смесей) после их очистки от пыли.

7.4.7 Рециркуляция воздуха ограничивается:

– пределами одной квартиры, номера в гостинице или дома, занимаемого одной семьей;

– пределами одного или нескольких помещений, в которых выделяются одинаковые вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности, кроме помещений, приведенных в 7.4.6, перечисление а).

Полная или частичная рециркуляция воздуха разрешается из систем местных отсосов (систем аспирации) после очистки пылевоздушной смеси. При этом концентрация примесей в возвращаемом в рабочую зону воздухе не должна превышать 80 % ПДК рабочей зоны.

7.5 Организация воздухообмена

7.5.1 Распределение приточного воздуха и удаление воздуха из помещений общественных, административных, бытовых и производственных зданий следует предусматривать с учетом режима использования указанных помещений и отдельных зон в них в течение суток или года, а также с учетом переменных поступлений теплоты, влаги и вредных веществ.

7.5.2 Приточный воздух следует подавать, как правило, непосредственно в помещение с постоянным пребыванием людей.

Часть приточного воздуха, предназначенного для общественных помещений и бытовых помещений административных и бытовых зданий производственных предприятий, разрешается подавать в коридоры или смежные помещения, компенсируя удаляемый воздух для помещений, в которых воздухообмен установлен только по вытяжке.

7.5.3 Для помещений категорий А и Б, а также для производственных помещений, в которых выделяются вредные вещества или присутствуют резко выраженные неприятные запахи, следует предусматривать отрицательный дисбаланс, кроме «чистых» помещений, в которых необходимо поддерживать избыточное давление воздуха.

Для помещений с кондиционированием воздуха следует предусматривать положительный дисбаланс, если в них отсутствуют выделения вредных и взрывоопасных газов, паров и аэрозолей или резко выраженные неприятные запахи.

Расход воздуха для обеспечения дисбаланса при отсутствии тамбура-шлюза определяется из расчета создания разности давления не менее 10 Па по отношению к давлению в защищаемом помещении (при закрытых дверях), но не менее 100 м³/ч на каждую дверь защищаемого помещения. При наличии тамбура-шлюза расход воздуха для обеспечения дисбаланса принимается равным расходу, подаваемому в тамбур-шлюз.

7.5.4 В общественных, административных, бытовых и производственных зданиях, оборудованных системами вентиляции с искусственным побуждением, в холодный период года следует обеспечивать баланс между расходом приточного и вытяжного воздуха.

В производственных зданиях в холодный период года разрешается при технико-экономическом обосновании отрицательный дисбаланс в объеме не более однократного воздухообмена в 1 ч в помещениях высотой 6 м и менее и из расчета $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 пола в помещениях высотой более 6 м.

7.5.5 Приточный воздух следует направлять так, чтобы он не поступал через зоны с большим загрязнением в зоны с меньшим загрязнением и не нарушал работы местных отсосов.

7.5.6 В производственные помещения приточный воздух следует подавать в рабочую зону из воздухораспределителей:

а) горизонтальными струями, выпускаемыми в пределах или выше рабочей зоны, в том числе при вихревой вентиляции;

б) наклонными (вниз) струями, выпускаемыми на высоте 2 м и более от пола;

в) вертикальными струями, выпускаемыми на высоте 4 м и более от пола.

При незначительных избытках теплоты приточный воздух в производственные помещения разрешается подавать из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне, струями: вертикальными, направленными сверху вниз, горизонтальными или наклонными (вниз).

7.5.7 В помещениях со значительными влаговыведениями при тепловлажностном отношении 4000 кДж/кг и менее следует, как правило, подавать часть приточного воздуха в зоны конденсации влаги на ограждающих конструкциях здания.

В помещениях с выделениями пыли приточный воздух следует, как правило, подавать струями с малыми скоростями, направленными сверху вниз из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне. Схему вентиляции в помещениях с выделениями пыли следует предусматривать таким образом, чтобы воздушными потоками исключить витание частиц пыли в рабочей зоне.

В помещениях различного назначения, в которых отсутствуют выделения пыли, приточный воздух разрешается подавать струями, направленными снизу вверх из воздухораспределителей, расположенных в обслуживаемой или рабочей зоне.

В помещениях жилых, общественных, административных и бытовых зданий приточный воздух следует подавать, как правило, из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне.

7.5.8 Приточный воздух следует подавать на постоянные рабочие места, если они находятся у источников вредных выделений, не имеющих местных отсосов.

7.5.9 Удаление воздуха из помещений системами вентиляции следует предусматривать из зон, в которых воздух наиболее загрязнен или имеет наиболее высокую температуру или энтальпию. При выделении пыли и аэрозолей удаление воздуха системами общеобменной вентиляции следует предусматривать из нижней зоны.

Загрязненный воздух не следует направлять через зону дыхания людей в местах их постоянного пребывания.

Приемные устройства рециркуляционного воздуха следует размещать в рабочей или обслуживаемой зоне помещения. При обосновании разрешается размещать приемные устройства рециркуляционного воздуха в верхней зоне.

Расход воздуха через местные отсосы, размещенные в пределах рабочей зоны, следует учитывать как удаление воздуха из этой зоны.

В производственных помещениях с выделениями вредных или горючих газов или паров следует удалять загрязненный воздух из верхней зоны в количестве, необходимом для обеспечения ПДК в рабочей зоне, но не менее однократного воздухообмена в 1 ч, а в помещениях высотой более 6 м – из расчета не менее $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 помещения.

7.5.10 Приемные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вытяжной вентиляции из верхней зоны помещения следует размещать:

а) под потолком или покрытием, но не ниже 2 м от пола до низа отверстий для удаления избытков теплоты, влаги и вредных газов;

б) не ниже 0,4 м от плоскости потолка или покрытия до верха отверстий при удалении взрывоопасных смесей газов, паров и аэрозолей (кроме смеси водорода с воздухом);

в) не ниже 0,1 м от плоскости потолка или покрытия до верха отверстий в помещениях высотой 4 м и менее или не ниже 0,025 высоты помещения (но не более 0,4 м) в помещениях высотой более 4 м при удалении смеси водорода с воздухом.

7.5.11 Приемные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вентиляции из нижней зоны следует размещать на уровне до 0,3 м от пола до низа отверстий.

7.6 Аварийная вентиляция

7.6.1 Аварийную вентиляцию для производственных помещений, в которых возможно внезапное поступление большого количества вредных или горючих газов, паров или аэрозолей, следует предусматривать в соответствии с требованиями технологической части проекта, учитывая несовместимость по времени аварии технологического и вентиляционного оборудования.

7.6.2 Расход воздуха для аварийной вентиляции следует принимать по данным технологической части проекта.

7.6.3 Аварийную вентиляцию в помещениях категорий А и Б следует проектировать с искусственным побуждением.

Если температура, категория и группа взрывоопасной смеси горючих газов, паров и аэрозолей не соответствуют данным технических условий на взрывозащищенные вентиляторы, то системы аварийной вентиляции следует предусматривать с эжекторами (в соответствии с 7.8.3) для зданий любой этажности или приточную вентиляцию с искусственным побуждением (в соответствии с 7.8.4) для вытеснения газов и паров через аэрационные фонари, шахты или дефлекторы – для одноэтажных зданий, в которые при аварии поступают горючие газы или пары плотностью меньше плотности воздуха.

7.6.4 Аварийную вентиляцию помещений категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д следует проектировать с искусственным побуждением; разрешается проектировать аварийную вентиляцию с естественным побуждением при условии обеспечения требуемого расхода воздуха при расчетных параметрах Б в теплый период года.

7.6.5 Для аварийной вентиляции следует использовать:

а) основные и резервные системы общеобменной вентиляции и системы местных отсосов, обеспечивающие расход воздуха, необходимый для аварийной вентиляции;

б) системы, указанные в перечислении а), и системы аварийной вентиляции на недостающий расход воздуха;

в) системы аварийной вентиляции, если использование основных и резервных систем невозможно или нецелесообразно.

Следует предусматривать резервные вентиляторы для систем аварийной вентиляции, обеспечивающие снижение категории помещений по взрывопожароопасности согласно ТКП 474.

7.6.6 Вытяжные устройства (решетки или патрубки) для удаления поступающих в помещение газов и паров системами аварийной вентиляции необходимо размещать с учетом требований 7.5.10 и 7.5.11 в следующих зонах:

а) рабочей – при поступлении газов и паров удельным весом более удельного веса воздуха в рабочей зоне;

б) верхней – при поступлении газов и паров удельным весом менее удельного веса воздуха в рабочей зоне.

7.6.7 Для возмещения расхода воздуха, удаляемого аварийной вентиляцией, специальные приточные системы не предусматривают, если обеспечивается естественный приток воздуха через автоматически открывающиеся проемы.

7.7 Воздушные завесы

7.7.1 Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует предусматривать:

- а) у постоянно открытых проемов в наружных стенах помещений, а также у ворот и проемов в наружных стенах помещений, не имеющих тамбуров, и открывающихся более 5 раз или не менее чем на 40 мин в смену;
- б) у наружных дверей вестибюлей общественных, административных и бытовых зданий при количестве человек, проходящих через двери в течение 1 ч, равном 400 чел. и более, а также при обосновании – у наружных дверей при отсутствии тамбуров;
- в) при обосновании – у наружных дверей зданий, если к вестибюлю примыкают помещения без тамбура, оборудованные системами кондиционирования воздуха;
- г) у наружных дверей, ворот и проемов помещений с мокрым режимом;
- д) при обосновании – у проемов во внутренних стенах и перегородках производственных помещений для предотвращения перетекания воздуха из одного помещения в другое;
- е) при обосновании – у ворот, дверей и проемов помещений с кондиционированием воздуха или по специальным технологическим требованиям;
- ж) при наличии постоянных рабочих мест ближе 4 м от ворот.

Теплоту и количество наружного воздуха, подаваемые воздушно-тепловыми завесами периодического действия, не следует учитывать в воздушном и тепловом балансах производственных помещений, общественных, административных и бытовых зданий.

Тепловой поток воздушно-тепловых завес периодического действия производственных зданий следует определять с учетом коэффициента одновременности по данным технологического раздела проекта и учитывать в тепловом потоке производственных зданий, если тепловой поток завес составляет более 70 % суммарного теплового потока на отопление, вентиляцию и кондиционирование.

7.7.2 Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше 50 °С у наружных дверей и не выше 70 °С у наружных ворот и проемов.

7.7.3 Расчетную температуру смеси воздуха, поступающего в помещение через наружные двери, ворота и проемы, следует принимать, °С, не менее:

- 14 – для производственных помещений при легкой работе;
- 12 – для производственных помещений при работе средней тяжести и для вестибюлей общественных, административных и бытовых зданий;
- 8 – для производственных помещений при тяжелой работе;
- 5 – для производственных помещений при тяжелой работе и отсутствии постоянных рабочих мест на расстоянии 3 м и менее от наружных стен и 6 м и менее – от дверей, ворот и проемов.

7.7.4 Воздушные и воздушно-тепловые завесы у наружных проемов, ворот и дверей следует рассчитывать с учетом ветрового давления. Расход воздуха следует определять, принимая температуру наружного воздуха (параметры Б) и скорость ветра в соответствии с приложением Г, но не более 5 м/с. Скорость выпуска воздуха из щелей или отверстий воздушных или воздушно-тепловых завес следует принимать, м/с, не более:

- 8 – у наружных дверей;
- 25 – у ворот и технологических проемов.

7.8 Оборудование

7.8.1 Вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздухонагреватели, теплоутилизаторы, пылеуловители, фильтры, клапаны, шумоглушители и другое оборудование (далее – оборудование) следует выбирать исходя из расчетного расхода воздуха с учетом подсосов и потерь через неплотности: в оборудовании – по данным завода-изготовителя; в воздуховодах вытяжных систем до вентилятора и приточных

систем после вентилятора – в соответствии с требованиями 7.11.8 (исключая участки воздухопроводов систем общеобменной вентиляции, прокладываемых в пределах обслуживаемых ими помещений). Подсосы воздуха через неплотности дымовых и противопожарных клапанов должны соответствовать требованиям ТКП 45-4.02-273.

7.8.2 Для защиты от замерзания воды в трубках воздухонагревателей следует:

- а) предусматривать установку смесительных насосов у воздухонагревателей;
- б) при отсутствии смесительных насосов скорость движения воды в трубках обосновывать расчетом или принимать не менее 0,12 м/с при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б и при 0 °С. Тепловой поток выбранного воздухонагревателя не должен превышать расчетный более чем на 10 %;
- в) при теплоносителе-паре конденсатоотводчики размещать не менее чем на 300 мм ниже патрубков воздухонагревателей, из которых стекает конденсат, и удаление конденсата от конденсатоотводчиков предусматривать самотеком до сборных баков.

7.8.3 Оборудование во взрывозащищенном исполнении следует предусматривать:

- а) если оборудование размещено в помещениях категорий А и Б или в воздухопроводах систем, обслуживающих эти помещения;
- б) для систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления (в том числе с воздухо-воздушными теплоутилизаторами), обслуживающих помещения категорий А и Б, аварийной вентиляции, удаляющей взрывоопасные смеси;
- в) для систем вытяжной вентиляции, указанных в 7.2.16;
- г) для систем местных отсосов взрывоопасных смесей.

Оборудование в обычном исполнении следует предусматривать для систем местных отсосов, размещенных в помещениях категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д, удаляющих паро-, газовоздушные смеси, если в соответствии с нормами технологического проектирования исключена возможность образования указанной смеси взрывоопасной концентрации при нормальной работе или при аварии технологического оборудования.

Если температура, категория и группа взрывоопасной смеси горючих газов, паров, аэрозолей, пыли с воздухом не соответствуют техническим условиям на взрывозащищенные вентиляторы, то следует предусматривать эжекторные установки. В системах с эжекторными установками следует предусматривать вентиляторы, воздуходувки или компрессоры в обычном исполнении, если они работают на наружном воздухе.

7.8.4 Оборудование приточных систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления для помещений категорий А и Б, а также воздухо-воздушные теплоутилизаторы для этих помещений с использованием теплоты воздуха из помещений других категорий, размещаемые в помещениях для вентиляционного оборудования, следует принимать в обычном исполнении, если предусмотрены взрывозащищенные обратные клапаны, указанные в 7.9.10.

7.8.5 Защитные ограждения следует предусматривать на всасывающих и нагнетательных отверстиях вентиляторов, не присоединенных к воздухопроводам.

7.8.6 Для очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси от горючих веществ следует применять пылеуловители и фильтры (далее – пылеуловители):

- а) при сухой очистке – во взрывозащищенном исполнении, как правило, с устройствами для непрерывного удаления уловленной пыли;
- б) при мокрой очистке (в том числе пенной) – во взрывозащищенном исполнении; при обосновании разрешается применять пылеуловители в обычном исполнении.

7.8.7 Воздухораспределители с расходом приточного воздуха 10 м³/ч и более на 1 м² помещения и независимо от расхода воздуха при воздушном отоплении и кондиционировании следует предусматривать, как правило, с устройствами для изменения направления струи в вертикальной и горизонтальной плоскостях и для регулирования расхода воздуха, а для систем, указанных в 7.2.2 – с устройствами, обеспечивающими эффективное распределение воздуха при сокращении его расхода.

7.8.8 В помещениях, оборудованных газовыми приборами, на вытяжных системах следует применять решетки с устройствами для регулирования расхода воздуха, исключающими возможность полного их закрытия.

Воздухораспределители для душирования рабочих мест следует принимать с устройствами для регулирования расхода воздуха и направления струи в горизонтальной плоскости на угол до 180° и в вертикальной плоскости – на угол до 30°.

7.8.9 Воздухораспределители приточного воздуха и вытяжные устройства разрешается применять из горючих материалов.

7.8.10 Теплоутилизаторы и шумоглушители следует применять из негорючих материалов; для теплообменных (внутренних) поверхностей теплоутилизаторов разрешается применять горючие материалы группы горючести Г1.

7.9 Размещение оборудования

7.9.1 Оборудование следует размещать в помещениях для вентиляционного оборудования, в обслуживаемых помещениях или снаружи.

Оборудование, кроме оборудования воздушных и воздушно-тепловых завес с рециркуляцией и без рециркуляции воздуха, не допускается размещать в обслуживаемых помещениях:

- а) складов категорий А, Б и В1–В3;
- б) жилых, общественных, административных и бытовых зданий, кроме оборудования с расходом воздуха 10 000 м³/ч и менее.

Разрешается размещать оборудование в обслуживаемом помещении склада категории В2 или В3, без хранения веществ, выделяющих горючие пыли, при следующих условиях:

- электрооборудование должно иметь степень защиты не ниже IP54;
- помещения складов должны быть оборудованы системой автоматической пожарной сигнализации (или пожаротушения), отключающей вентиляционное оборудование при пожаре.

Оборудование систем аварийной вентиляции и систем местных отсосов разрешается размещать в обслуживаемых помещениях категорий В1–В3, Г2 и Д, кроме систем местных отсосов, удаляющих взрывоопасные вещества (смеси).

Оборудование систем, обслуживающих одно или несколько общественных, административных или бытовых (санузлов, умывальных, душевых) помещений с расходом воздуха 5000 м³/ч и менее, расположенных в пределах одного этажа, разрешается при обосновании размещать за подвесными (подшивными) потолками одного из обслуживаемых помещений, а также за подвесными (подшивными) потолками коридоров при условии оборудования (кроме помещений в пределах одной квартиры) помещений и коридоров системой автоматической пожарной сигнализации, отключающей вентиляционное оборудование при пожаре.

7.9.2 Оборудование систем приточной вентиляции и кондиционирования воздуха не следует размещать в помещениях, в которых не допускается рециркуляция воздуха.

7.9.3 Оборудование систем помещений категорий А и Б, а также оборудование систем местных отсосов взрывоопасных смесей не допускается размещать в помещениях подвальных и цокольных этажей.

7.9.4 Фильтры первой ступени очистки приточного воздуха от пыли следует размещать до воздухонагревателей, фильтры последующей очистки – перед выпуском воздуха в помещение.

Масляные фильтры для очистки приточного воздуха в местностях с расчетной температурой наружного воздуха минус 25 °С и ниже (параметры Б) следует размещать после воздухонагревателей.

7.9.5 Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси следует размещать, как правило, перед вентиляторами.

7.9.6 Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси следует размещать вне производственных зданий открыто на расстоянии не менее 10 м от стен или в отдельных зданиях, как правило, вместе с вентиляторами.

Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси без устройств для непрерывного удаления уловленной пыли при расходе воздуха 15 000 м³/ч и менее и массе пыли в бункерах и емкостях вместимостью 60 кг и менее, а также с устройством для непрерывного удаления уловленной пыли разрешается размещать вместе с вентиляторами в отдельных помещениях для вентиляционного оборудования производственных зданий (кроме подвальных и цокольных этажей).

7.9.7 Пылеуловители для сухой очистки пожароопасной пылевоздушной смеси следует размещать:

а) вне зданий I–II степеней огнестойкости и зданий с каркасом и ограждающими конструкциями из негорючих материалов, в том числе с утеплителем групп горючести не ниже Г2, непосредственно у стен, если в этой зоне по всей высоте здания на расстоянии не менее 2 м по горизонтали от пылеуловителей отсутствуют оконные проемы или если установлены противопожарные окна 2-го типа. При наличии в этой зоне открывающихся окон пылеуловители следует размещать на расстоянии не менее 10 м от стен здания;

б) вне зданий III–V степеней огнестойкости на расстоянии не менее 10 м от стен;

в) внутри зданий в отдельных помещениях для вентиляционного оборудования вместе с вентиляторами и другими пылеуловителями пожароопасных пылевоздушных смесей;

г) в помещениях подвалов и цокольных этажей при условиях механизированного непрерывного удаления горючей пыли или при ручном удалении ее, если суммарная масса пыли, накапливаемой в бункерах или других закрытых емкостях, не превышает 200 кг;

д) внутри производственных помещений (кроме помещений категорий А и Б), если пылеуловители сблокированы с технологическим оборудованием и их производительность не превышает 15 000 м³/ч, и если масса накапливаемых в одной установке горючих отходов не превышает 50 кг.

В производственных помещениях разрешается при обосновании установка фильтров для очистки пожароопасной пылевоздушной смеси от горючей пыли, если концентрация пыли в очищенном воздухе, поступающем непосредственно в помещение, где установлен фильтр, не превышает 30 % ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

7.9.8 Пылеотстойные камеры для взрыво- и пожароопасной пылевоздушной смеси применять не допускается.

7.9.9 Пылеуловители для мокрой очистки пылевоздушной смеси следует размещать в отапливаемых помещениях вместе с вентиляторами или отдельно от них. При обосновании разрешается размещать пылеуловители в неотапливаемых помещениях или вне зданий.

При размещении пылеуловителей (для сухой или мокрой очистки пылевоздушной смеси) в неотапливаемых помещениях или вне зданий необходимо предусматривать меры по защите от замерзания воды или конденсации влаги в пылеуловителях.

7.9.10 Оборудование систем приточной вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления (далее – оборудование приточных систем), обслуживающих помещения категорий А и Б, не допускается размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием вытяжных систем, а также приточно-вытяжных систем с рециркуляцией воздуха или воздухо-воздушными теплоутилизаторами.

На воздуховодах приточных систем, обслуживающих помещения категорий А и Б, включая комнаты администрации, отдыха и обогрева работающих, расположенные в этих помещениях, следует предусматривать взрывозащищенные обратные клапаны в местах пересечения воздуховодами ограждений помещений для вентиляционного оборудования.

7.9.11 Оборудование приточных систем с рециркуляцией воздуха, обслуживающих помещения категорий В1–В3, не допускается размещать в общих помещениях

для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием систем для помещений других категорий взрывопожарной опасности.

7.9.12 Оборудование приточных систем, обслуживающих жилые помещения, не допускается размещать в общем помещении с вентиляционным оборудованием, предназначенным для помещений предприятий бытового обслуживания населения.

7.9.13 Оборудование вытяжных систем, удаляющих воздух с резким или неприятным запахом (из уборных, курительных комнат и других помещений), не допускается размещать в общем помещении с оборудованием, предназначенным для приточных систем (за исключением систем утилизации теплоты квартир).

7.9.14 Оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции, обслуживающих помещения категорий А и Б, не следует размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием для других систем.

Оборудование вытяжных систем общеобменной вентиляции для помещений категорий А и Б разрешается размещать в общем помещении для вентиляционного оборудования вместе с оборудованием систем местных отсосов взрывоопасных смесей без пылеуловителей или с мокрыми пылеуловителями, если в воздуховодах исключены отложения горючих веществ. Оборудование вытяжных систем, обслуживающих помещения категорий В1–В3, не следует размещать в общем помещении с оборудованием вытяжных систем, обслуживающих помещения категорий Г1, Г2.

7.9.15 Оборудование систем местных отсосов взрывоопасных смесей не следует размещать вместе с оборудованием других систем в общем помещении для вентиляционного оборудования, кроме случаев, указанных в 7.9.14.

7.9.16 Оборудование вытяжных систем, теплота (холод) которых используется в воздухо-воздушных теплоутилизаторах, а также оборудование рециркуляционных систем следует размещать с учетом требований 7.9.13 и 7.9.14.

Воздуховоздушные теплоутилизаторы следует размещать в помещениях для вентиляционного оборудования приточных систем.

7.10 Помещения для оборудования

7.10.1 При проектировании помещений для вентиляционного оборудования следует соблюдать требования ТКП 45-3.02-90, ТКП 45-3.02-102, СН 3.02.01, СН 3.02.02, ТКП 45-2.02-315.

7.10.2 Помещения для оборудования вытяжных систем производственных зданий следует относить к категориям по взрывопожарной и пожарной опасности помещений, которые они обслуживают. Помещения для вентиляторов, воздуходувок и компрессоров, подающих наружный воздух в эжекторы, расположенные вне этого помещения, следует относить к категории Д, а подающих воздух, забираемый из других помещений, – к категории этих помещений.

Категорию помещений для оборудования систем местных отсосов, удаляющих взрывоопасные смеси от технологического оборудования, размещенного в помещениях категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д, а также для оборудования систем общеобменной вытяжной вентиляции, указанной в 7.2.16, следует устанавливать расчетом по ТКП 474 или принимать А или Б.

Помещения для оборудования систем местных отсосов взрывоопасных пылевоздушных смесей с пылеуловителями мокрой очистки, размещенными перед вентиляторами, разрешается при обосновании относить к помещениям категории Д.

Помещения для оборудования систем местных отсосов, удаляющих взрывоопасные смеси от технологического оборудования, размещенного в общественных зданиях, следует выделять противопожарными преградами по ТКП 45-2.02-315, как помещение с временной пожарной нагрузкой более 2000 МДж.

Помещения для оборудования вытяжных систем, обслуживающих несколько помещений различных категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, следует относить к более опасной категории.

7.10.3 Помещения для оборудования приточных систем производственных зданий следует относить:

а) к категориям В1–В3, если в них размещены фильтры с маслом вместимостью 75 л и более (массой 60 кг и более) в одной из систем;

б) к категориям В1–В4, если система работает с рециркуляцией воздуха из помещений категорий В1–В4, кроме случаев, когда воздух забирается из помещений без выделения горючих газов и пыли или когда для очистки воздуха от пыли применяют пенные или мокрые пылеуловители;

в) к категориям помещений, теплота воздуха которых используется в воздухо-воздушных теплоутилизаторах;

г) к категории Д – в остальных случаях.

Помещения для оборудования приточных систем, обслуживающих несколько помещений различных категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, приведенных в перечислениях а), б), в), следует относить к более опасной категории.

7.10.4 В помещениях для оборудования вытяжных систем, обслуживающих помещения категорий А и Б и систем, указанных в 7.2.16, а также для систем местных отсосов взрывоопасных смесей не следует предусматривать места для тепловых пунктов, водяных насосных, ремонтных работ, регенерации масла и для других целей.

7.10.5 Помещения для вентиляционного оборудования следует размещать в пределах пожарного отсека, в котором находятся обслуживаемые помещения.

В зданиях I и II степеней огнестойкости помещения для вентиляционного оборудования разрешается предусматривать вне обслуживаемого (защищаемого) пожарного отсека:

а) непосредственно за противопожарной преградой (противопожарной стеной или противопожарным перекрытием) – при установке противопожарных клапанов на воздуховодах систем общеобменной вентиляции в местах пересечений указанной противопожарной преграды;

б) на удалении от границы пожарного отсека – при аналогичной установке противопожарных клапанов и выполнении воздуховодов на участках от ограждений помещения для вентиляционного оборудования до пересекаемой противопожарной преграды с пределами огнестойкости не менее пределов огнестойкости преграды.

Ограждающие строительные конструкции помещений для вентиляционного оборудования должны быть выполнены с обеспечением пределов огнестойкости не менее пределов огнестойкости противопожарной преграды, отделяющей обслуживаемый (защищаемый) пожарный отсек.

7.10.6 Помещения с пылеуловителями для сухой очистки взрывоопасных смесей не допускается размещать под помещениями с массовым пребыванием людей.

7.10.7 Высоту помещения для вентиляционного оборудования следует предусматривать, как правило, на 0,8 м больше высоты оборудования, а также с учетом работы в нем грузоподъемных машин, но не менее 1,8 м от пола до низа выступающих конструкций перекрытий.

В помещениях и на рабочих площадках ширину прохода между оборудованием и строительными конструкциями следует предусматривать не менее 0,7 м с учетом выполнения монтажных и ремонтных работ. При отсутствии необходимости выполнения монтажных и ремонтных работ с необслуживаемой стороны оборудования, расстояние между оборудованием и строительными конструкциями следует принимать не менее 0,5 м. Расстояние между оборудованием следует предусматривать, обеспечивая возможность демонтажа и последующего монтажа отдельных элементов оборудования с максимальными габаритами.

7.10.8 В помещениях для оборудования вытяжных систем следует предусматривать вытяжную вентиляцию с не менее чем однократным воздухообменом в 1 ч.

7.10.9 В помещениях для оборудования приточных систем (кроме систем приточной противодымной вентиляции) следует предусматривать приточную вентиляцию с не менее

чем двухкратным воздухообменом в 1 ч, используя размещенное в этих помещениях оборудование или отдельные системы.

7.10.10 Прокладывать трубы с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами через помещение для вентиляционного оборудования не допускается. Прокладывать канализационные трубы, кроме труб ливневой канализации или труб для сбора воды из вышележащих помещений для вентиляционного оборудования, через помещение для вентиляционного оборудования приточных систем не допускается.

7.10.11 Для обеспечения ремонта оборудования (вентиляторов, электродвигателей) массой единицы оборудования или части его более 50 кг следует предусматривать грузоподъемные машины (если не могут быть использованы механизмы, предназначенные для технологических нужд).

7.11 Воздуховоды

7.11.1 На воздуховодах систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха для ограничения распространения продуктов горения (дыма) во время пожара за пределы обслуживаемых этажей и помещения, выделенного противопожарными преградами, следует предусматривать следующие устройства:

а) противопожарные клапаны (кроме кухонь в жилых зданиях, а также санузлов, умывальных и душевых любых зданий) – в местах пересечения коллектором междуэтажных перекрытий или в местах присоединения воздуховодов к вертикальному коллектору (шахте) с нормированным пределом огнестойкости;

б) противопожарные клапаны – в местах пересечения воздуховодами противопожарных преград обслуживаемого помещения.

Примечание – Клапан устанавливается непосредственно в перекрытиях, в ограждающих конструкциях шахт и противопожарных преград, с любой стороны от них или на отnose, обеспечивая предел огнестойкости участка воздуховода от них до клапана, равный требуемому пределу огнестойкости указанных конструкций;

в) воздушные затворы (без учета требований перечисления а)) – на поэтажных воздуховодах в местах присоединения к вертикальному или горизонтальному коллектору в жилых и общественных зданиях, а также для производственных помещений категорий Г1 и Г2. В зданиях всех классов в санузлах, умывальных и душевых не следует предусматривать воздушные затворы на поэтажных воздуховодах в местах присоединения к вертикальному или горизонтальному коллектору.

Не следует предусматривать на воздуховодах противопожарные клапаны или воздушные затворы, если для обслуживаемого помещения устраиваются отдельные системы вентиляции с учетом 7.11.9.

Не следует предусматривать противопожарные клапаны на воздуховодах, пересекающих ограждающие конструкции помещения для размещения вентиляционного оборудования, если воздуховоды подсоединяются к данному оборудованию.

Разрешается предусматривать объединение теплым чердаком воздуховодов общеобменной вытяжной вентиляции в жилых и общественных зданиях, кроме воздуховодов зданий лечебно-профилактического назначения.

Не допускается применение вертикальных коллекторов в зданиях лечебно-профилактического назначения.

7.11.2 Установку обратных клапанов следует предусматривать для защиты от перетекания вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности (при неработающей вентиляции) из одних помещений в другие, размещенных на разных этажах, в которых расход наружного воздуха определен из условия ассимиляции вредных веществ.

В противопожарных стенах и перегородках, отделяющих общественные, административные, бытовые или производственные помещения категорий Г1, Г2 и Д друг от друга или от коридоров, разрешается устройство отверстий для перетекания воздуха при условии защиты отверстий противопожарными клапанами в соответствии

с ТКП 45-2.02-315. Установка указанных клапанов не требуется для помещений с дверями, выходящими в коридор или смежное помещение, предел огнестойкости которых не нормируется.

В противопожарных стенах и перегородках, отделяющих смежные производственные помещения (кроме категорий А и Б, а также складов категорий А и Б), без выделения вредных веществ или взрывопожароопасных смесей, разрешается устройство отверстий для перетекания воздуха при условии защиты отверстий противопожарными клапанами в соответствии с ТКП 45-2.02-315. Установка указанных клапанов не требуется, если предел огнестойкости заполнения проемов между помещениями не нормируется.

7.11.3 Воздуховоды следует проектировать круглого сечения. Воздуховоды прямоугольного и других сечений разрешается проектировать при обосновании, учитывая конструктивные и архитектурно-планировочные решения зданий. Размеры поперечного сечения следует принимать по СТБ 1915.

Воздуховоды следует проектировать из материалов, указанных в приложении Р. Несгораемые конструкции зданий с пределом огнестойкости, равным или более требуемого для воздуховодов, разрешается использовать для транспортирования воздуха, не содержащего легкоконденсирующиеся пары, при этом следует предусматривать герметизацию конструкций, гладкую отделку внутренних поверхностей (затирку, оклейку и другую) и возможность очистки воздуховода.

7.11.4 Воздуховоды из негорючих материалов следует проектировать:

а) для систем местных отсосов взрывоопасных и пожароопасных смесей, аварийной вентиляции и систем, транспортирующих воздух температурой 80 °С и выше по всей их протяженности;

б) для транзитных участков или коллекторов систем общеобменной вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления жилых, общественных, бытовых и производственных зданий;

в) для прокладки в пределах помещений для вентиляционного оборудования, в технических этажах, чердаках и подвалах;

г) для участков воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости.

7.11.5 Воздуховоды из материалов группы горючести Г1 разрешается предусматривать в одноэтажных жилых, общественных и производственных зданиях, кроме помещений категорий А, Б, В1–В3, помещений с массовым пребыванием людей и систем, указанных в 7.11.4, перечисление а).

7.11.6 Воздуховоды из материалов группы горючести не ниже Г2 разрешается предусматривать в пределах обслуживаемых помещений, кроме воздуховодов, указанных в 7.11.4.

Гибкие вставки и отводы из материалов группы горючести не ниже Г2 в воздуховодах систем для помещений категории Д и воздуховодов, проходящих через эти помещения, разрешается проектировать, если длина их составляет не более 10 % длины воздуховодов из материалов группы горючести Г1 и не более 5 % длины воздуховодов из негорючих материалов. Гибкие вставки у вентиляторов, кроме предназначенных для систем по 7.11.4, перечисление а), допускаются из горючих материалов.

7.11.7 Для антикоррозионной защиты воздуховодов разрешается применять окраску толщиной не более 0,5 мм из материалов групп горючести Г1, Г2 или пленку толщиной не более 0,5 мм.

7.11.8 Транзитные участки воздуховодов (в том числе коллекторы, шахты и другие вентиляционные каналы) следует предусматривать класса герметичности В по СТБ 2522. В остальных случаях воздуховоды следует принимать класса герметичности А.

Воздуховоды следует предусматривать класса герметичности С, если перепад между давлением воздуха в воздуховоде и давлением воздуха в помещении составляет от 1000 до 2000 Па или утечка может привести к невыполнению требований по параметрам микроклимата и к качеству воздуха в помещении.

Воздуховоды класса герметичности D следует предусматривать по заданию на проектирование.

Общие потери и подсосы воздуха q_{vl} , м³/с, через неплотности транзитных участков воздуховодов каждой системы (или расчетной части системы) не должны превышать расхода воздуха, рассчитанного по формуле

$$q_{vl} = f_{\max} \sum A_j, \quad (4)$$

где $f_{\max}$ – максимальные удельные потери или подсосы, м³/с, на 1 м² развернутой площади воздуховодов; рассчитывают по формулам:

– для класса герметичности А – $f_{\max} = 0,027p^{0,65} \cdot 10^{-3}$;

– для класса герметичности В – $f_{\max} = 0,009p^{0,65} \cdot 10^{-3}$;

– для класса герметичности С – $f_{\max} = 0,003p^{0,65} \cdot 10^{-3}$;

для класса герметичности D – $f_{\max} = 0,001p^{0,65} \cdot 10^{-3}$;

здесь p – среднее расчетное статическое давление системы или ее части, Па;

A_j – общая развернутая площадь всех транзитных участков воздуховодов одной системы (или расчетной части системы) вентиляции, м².

Потери и подсосы воздуха для частей системы с разными классами герметичности следует определять отдельно, учитывая среднее расчетное статическое давление каждой части системы.

Общие потери и подсосы воздуха в системе не должны превышать 6 %.

7.11.9 В зданиях I–III степеней огнестойкости транзитные воздуховоды и коллекторы в пределах одного пожарного отсека после пересечения перекрытия или противопожарной преграды обслуживаемого помещения следует предусматривать с пределом огнестойкости не менее указанного в таблице 7.1. Противопожарные клапаны на этих воздуховодах и коллекторах при пересечении перекрытий и противопожарных преград предусматривать не следует.

7.11.10 Для помещений общественных, административных и бытовых зданий, а также для помещений категорий В1–В3 (кроме складов), Г1, Г2 и Д разрешается проектировать транзитные воздуховоды из негорючих материалов с ненормируемым пределом огнестойкости, предусматривая установку противопожарных клапанов при пересечении воздуховодами перекрытия с нормируемым пределом огнестойкости REI 15 и более или каждой противопожарной преграды с нормируемым пределом огнестойкости REI 45 и более.

Таблица 7.1 – Предел огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов и условия прокладки

Помещения, обслуживаемые системой вентиляции	Предел огнестойкости транзитных воздуховодов и коллекторов, мин, при прокладке их через помещения								
	складов и кладовых категорий А, Б, В1–В3 и горючих материалов с временной пожарной нагрузкой более 2000 МДж*	категорий			технический этаж, чердак, коридор производственного здания	общественные и административные	бытовые (санузлы, душевые, умывальные, бани)	технический этаж, чердак, коридор (кроме производственного здания)	жилые
		А, Б или В1–В3	Г	В4 и Д					
Складов и кладовых категорий А, Б, В1–В3 и горючих материалов с временной пожарной нагрузкой более 2000 МДж*	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	НД	НД	30	НД
Категорий А, Б или В1–В3	<u>30</u> 30	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15**</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	НД
Категории Г	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	НН	НН	<u>15</u> 30	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	НД
Категорий В4 и Д	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	НН	НН	<u>НН</u> 30	<u>15</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	НД
Коридор, технический этаж, чердак производственного здания	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	НД
Общественные и административные	НД	<u>15**</u> 30	<u>30</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	НД
Бытовые (санитарные узлы, душевые, умывальные, бани, гардеробы)	<u>30</u> 30	<u>15</u> 30	<u>15</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	НД
Коридор, технический этаж, чердак (кроме производственных зданий)	НД	НД	НД	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30
Жилые	НД	НД	НД	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30	<u>НН</u> 30

* Для кладовых площадью 50 м² и менее с временной пожарной нагрузкой менее 10 000 МДж предел огнестойкости воздуховодов нормируется как для общественных помещений.

** Не допускается прокладка воздуховодов из помещений или через помещения категорий А и Б.

Примечания

1 В числителе указаны значения предела огнестойкости в пределах обслуживаемого этажа, в знаменателе – за пределами обслуживаемого этажа.

2 Для воздуховодов, прокладываемых через несколько различных помещений одного этажа, следует предусматривать одинаковое большее значение предела огнестойкости.

3 В зданиях IV степени огнестойкости предел огнестойкости транзитных воздуховодов следует принимать не менее 15 мин (за исключением «НН», указанных в таблице) и из негорючих материалов в зданиях V степени огнестойкости.

4 Условные обозначения:

НД – не допускается прокладка транзитных воздуховодов;

НН – не нормируется прокладка транзитных воздуховодов.

7.11.11 В зданиях I–III степеней огнестойкости транзитные воздуховоды и коллекторы систем любого назначения в пределах одного пожарного отсека разрешается проектировать:

а) из горючих материалов или из негорючих материалов с ненормируемым пределом огнестойкости при условии прокладки каждого воздуховода в отдельной шахте, кожухе или гильзе из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 30;

б) из негорючих материалов с пределом огнестойкости ниже нормируемого, но не ниже EI 15 для воздуховодов, а также коллекторов при условии прокладки воздуховодов и коллекторов в общих шахтах и других ограждениях из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 30;

в) из стали толщиной 1 мм с ненормируемым пределом огнестойкости при условии прокладки транзитных воздуховодов и коллекторов в общих шахтах с ограждающими конструкциями, имеющими предел огнестойкости не менее EI 30.

Примечание – В зданиях IV степени огнестойкости предел огнестойкости шахт, кожухов или гильз следует предусматривать не менее EI 15 для перечисления а) и не нормируется для перечислений б) и в).

7.11.12 Предел огнестойкости воздуховодов и коллекторов, прокладываемых в помещениях для вентиляционного оборудования и снаружи зданий, не нормируется, кроме транзитных воздуховодов и коллекторов, прокладываемых через помещения для вентиляционного оборудования.

Разрешается прокладка транзитных воздуховодов за пределами обслуживаемого пожарного отсека при условии установки в месте пересечения противопожарной стены (перекрытия) 1-го типа двух противопожарных клапанов (перед преградой и после нее) с пределом огнестойкости по ТКП 45-2.02-315.

7.11.13 Транзитные воздуховоды для систем тамбуров-шлюзов при помещениях категорий А и Б, а также систем местных отсосов взрывоопасных смесей следует проектировать с пределом огнестойкости не менее EI 30.

7.11.14 Противопожарные клапаны, устанавливаемые в отверстиях и в воздуховодах, пересекающих перекрытия и противопожарные преграды, следует предусматривать по ТКП 45-2.02-315.

В других случаях противопожарные клапаны следует предусматривать с пределом огнестойкости не менее предела огнестойкости воздуховода, для которого они предназначены, но не менее EI 15.

7.11.15 Воздуховоды разрешается прокладывать в противопожарных стенах, выполняя требования ТКП 45-2.02-315.

7.11.16 Транзитные воздуховоды не следует прокладывать через лестничные клетки (за исключением воздуховодов приточной противодымной вентиляции) и через помещения убежищ.

7.11.17 Воздуховоды для помещений категорий А и Б и воздуховоды систем местных отсосов взрывоопасных смесей не следует прокладывать в подвалах и в подпольных каналах.

7.11.18 Места прохода транзитных воздуховодов через стены, перегородки и перекрытия зданий (в том числе в кожухах и шахтах) следует уплотнять негорючими материалами, обеспечивая нормируемый предел огнестойкости пересекаемого ограждения.

7.11.19 Напорные участки воздуховодов систем местных отсосов взрывоопасных смесей, а также вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности не следует прокладывать через другие помещения. Разрешается прокладывать указанные воздуховоды сварными класса В без разъемных соединений.

7.11.20 Внутри воздуховодов, а также снаружи на расстоянии менее 50 мм от их стенок не допускается размещать газопроводы и трубопроводы с горючими веществами, канализационные трубы, выполнять открытую прокладку электрических кабелей (проводов) напряжением свыше 36 В.

7.11.21 Воздуховоды общеобменных вытяжных систем и систем местных отсосов смеси воздуха с горючими газами легче воздуха следует проектировать с уклоном не менее 0,005, обеспечивая подъем в направлении движения газозоудушной смеси.

7.11.22 Воздуховоды, в которых возможны оседания или конденсация влаги или других жидкостей, следует проектировать с уклоном не менее 0,005 в сторону движения воздуха и предусматривать дренирование.

7.11.23 Невязка потерь давления по ветвям воздуховодов не должна превышать 10 %.

8 Холодоснабжение

8.1 Систему холодоснабжения следует проектировать, используя естественные и искусственные источники холода. Выбор источника холода должен быть экономически обоснован.

В качестве естественного источника холода следует применять:

а) воду из подземных источников и воду питьевого качества – в теплый период года в установках прямого и косвенного (двухступенчатого) испарительного охлаждения воздуха по заданию на проектирование, в соответствии с требованиями ТНПА и техническими условиями;

б) наружный воздух – в теплый период года для охлаждения оборотной воды в открытых и закрытых вентиляторных градирнях; в холодный период года для ассимиляции теплоизбытков в помещениях, а также для охлаждения холодоносителя в сухих охладителях жидкости.

В качестве искусственных источников холода могут применяться холодильные машины и установки, работающие по схеме:

а) промежуточного охлаждения:

– компрессионные холодильные машины с замкнутой циркуляцией холодильных агентов, с роторными, спиральными, винтовыми и центробежными компрессорами. Холодильные машины с поршневыми компрессорами разрешается применять при реконструкции и расширении существующих холодильных центров с аналогичными холодильными машинами, а также в схемах с низкотемпературным холодом (двухступенчатые компрессоры);

– бромисто-литиевые абсорбционные и парозежекторные холодильные машины;

– аммиачные компрессорные холодильные установки;

б) непосредственного охлаждения:

– холодильные установки моноблочного исполнения: настенные, мобильные, оконные, прецизионные, крышные кондиционеры;

– холодильные установки раздельного исполнения: сплит-системы, мультисплит-системы, мультизональные сплит-системы с переменным объемом или расходом хладагента, приточные установки со встроенным блоком испарителя или холодильными установками.

8.2 В системах холодоснабжения следует использовать компрессионные холодильные машины и установки, работающие на экологически безопасных хладагентах 1-й группы: хлорфторуглеводороды и углеводороды по ГОСТ EN 378-1 (например, R407A, R134A, R410A и т. п.).

8.3 Для систем холодоснабжения следует предусматривать не менее двух холодильных машин или одну машину с двумя и более компрессорами и испарительными контурами, обеспечивающими не менее 50 % холодопроизводительности. Разрешается предусматривать одну холодильную машину мощностью до 500 кВт с регулируемой холодопроизводительностью до 25 % и менее от максимальной.

8.4 Резервные холодильные машины следует предусматривать для систем кондиционирования, работающих круглосуточно, или по заданию на проектирование.

Для систем холодоснабжения, обеспечивающих круглосуточное, сезонное или круглогодичное поддержание заданных параметров воздуха в кондиционируемых

помещениях с повышенными требованиями надежности работы оборудования (аппаратные, серверные, вычислительные центры и др.), следует предусматривать резервирование источников холода по заданию на проектирование.

Резервирование вспомогательного холодильного оборудования (емкости и баки, насосы подпитки, градирни и пр.) не предусматривается.

8.5 Системы холодоснабжения следует проектировать, как правило, по двухконтурной схеме (трубопроводных сетей) циркуляции: контур циркуляции холодоносителя холодильной машины и контур циркуляции холодоносителя потребителей, с отдельными ветками для воздухоохладителей приточных установок, вентиляторных доводчиков, а также для групп помещений одного назначения.

В двухконтурной системе холодоснабжения для разделения потоков холодоносителя и получения расчетного перепада температур следует устанавливать теплообменники или напорные буферные баки.

Разрешается применение одноконтурной схемы системы холодоснабжения, состоящей из одного контура (трубопроводной сети) циркуляции холодоносителя холодильной машины с регулируемой холодопроизводительностью и потребителя холода, при подключении только воздухоохладителей центральных кондиционеров или при общей холодильной нагрузке до 500 кВт.

Потери холода в оборудовании и трубопроводах систем холодоснабжения следует определять расчетом, но принимать не более 10 % мощности холодильной установки.

8.6 Максимальную и минимальную температуру и качество воды (незамерзающего раствора), подаваемой в испарительные и конденсаторные контуры холодильных машин, следует принимать в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя оборудования.

Температуру кипения хладагента в кожухотрубных испарителях (при кипении агента в межтрубном пространстве) следует принимать не ниже 1 °С, температуру холодной воды – не ниже 5 °С. Для получения более низкой температуры охлаждаемой жидкости (при более низкой температуре кипения хладагента) следует применять незамерзающие растворы.

Расчетный перепад температур холодной и оборотной воды (раствора) в испарителе и конденсаторе принимается в пределах от 4 °С до 6 °С.

Подключение поверхностных воздухоохладителей и вентиляторных доводчиков к трубопроводу холодной воды следует выполнять с трехходовым клапаном (разрешается установка проходного двухходового клапана в двухконтурной схеме при установке во втором контуре насосов с частотным регулированием).

8.7 В системах холодоснабжения воздухоохладителей приточных установок, кондиционеров, доводчиков (вентиляторных конвекторов, фанкойлов, эжекционных, канальных и др.) в качестве холодоносителя следует применять воду или незамерзающие жидкости, относящиеся к IV классу опасности.

Подача незамерзающей жидкости в вентиляторные доводчики, установленные в жилых, общественных, административных и бытовых зданиях не допускается.

При использовании незамерзающей жидкости в системе холодоснабжения необходимо предусматривать установку бака открытого типа для заполнения системы и слива незамерзающей жидкости при аварии и ремонте отдельных частей (оборудования, трубопроводов) систем холодоснабжения, разделенных запорной арматурой. Объем бака должен быть не менее максимального объема раствора незамерзающей жидкости и сливаемой из каждой части системы холодоснабжения. При объеме раствора незамерзающей жидкости в системе менее 1,0 м³ разрешается слив и заполнение системы с использованием переносной герметичной тары.

8.8 Оборудование, арматура, трубопроводы, контрольно-измерительные приборы и уплотнительные прокладки, непосредственно соприкасающиеся с холодильными агентами, растворами хладагентов и смазочными маслами, следует использовать из материалов, химически устойчивых к их воздействию и имеющих достаточную механическую прочность.

Трубопроводы транспортирования жидких и газовых хладагентов следует выполнять из:

- холоднодеформированных медных труб круглого сечения;
- медных тянутых или холоднокатаных труб в твердом состоянии и соединительных деталей и изделий одного производителя;
- горячедеформированных бесшовных стальных труб.

8.9 Холодильные машины и установки с поверхностными воздухоохладителями прямого действия (кондиционеры центральные, автономные моноблочные и раздельного типа) не допускается применять:

- а) для помещений, в которых используется открытый огонь;
- б) для помещений, в которых не допускается рециркуляция воздуха;
- в) если масса хладагента хладона при аварийном выбросе его из контура циркуляции в каждом из обслуживаемых помещений превысит значение допустимой аварийной концентрации (ДАК) на 1 м³ расхода наружного воздуха, подаваемого в помещение системой приточной вентиляции, или на 1 м³ объема помещения при отсутствии в нем общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

В помещениях, масса хладона при аварийном выбросе в которых может превысить значения ДАК, а также при отсутствии общеобменной вентиляции в помещениях с постоянным пребыванием людей следует устанавливать датчики концентрации хладона с аварийной сигнализацией.

8.10 Компрессорные и абсорбционные холодильные машины следует применять с утилизацией сбросной теплоты конденсаторов при технико-экономическом обосновании или по заданию на проектирование.

8.11 Основное и вспомогательное холодильное оборудование следует размещать в технических помещениях – холодильных центрах (станциях).

Холодильные машины компрессионного типа с хладагентом хладон (при содержании масла в любой из холодильных машин 250 кг и более) не допускается размещать в помещениях жилых, общественных, административных, бытовых и производственных зданий, если над или под ними имеются помещения с постоянным или временным пребыванием людей. В жилых зданиях, зданиях лечебно-профилактических учреждений, интернатах для престарелых и инвалидов (стационарах), детских дошкольных и общеобразовательных учреждениях и гостиницах не допускается размещать компрессорные холодильные машины и установки с хладагентом (кроме холодильных установок автономных кондиционеров) производительностью по холоду одной единицы оборудования более 200 кВт в помещениях, если над или под ними имеются помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Автономные моноблочные кондиционеры, а также внутренние блоки кондиционеров раздельного типа разрешается размещать в зданиях и помещениях различного назначения.

8.12 Холодильные машины, вентиляторные градирни, сухие охладители жидкости, конденсаторы воздушного охлаждения разрешается размещать на кровле зданий и открытых площадках при условии исключения попадания выбрасываемого воздуха в приемные устройства наружного воздуха.

Наружные блоки кондиционеров раздельного типа мощностью по холоду до 12 кВт разрешается размещать на незастекленных лоджиях и в открытых лестничных клетках при условии обеспечения нормируемых эвакуационных проходов, а также на покрытиях переходов. При этом необходимо обеспечивать шумозащиту, а также отвод конденсата.

8.13 Для холодоснабжения вентиляторных доводчиков (фанкойлов), а также для одноконтурных систем холодоснабжения следует применять холодильные машины с регулируемой холодопроизводительностью, обеспечивающей расчетную температуру холодной воды на выходе из испарителя.

8.14 Водяные системы холодоснабжения следует проектировать с буферным баком (с учетом внутреннего объема оборудования и трубопроводов), обеспечивающим включение и выключение компрессора не более 4 раз в течение 1 ч.

В одноконтурной системе холодоснабжения с холодильными машинами с регулируемой холодопроизводительностью буферные баки разрешается не предусматривать.

8.15 Для систем оборотного водоснабжения следует применять открытые и закрытые вентиляторные градирни. Открытые вентиляторные градирни допускается применять для работы в теплый период года.

8.16 Расчет закрытых вентиляторных градирен следует выполнять на максимальную тепловую нагрузку в теплый период года и максимальную нагрузку в холодный период года при температуре наружного воздуха от 6 °С до 8 °С при отключенной системе орошения теплообменников (сухой режим).

8.17 Параметры наружного воздуха для расчета конденсаторов с воздушным охлаждением, сухих охладителей и вентиляторных градирен следует принимать с учетом места их размещения (в тени, на солнце, на плоской кровле вблизи крыш или стен и др.), но не менее расчетных параметров наружного воздуха для систем холодоснабжения и кондиционирования.

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать:

а) для холодильных машин и установок с конденсаторами воздушного охлаждения и сухими воздухоохладителями, расположенных в тени, — не менее чем на 3 °С выше температуры сухого термометра по параметрам Б и на 5 °С выше — с конденсаторами и сухими воздухоохладителями, облучаемыми солнцем или расположенными на кровле, но не менее 32 °С;

б) для вентиляторных градирен, расположенных в тени, — на 1,5 °С выше температуры мокрого термометра по параметрам Б и на 3 °С выше — для вентиляторных градирен, облучаемых солнцем или расположенных на кровле. По заданию на проектирование могут быть приняты расчетные значения температур выше указанных в перечислениях а) и б).

8.18 Холодильные центры с компрессионными холодильными машинами общей мощностью более 1500 кВт должны быть оборудованы технологическими емкостями (дренажными ресиверами) для сбора и утилизации хладагента хладона.

8.19 Бромисто-литиевые холодильные машины следует размещать на открытых площадках; разрешается при обосновании размещать бромисто-литиевые холодильные машины в отдельных зданиях или отдельных помещениях зданий различного назначения.

Холодильные установки с хладагентом аммиак следует применять для холодоснабжения производственных помещений, размещая установки в специальном помещении или на открытой площадке.

Правила проектирования, строительства, эксплуатации, расширения, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации аммиачных холодильных установок приведены в [4].

8.20 В производственных зданиях помещения компрессорных холодильных машин и теплонасосных установок с хладагентом первой группы согласно 8.2, а также помещения бромисто-литиевых и парожекторных холодильных машин следует относить по пожарной опасности к категории Д.

Хранение масла следует предусматривать в отдельном помещении.

8.21 В помещениях холодильных установок следует предусматривать общеобменную вентиляцию, рассчитанную на удаление избытков теплоты.

При этом следует предусматривать системы вытяжной вентиляции с механическим побуждением, обеспечивающие при применении;

а) хладонов — не менее трех воздухообменов в час, а при аварии — пяти воздухообменов в час;

б) аммиака — не менее четырех воздухообменов в час, а при аварии — одиннадцати воздухообменов в час.

8.22 На холодильных машинах и установках с хладагентом, устанавливаемых в холодильных центрах, следует предусматривать сбросные трубопроводы отведения

хладагента от предохранительных клапанов холодильных машин и установок за пределы здания.

Устье выхлопных труб для выброса хладагента вверх из предохранительных клапанов следует предусматривать не менее чем на 2 м выше окон, дверей и воздухоприемных отверстий и не менее чем на 5 м выше уровня земли.

Устье выхлопных труб для аммиака следует предусматривать на 5 м выше кровли.

9 Выбросы воздуха

9.1 Воздух, выбрасываемый в атмосферу из систем местных отсосов и общеобменной вентиляции производственных помещений, содержащий вредные вещества (далее – пылегазовоздушная смесь), следует очищать при превышении норм выбросов согласно [5], а также если очистка выбросов требуется в соответствии с разделом проекта «Охрана окружающей среды». Концентрации вредных веществ в атмосфере от вентиляционных выбросов рассматриваемого объекта с учетом фоновых концентраций от других выбросов не должны превышать:

а) предельно допустимых максимальных разовых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (далее – ПДК), установленных согласно [6], или $0,8 \text{ ПДК}_n$ – в местах массового отдыха населения (санаториев, домов отдыха и в зонах отдыха городов).

Для вредных веществ с не установленными согласно [6] максимальными разовыми концентрациями в качестве ПДК_n следует принимать среднесуточные ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест;

б) $0,3$ предельно допустимых концентраций вредных веществ для рабочей зоны производственных помещений (далее – ПДК_{в,з}) в воздухе, поступающем в помещения производственных, административных и бытовых зданий через приемные устройства, открываемые окна и проемы, используемые для притока воздуха.

9.2 Очистка выбросов пылегазовоздушной смеси из систем с естественным побуждением, а также из систем аварийной вентиляции не требуется.

9.3 Выбросы пылегазовоздушной смеси следует предусматривать через трубы и шахты, не имеющие зонтов, вертикально вверх из систем:

а) общеобменной вентиляции с искусственным побуждением из помещений категорий А и Б или из систем, удаляющих вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности и неприятно пахнущие вещества;

б) местных отсосов вредных и неприятно пахнущих веществ и взрывоопасных смесей.

9.4 Выбросы в атмосферу из систем вентиляции с искусственным побуждением производственных помещений, содержащие пылегазовоздушные смеси, следует размещать по расчету или на расстоянии от приемных устройств для наружного воздуха не менее 10 м по горизонтали или на 6 м по вертикали при горизонтальном расстоянии менее 10 м. Кроме того, выбросы из систем местных отсосов вредных веществ следует размещать на высоте не менее 2 м над кровлей более высокой части здания, если расстояние до ее выступа менее 10 м.

Выбросы из системы аварийной вентиляции следует размещать на высоте не менее 3 м от земли до нижнего края отверстия.

9.5 Выбросы из систем вентиляции с искусственным побуждением, не содержащие пылегазовоздушные смеси и неприятно пахнущие вещества, следует размещать на расстоянии не менее 5 м по горизонтали или не менее чем на 2 м выше приемных устройств наружного воздуха.

Выбросы из систем вентиляции, содержащие неприятно пахнущие вещества, следует размещать в соответствии с 9.4.

9.6 Расстояние от источников выброса систем местных отсосов взрывоопасной парогазовоздушной смеси до ближайшей точки возможных источников воспламенения (искры, газы с высокой температурой и др.) l_z , м, следует принимать, не менее:

$$l_z = 4D \cdot \frac{q}{q_z} \geq 10, \quad (5)$$

где D – диаметр устья источника, м;

q – концентрация горючих газов, паров и пыли в устье выброса, мг/м³;

q_z – концентрация горючих газов, паров и пыли, равная 10 % их нижнего концентрационного предела распространения пламени, мг/м³.

9.7 Выбросы из систем вытяжной вентиляции следует проектировать отдельными, если хотя бы в одной из труб или шахт возможно отложение горючих веществ или если при смешении выбросов возможно образование взрывоопасных смесей.

Разрешается соединение в одну шахту таких выбросов, предусматривая вертикальные разделки с пределом огнестойкости EI 30 от места пересечения покрытия каждым воздуховодом до устья.

10 Использование тепловых вторичных энергетических ресурсов, энергии возобновляемых источников и местных видов топлива

10.1 Отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха следует, как правило, проектировать, предусматривая использование энергии возобновляемых источников и местных видов топлива, а также тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР):

а) воздуха, удаляемого системами местных отсосов и общеобменной вентиляции с механическим побуждением;

б) тепло- и холодоносителей от технологических установок.

Использование теплоты воздуха из систем вентиляции с естественным побуждением предусматривают при обосновании.

10.2 Целесообразность использования энергии возобновляемых источников и местных видов топлива с учетом экологической обстановки, а также ВЭР для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должна быть обоснована технико-экономическим расчетом, при этом следует принимать во внимание неравномерность поступления ВЭР и теплопотребления в системах. На этом основании осуществляется выбор схем использования энергии возобновляемых источников, утилизации теплоты, подбор оборудования для применения местных видов топлива, теплоутилизации, типа теплонасосных установок. При равной экономичности проектных решений (в пределах ± 5 %) следует принимать решение, обеспечивающее большую экономию топлива.

10.3 Концентрация вредных веществ в приточном воздухе при использовании теплоты (холода) ВЭР не должна превышать указанной в 5.12.

10.4 В воздуховоздушных и газовоздушных теплоутилизаторах в местах присоединения воздуховодов следует обеспечивать давление приточного воздуха больше давления удаляемого воздуха или газа. При этом максимальная разность давлений не должна превышать значения, допустимого по техническим условиям на теплоутилизационное оборудование.

В воздуховоздушных и газовоздушных теплоутилизаторах следует учитывать перенос вредных веществ за счет конструктивных особенностей аппарата.

10.5 В воздуховоздушных теплоутилизаторах (а также в теплоутилизаторах на базе тепловых труб) для нагревания (охлаждения) приточного воздуха не следует использовать воздух:

а) из помещений категорий А и Б; разрешается использовать воздух из помещений категорий А и Б для нагревания воздуха этих помещений при применении оборудования систем во взрывозащищенном исполнении;

б) из систем местных отсосов взрывоопасных смесей или воздуха, содержащего вредные вещества 1-го класса опасности; разрешается использовать воздух из систем местных отсосов невзрывоопасных пылевоздушных смесей после их очистки от пыли;

в) содержащий осаждающиеся или конденсирующиеся на теплообменных поверхностях вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности или имеющий резко выраженные неприятные запахи – в регенеративных теплоутилизаторах, а также в теплоутилизаторах на базе тепловых труб;

г) содержащий болезнетворные бактерии, вирусы, грибки в опасных концентрациях, установленных в [3].

10.6 В теплоутилизаторах для нагревания (охлаждения) приточного воздуха разрешается использовать теплоту вредных и горючих жидкостей и газов, применяемых в качестве промежуточного теплоносителя, заключенного в герметизированные трубопроводы и теплообменники, предусматривая дополнительный контур с теплоносителем, не содержащим вредных веществ 1, 2 и 3-го классов опасности или при содержании их с концентрацией, не превышающей ПДК при аварийном выделении в помещение.

10.7 В контактных теплоутилизаторах (камерах орошения) для нагревания (охлаждения) приточного воздуха следует использовать воду питьевого качества или водные растворы, не содержащие вредных веществ.

10.8 При использовании теплоты (холода) вентиляционного воздуха, содержащего осаждающиеся пыли и аэрозоли, следует предусматривать очистку воздуха до концентраций, допустимых по техническим условиям на теплоутилизационное оборудование, а также очистку теплообменных поверхностей от загрязнений.

10.9 В системах утилизации теплоты ВЭР следует предусматривать мероприятия по защите промежуточного теплоносителя от замерзания и образования наледи на теплообменной поверхности теплоутилизаторов.

10.10 Резервное теплохолодоснабжение систем, использующих теплоту (холод) ВЭР от вентиляционных систем и технологического оборудования, следует предусматривать при технико-экономическом обосновании.

11 Автоматизация и электроснабжение

11.1 Электроприемники систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха следует предусматривать той же категории, которая устанавливается для электроприемников технологического или инженерного оборудования здания.

Электроснабжение систем аварийной вентиляции следует предусматривать I категории. При невозможности по местным условиям осуществлять питание электроприемников I категории от двух независимых источников разрешается осуществлять питание их от одного источника от разных трансформаторов двухтрансформаторной подстанции или от двух близлежащих однострансформаторных подстанций. При этом подстанции должны быть подключены к разным питающим линиям, проложенным по разным трассам, и иметь устройства автоматического ввода резерва, как правило, на стороне низкого напряжения.

11.2 Для зданий и помещений, оборудованных автоматическими установками пожаротушения или автоматической пожарной сигнализацией, следует предусматривать автоматическое блокирование электроприемников (кроме электроприемников оборудования, присоединяемого к однофазной сети освещения) систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления (далее – системы вентиляции) с этими установками для:

а) отключения при пожаре систем вентиляции, кроме систем подачи воздуха в тамбуры-шлюзы помещений категорий А и Б, а также местных систем кондиционирования воздуха (сплит-систем);

б) закрытия противопожарных клапанов.

Противопожарные клапаны должны иметь автоматическое и дистанционное управление.

Примечания

1 Необходимость частичного отключения систем вентиляции следует определять по технологическим требованиям.

2 Для помещений, не оборудованных пожарной автоматикой, следует предусматривать дистанционное отключение систем вентиляции, обслуживающих эти помещения, и закрытия противопожарных клапанов.

3 Противопожарные клапаны с тепловым замком разрешается применять в системах вентиляции помещений, которые защищаются тепловыми пожарными извещателями.

11.3 Помещения, имеющие установки пожарной автоматики, должны быть оборудованы дистанционными устройствами для отключения систем вентиляции, размещенными вне обслуживаемых ими помещений.

При наличии требований одновременного отключения всех систем вентиляции в помещениях категорий А и Б дистанционные устройства следует предусматривать снаружи здания.

Для помещений категорий В1–В4 разрешается предусматривать дистанционное отключение систем вентиляции для отдельных зон площадью не менее 2500 м².

11.4 Для оборудования, металлических трубопроводов и воздухопроводов систем отопления и вентиляции помещений заземление следует предусматривать согласно ТКП 339.

11.5 Здания должны быть оснащены техническими средствами автоматизации теплоснабжения.

11.6 Параметры теплоносителя (холодоносителя) и воздуха необходимо контролировать в следующих системах:

а) внутреннего теплоснабжения – температуру и давление теплоносителя в общих (подающем и обратном) трубопроводах в помещении для приточного вентиляционного оборудования; температуру и давление на выходе из теплообменных устройств;

б) отопления с местными отопительными приборами – температуру воздуха в контрольных помещениях (по требованию технологической части проекта);

в) воздушного отопления и приточной вентиляции – температуру приточного воздуха и температуру воздуха в контрольном помещении (по требованию технологической части проекта);

г) воздушного душирования – температуру подаваемого воздуха;

д) кондиционирования воздуха – температуру наружного, рециркуляционного, приточного воздуха после камеры орошения или поверхностного воздухоохладителя и в помещениях; относительную влажность воздуха в помещениях (при ее регулировании);

е) холодоснабжения – температуру холодоносителя до и после каждого теплообменного или смесительного устройства, давление холодоносителя в общем трубопроводе;

ж) вентиляции и кондиционирования воздуха с фильтрами, камерами статического давления, теплоутилизаторами – давление и разность давления воздуха (по требованию технических условий на оборудование или по условиям эксплуатации).

11.7 Приборы дистанционного контроля следует предусматривать для измерения основных параметров; для измерения остальных параметров следует предусматривать местные приборы (переносные или стационарные).

Для нескольких систем, оборудование которых расположено в одном помещении, следует предусматривать, как правило, один общий прибор для измерения температуры и давления в подающем трубопроводе и индивидуальные приборы на обратных трубопроводах оборудования.

11.8 Сигнализацию о работе оборудования («Включено», «Авария») следует предусматривать для систем:

- а) вентиляции помещений без проветривания производственных, административных, бытовых и общественных зданий;
- б) местных отсосов, удаляющих вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности или взрывоопасные смеси;
- в) общеобменной вытяжной вентиляции помещений категорий А и Б;
- г) вытяжной вентиляции помещений складов категорий А и Б, в которых отклонение контролируемых параметров от нормы может привести к аварии.

Примечание – Требования, относящиеся к помещениям без проветривания, не распространяются на уборные, курительные, гардеробные и другие подобные помещения.

11.9 Дистанционный контроль и регистрацию основных параметров в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха следует проектировать по технологическим требованиям.

11.10 Автоматическое регулирование параметров следует проектировать для систем:

- а) отопления, выполняемых в соответствии с 6.2.2;
- б) воздушного отопления и душирования;
- в) приточной и вытяжной вентиляции, работающих с переменным расходом воздуха, а также с переменной смесью наружного и рециркуляционного воздуха;
- г) приточной вентиляции (при обосновании);
- д) кондиционирования воздуха;
- е) холодоснабжения;
- ж) местного доувлажнения воздуха в помещениях;
- к) обогрева полов зданий (если система является основной для здания).

Для общественных, административных, бытовых и производственных зданий следует, как правило, предусматривать программное регулирование параметров, обеспечивающее снижение расхода теплоты.

11.11 При переменном тепловыделении датчики контроля и регулирования параметров воздуха следует размещать в характерных точках в обслуживаемой или рабочей зоне помещения в местах, где они не подвергаются воздействию нагретых или охлажденных поверхностей и воздушных струй. При постоянном тепловыделении разрешается при обосновании размещать датчики в приточных, рециркуляционных или вытяжных воздуховодах, если параметры воздуха в них не отличаются от параметров воздуха в помещении или отличаются на постоянное значение.

11.12 Автоматическое блокирование следует предусматривать для:

- а) открывания и закрывания клапанов наружного воздуха при включении и отключении вентиляторов;
- б) открывания и закрывания клапанов систем вентиляции, соединенных воздуховодами для полной или частичной взаимозаменяемости при выходе из строя одной из систем;
- в) закрывания клапанов (у систем для удаления газов и дыма после пожара – см. ТКП 45-4.02-273) на воздуховодах для помещений, защищаемых установками газового пожаротушения при отключении вентиляторов систем вентиляции этих помещений;
- г) включения резервного оборудования при выходе из строя основного;
- д) включения и отключения подачи теплоносителя при включении и отключении воздухонагревателей и отопительных агрегатов;
- е) включения систем аварийной вентиляции при образовании в воздухе рабочей зоны помещения концентраций вредных веществ, превышающих ПДК, а также концентраций горючих веществ в воздухе помещения, превышающих 10 % НКПРП газо-, паро-, пылевоздушной смеси.

11.13 Автоматическое блокирование вентиляторов систем местных отсосов и общеобменной вентиляции, указанных в 7.2.7 и 7.2.8, не имеющих резервных

вентиляторов, с технологическим оборудованием должно обеспечивать останов оборудования при выходе из строя вентилятора, а при невозможности останова технологического оборудования – включение аварийной сигнализации.

11.14 Для систем с переменным расходом наружного или приточного воздуха следует предусматривать блокировочные устройства для обеспечения минимального расхода наружного воздуха.

11.15 Для вытяжной вентиляции с очисткой воздуха в мокрых пылеуловителях следует предусматривать автоматическое блокирование вентилятора с устройством для подачи воды в пылеуловители, обеспечивая:

- а) включение подачи воды при включении вентилятора;
- б) остановку вентилятора при прекращении подачи воды или падении уровня воды в пылеуловителе;
- в) невозможность включения вентилятора при отсутствии воды или понижении уровня воды в пылеуловителе ниже заданного.

11.16 Включение воздушной завесы следует блокировать с открыванием ворот, дверей и технологических проемов. Автоматическое отключение завесы следует предусматривать после закрытия ворот, дверей или технологических проемов и восстановления нормируемой температуры воздуха помещения, предусматривая сокращение расхода теплоносителя до минимального, обеспечивающего незамерзание воды.

11.17 Следует предусматривать автоматическую защиту от замерзания воды в воздушнонагревателях.

11.18 Диспетчеризацию систем следует проектировать для производственных, жилых, общественных, административных и бытовых зданий, в которых предусмотрена диспетчеризация технологических процессов или работы инженерного оборудования.

11.19 Точность поддержания параметров микроклимата при кондиционировании (если отсутствуют специальные требования) следует принимать в точках установки датчиков:

- а) ± 1 °С – по температуре и ± 7 % – по относительной влажности;
- б) с местными кондиционерами-доводчиками и смесителями с индивидуальными регуляторами температуры прямого действия ± 2 °С.

12 Объемно-планировочные и конструктивные решения

12.1 Открываемые проемы или окна производственных помещений, предназначенные для естественного притока воздуха в теплый период года, следует размещать, как правило, на высоте не более 1,8 м от пола или рабочей площадки до низа проема, а для притока воздуха в холодный период года – на высоте не менее 3,2 м.

В жилых, общественных, административных и бытовых зданиях следует предусматривать окна с открываемыми створками, оборудованными специальными механизмами притвора, регулирующие воздушные клапаны, открываемые форточки, фрамуги или другие устройства, предназначенные для подачи приточного воздуха.

12.2 Для створок, фрамуг или жалюзи в световых проемах производственных и общественных зданий, размещаемых на высоте 2,2 м и более от уровня пола или рабочей площадки, следует предусматривать дистанционные и ручные устройства для открывания, размещаемые в пределах рабочей или обслуживаемой зоны помещения, а используемые для удаления дыма при пожаре – согласно требованиям ТКП 45-4.02-273.

12.3 Стационарные лестницы и площадки следует проектировать для обслуживания оборудования, арматуры и приборов, размещаемых на высоте 1,8 м и более от пола или уровня земли, в соответствии с правилами техники безопасности.

Работы по ремонту и обслуживанию арматуры, приборов, вентиляционных и отопительных агрегатов, автономных кондиционеров могут выполняться с передвижных устройств при соблюдении установленных правил техники безопасности.

12.4 Постоянные рабочие места, расположенные на расстоянии менее 3 м от наружных дверей и 6 м от ворот, следует защищать перегородками или экранами от обдувания холодным воздухом.

12.5 Для ремонта и обслуживания вентиляционного и холодильного оборудования следует разрабатывать строительные конструкции для грузоподъемных машин.

12.6 Для монтажа и демонтажа вентиляционного или холодильного оборудования (или замены его частей) следует предусматривать монтажные проемы.

13 Водоснабжение и канализация

13.1 Водоснабжение камер орошения, увлажнителей и доувлажнителей и других устройств, используемых для обработки приточного и рециркуляционного воздуха, целесообразно предусматривать водой питьевого качества по [7].

13.2 Воду, циркулирующую в камерах орошения и других аппаратах систем вентиляции и кондиционирования воздуха, следует фильтровать. При повышенных санитарных требованиях необходимо предусматривать бактерицидную очистку воды.

13.3 Воду технического качества следует предусматривать для мокрых пылеуловителей вытяжных систем (кроме рециркуляционных), а также для промывки приточного и теплоутилизационного оборудования.

13.4 Отвод воды в канализацию следует предусматривать для опорожнения систем отопления, тепло- и холодоснабжения и для отвода конденсата.

13.5 Качество воды, охлаждающей аппаратуру холодильных установок, следует принимать по техническим условиям на холодильные машины.

Приложение А

Расчетные нормы температуры и скорости воздуха в душирующей струе на рабочем месте в производственных помещениях

Таблица А.1

Категория работ	Температура воздуха вне струи, °С	Средняя на 1 м ² скорость воздуха в душирующей струе на рабочем месте, м/с	Температура воздуха в душирующей струе, °С, на рабочем месте при поверхностной плотности лучистого теплового потока, Вт/м ²				
			140–350	700	1400	2100	2800
Легкая – I	Принимать по ГОСТ 12.1.005	1,0	28	24	21	16	–
		2,0	–	28	26	24	20
		3,0	–	–	28	26	24
		3,5	–	–	–	27	25
Средней тяжести – II		1,0	27	22	–	–	–
		2,0	28	24	21	16	–
		3,0	–	27	24	21	18
		3,5	–	28	25	22	19
Тяжелая – III		2,0	25	19	16	–	–
		3,0	26	22	20	18	17
		3,5	–	23	22	20	19

Примечания

1 При температуре воздуха вне струи, отличающейся от указанной в таблице, температуру воздуха в душирующей струе на рабочем месте следует повышать или понижать на 0,4 °С на каждый градус разности от значения, приведенного в таблице, но принимать не ниже 16 °С.

2 Поверхностную плотность лучистого теплового потока следует принимать равной средней за время облучения.

3 При длительности воздействия лучистого теплового потока менее 15 или более 30 мин непрерывной работы температуру воздуха в душирующей струе разрешается принимать соответственно на 2 °С выше или ниже значений, приведенных в таблице.

4 Для промежуточных значений поверхностной плотности лучистого теплового потока температуру воздуха в душирующей струе следует определять интерполяцией.

Приложение Б

Коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости движения воздуха в струе

Таблица Б.1

Параметры микроклимата в помещении	Размещение людей	Коэффициент К для категорий работ	
		легкой – I	средней тяжести – II, тяжелой – III
Допустимые	В зоне прямого воздействия приточной струи воздуха в пределах участка:		
	а) начального и при воздушном душировании	1,0	1,0
	б) основного	1,4	1,8
	Вне зоны прямого воздействия приточной струи воздуха	1,6	2,0
	В зоне обратного потока воздуха	1,4	1,8
Оптимальные	В зоне прямого воздействия приточной струи воздуха в пределах участка:		
	а) начального	1,0	1,0
	б) основного	1,2	1,2
	Вне зоны прямого воздействия приточной струи или в зоне обратного потока воздуха	1,2	1,2
Примечание – Зона прямого воздействия струи определяется площадью поперечного сечения струи, в пределах которой скорость движения воздуха изменяется от v_x до $0,5v_x$.			

Приложение В

Допустимое отклонение температуры воздуха в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне

Таблица В.1

Параметры микроклимата в помещении	Помещения	Допустимые отклонения температуры, °С			
		при восполнении недостатков теплоты в помещении		при ассимиляции избытков теплоты в помещении	
		Размещение людей			
		в зоне прямого воздействия приточной струи	вне зоны прямого воздействия приточной струи	в зоне прямого воздействия приточной струи	вне зоны прямого воздействия приточной струи
Допустимые	Жилые, общественные, административные и бытовые:				
	Δt_1	3,0	3,5	–	–
	Δt_2	–	–	1,5	2,0
	Производственные:				
	Δt_1	5,0	6,0	–	–
	Δt_2	–	–	2,0	2,5
Оптимальные	Любые, за исключением помещений, к которым предъявляются специальные технологические требования:				
	Δt_1	1,0	1,5	–	–
	Δt_2	–	–	1,0	1,5

Приложение Г

Расчетные параметры наружного воздуха

Таблица Г.1

Наименование пункта	Расчетная географическая широта, градус северной широты	Барометрическое давление, гПа	Период года	Параметры А		Параметры Б		Скорость ветра, м/с	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С
				Температура воздуха, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг	Температура воздуха, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг		
Витебская область									
Верхнедвинск	56	999	Теплый	21,0	47,0	25,6	50,8	2,7	10,2
			Холодный	−11,0	−8,0	−25,0	−24,3	3,7	−
Полоцк	56	999	Теплый	21,1	47,0	25,7	50,8	2,1	10,6
			Холодный	−11,5	−8,7	−25,0	−24,0	3,3	−
Шарковщина	56	999	Теплый	21,0	47,0	25,6	50,8	2,5	10,6
			Холодный	−11,5	−8,0	−24,0	−23,4	3,8	−
Витебск	56	994	Теплый	21,1	47,8	25,7	51,4	2,4	10,0
			Холодный	−12,0	−9,4	−25,0	−24,4	3,7	−
Лепель	54	990	Теплый	21,0	47,2	25,6	50,8	2,0	9,74
			Холодный	−11,5	−8,7	−24,0	−23,5	2,9	−
Минская область									
Вилейка	54	990	Теплый	21,4	47,0	26,0	50,6	2,4	10,5
			Холодный	−10,0	−6,7	−24,0	−22,9	3,5	−
Борисов	54	990	Теплый	21,6	47,5	26,2	51,1	2,8	10,4
			Холодный	−11,0	−8,0	−24,0	−23,2	3,5	−
Воложин	54	990	Теплый	20,8	47,0	25,4	50,6	2,6	9,3
			Холодный	−9,5	−6,0	−23,0	−21,9	3,5	−
Минск	54	988	Теплый	21,2	47,2	25,8	50,6	2,2	9,8
			Холодный	−10,0	−6,8	−24,0	−22,7	3,0	−

Марьина Горка	54	994	Теплый	21,8	48,3	26,4	51,7	2,7	10,8
			Холодный	−11,0	−7,3	−24,0	−22,7	3,8	−
Слуцк	54	996	Теплый	21,8	48,4	26,4	51,8	2,9	11,2
			Холодный	−9,5	−6,1	−23,0	−21,6	4,5	−
Гродненская область									
Лида	54	996	Теплый	21,5	47,0	26,1	50,6	2,7	10,5
			Холодный	−9,0	−5,4	−22,0	−20,8	3,6	−
Гродно	54	999	Теплый	21,7	47,6	26,3	51,4	3,3	11,4
			Холодный	−8,5	−4,7	−22,0	−20,5	4,5	−
Новогрудок	54	982	Теплый	20,3	47,0	24,9	50,6	3,0	9,2
			Холодный	−10,0	−6,0	−21,0	−20,3	5,0	−
Волковыск	54	990	Теплый	22,0	47,6	26,6	51,5	2,8	10,6
			Холодный	−8,5	−4,8	−21,0	−20,4	3,9	−
Могилевская область									
Горки	54	991	Теплый	21,1	48,4	25,7	52,4	2,8	10,5
			Холодный	−12,5	−9,9	−26,0	−25,2	4,6	−
Могилев	54	992	Теплый	21,6	47,8	26,2	51,6	3,2	10,7
			Холодный	−11,5	−8,7	−24,0	−23,2	4,7	−
Славгород	54	996	Теплый	22,0	49,0	26,6	52,5	2,6	10,4
			Холодный	−11,5	−8,7	−24,0	−23,6	3,8	−
Бобруйск	54	1000	Теплый	22,3	48,8	26,9	52,2	2,9	11,3
			Холодный	−10,5	−7,4	−23,0	−22,2	4,0	−
Брестская область									
Барановичи	54	992	Теплый	21,9	47,3	26,5	51,2	3,0	10,8
			Холодный	−9,0	−5,4	−22,0	−21,0	4,2	−
Ганцевичи	52	1000	Теплый	22,2	48,5	26,8	52,0	2,1	11,4
			Холодный	−9,0	−5,5	−22,0	−20,8	2,9	−

Пружаны	52	1000	Теплый	22,2	48,5	26,8	52,4	2,4	11,1
			Холодный	−8,0	−4,1	−22,0	−20,5	3,4	−
Брест	52	998	Теплый	22,6	49,6	27,2	53,0	2,3	10,6
			Холодный	−7,0	−2,8	−21,0	−19,6	3,1	−
Пинск	52	998	Теплый	22,4	50,0	27,0	53,6	2,7	10,7
			Холодный	−8,5	−4,8	−21,0	−19,9	3,7	−
Гомельская область									
Жлобин	52	999	Теплый	22,4	49,4	27,0	53,0	2,2	10,8
			Холодный	−10,5	−7,5	−24,0	−22,9	2,9	−
Гомель	52	1001	Теплый	22,3	50,3	26,9	54,0	2,5	10,3
			Холодный	−10,5	−7,5	−24,0	−23,3	3,3	−
Василевичи	52	999	Теплый	22,8	49,8	27,4	53,7	1,9	11,4
			Холодный	−10,0	−6,9	−23,0	−22,2	2,8	−
Житковичи	52	1000	Теплый	22,5	49,8	27,1	53,4	2,2	11,2
			Холодный	−9,0	−5,6	−22,0	−21,1	2,9	−
Лельчицы	52	999	Теплый	22,8	50,0	27,4	53,7	2,5	11,6
			Холодный	−9,0	−5,6	−22,0	−20,7	3,1	−
Брагин	52	1003	Теплый	22,5	49,8	27,1	53,6	2,5	11,4
			Холодный	−10,0	−6,8	−22,0	−21,4	3,8	−

Приложение Д

Потери теплоты через ограждающие конструкции помещений

Д.1 Основные и добавочные потери теплоты следует определять, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции Q , Вт, с округлением до 10 Вт для помещений, по формуле

$$Q = A \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n / R_T, \quad (\text{Д.1})$$

где A – расчетная площадь ограждающей конструкции, м²;

t_p – расчетная температура воздуха в помещении, °С, с учетом повышения ее в зависимости от высоты для помещений высотой более 4 м;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждающие конструкции; определяют по ТКП 45-2.04-43 (приложения К и Л), °С (при этом $n = 1$);

β – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь, определяемые в соответствии с Д.2;

n – коэффициент; принимают по ТКП 45-2.04-43 в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

R_T – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м² · °С/Вт; определяют по ТКП 45-2.04-43 (кроме полов на грунте); для полов на грунте – в соответствии с Д.3, принимая $R_T = R_c$ – для неутепленных полов и $R_T = R_h$ – для утепленных.

Д.2 Добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции β следует принимать в долях от основных потерь:

а) в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад, – 0,10, на юго-восток и запад – 0,05;

в общественных, административных, бытовых и производственных помещениях через две наружные стены и более – 0,15, если одна из ограждающих конструкций обращена на север, восток, северо-восток и северо-запад, и 0,10 – в других случаях;

в угловых помещениях – дополнительно по 0,05 на каждую стену, дверь и окно;

б) в помещениях (при типовом проектировании) через стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света, – 0,08 при одной наружной стороне и для угловых помещений – 0,13; во всех жилых помещениях – 0,13 независимо от количества наружных стен;

в) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты:

0,20 H – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 H – для двойных дверей с тамбуром между ними;

0,34 H – для двойных дверей без тамбура;

0,22 H – для одинарных дверей;

г) через наружные ворота, не оборудованные воздушными и воздушно-тепловыми завесами, – 3,00 при отсутствии тамбура и 1,00 при наличии тамбура у ворот.

Примечание – Для летних и запасных наружных дверей и ворот добавочные потери теплоты по перечислениям в) и г) не следует учитывать.

Д.3 Сопротивление теплопередаче для полов следует определять:

а) для неутепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли с коэффициентом теплопроводности $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая $R_c, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, равным:

2,1 – для первой зоны;

4,3 – для второй зоны;

8,6 – для третьей зоны;

14,2 – для четвертой оставшейся площади пола.

б) для утепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли – с утепляющим слоем толщиной δ , мм, и коэффициентом теплопроводности $\lambda_h < 1,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ – по формуле

$$R_h = R_c + (\delta / \lambda_h); \quad (\text{Д.2})$$

в) для полов на лагах – по формуле

$$R_h = 1,18 \cdot (R_c + \delta / \lambda); \quad (\text{Д.3})$$

г) если теплотери через полы и заглубленные части зданий составляют более 20 % от общего теплового баланса проектируемого помещения или при необходимости точной оценки температурного режима полов и заглубленных частей зданий, расчеты следует производить по отдельной методике.

Д.4 Потери теплоты через ограждающие конструкции производственных помещений со значительными избытками теплоты следует рассчитывать с учетом лучистого теплообмена между источниками теплоты и ограждающими конструкциями.

Приложение Е

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещений

Е.1 Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха Q_i , Вт, следует определять по формуле

$$Q_i = 0,28 \sum G_i c \cdot (t_p - t_i) \cdot k, \quad (\text{Е.1})$$

где G_i – расход инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции помещения, кг/ч, определяемый в соответствии с (Е.3);

c – удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}$;

t_p, t_i – расчетные температуры воздуха, °С, соответственно в помещении (средняя с учетом повышения для помещений высотой более 4 м) и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б);

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный:

0,7 – для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами;

0,8 – для окон и балконных дверей с раздельными переплетами;

1,0 – для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

Е.2 Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха Q_i , Вт, в помещениях жилых и общественных зданий при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, следует принимать равным большей из величин, полученных в результате расчета по формулам (Е.1) и (Е.2):

$$Q_i = 0,28L_n \rho c \cdot (t_p - t_i) \cdot k, \quad (\text{Е.2})$$

где L_n – расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, м³/ч; для жилых зданий удельный нормативный расход принимается в соответствии с СН 3.02.01;

ρ – плотность воздуха в помещении, кг/м³.

Е.3 Расход инфильтрующегося воздуха в помещении G_i , кг/ч, через неплотности наружных ограждающих конструкций следует определять по формуле

$$G_i = 0,216 \sum A_1 \Delta p_i^{0,67} / R_B + \sum A_2 G_H \cdot (\Delta p_i - \Delta p_1)^{0,67} + 3456 \sum A_3 \Delta p_i^{0,5} + 0,5 \sum l \Delta p_i / \Delta p_1, \quad (\text{Е.3})$$

где A_1, A_2 – площади наружных ограждающих конструкций, м², соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждающих конструкций;

A_3 – площадь щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях, м²;

$\Delta p_i, \Delta p_1$ – расчетная разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при $\Delta p_1 = 10$ Па;

R_B – сопротивление воздухопроницанию, м² · ч · Па/кг, принимаемое по ТКП 45-2.04-43;

G_H – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м² · ч), принимаемая по ТКП 45-2.04-43;

l – длина стыков стеновых панелей, м.

Расчетная разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции Δp_i , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании p_{int} , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание $\sum G_i$, кг/ч, и удаляемого из здания $\sum G_{ext}$, кг/ч, за счет теплового и ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходуемого на технологические нужды.

Расчетную разность давлений Δp_i , Па, определяют по формуле

$$\Delta p_i = (H - h_i) \cdot (\gamma_H - \gamma_B) + 0,5 \rho_i v^2 \cdot (c_{en} - c_{ep}) \cdot k_h - p_{int}, \quad (\text{Е.4})$$

где H – высота здания от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты, м;

h_i – расчетная высота от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей, м;

γ_H, γ_B – удельный вес соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, Н/м³; определяют по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{(273 + t)}, \quad (E.5)$$

здесь t – температура внутреннего или наружного воздуха, определяемая в соответствии с ТКП 45-2.04-43;

ρ_i – плотность наружного воздуха, кг/м³;

v – скорость ветра, м/с; принимают по приложению Г;

C_{en}, C_{ep} – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждающих конструкций здания; целесообразно принимать по [8];

k_h – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания; целесообразно принимать по [8];

p_{int} – условно-постоянное давление воздуха в здании, Па.

Примечания

1 Максимальный расход теплоты на нагревание наружного воздуха следует учитывать для каждого помещения при наиболее неблагоприятном для него направлении ветра. При расчете тепловой нагрузки здания с автоматическим регулированием расход теплоты на инфильтрацию следует принимать при наиболее неблагоприятном направлении ветра для всего здания.

2 Инфильтрацию воздуха в помещение через стыки стеновых панелей следует учитывать только для жилых зданий.

Приложение Ж

Системы отопления

Таблица Ж.1

Помещения	Система отопления (отопительные приборы, теплоноситель, предельная температура теплоносителя или теплоотдающей поверхности)
1 Жилые, общественные, административные и бытовые (кроме указанных в позициях 2–10)	Водяное, с радиаторами, панелями и конвекторами, при температуре теплоносителя 95 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 95 °С. Воздушное. Местное (квартирное) водяное, с радиаторами или конвекторами, при температуре теплоносителя 95 °С. Электрическое или газовое, с температурой на теплоотдающей поверхности 95 °С
2 Помещения детских дошкольных учреждений, лестничные клетки и вестибюли в детских дошкольных учреждениях	Водяное, с радиаторами, панелями и конвекторами, при температуре теплоносителя 95 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности не более 95 °С
3 Палаты, операционные и другие помещения лечебного назначения в больницах (кроме психиатрических и наркологических)	Водяное, с радиаторами и панелями, при температуре теплоносителя 85 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5)

4 Палаты, операционные и другие помещения лечебного назначения в психиатрических и наркологических больницах	Водяное, с радиаторами и панелями, при температуре теплоносителя 95 °С. Водяное, с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 95 °С
5 Спортивные залы	Воздушное. Водяное, с радиаторами, панелями и конвекторами и гладкими трубами, при температуре теплоносителя 95 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 95 °С. Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 150 °С или газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267
6 Помещения бань, прачечных и душевых	Водяное, с радиаторами, конвекторами и гладкими трубами, при температуре теплоносителя 95 °С. Воздушное. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5)
7 Помещения общественного питания (кроме ресторанов) и торговые залы (кроме указанных в позиции 8)	Водяное, с радиаторами, панелями, конвекторами и гладкими трубами, при температуре теплоносителя 95 °С. Водяное, с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 95 °С. Воздушное. Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 150 °С, и газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267. Электрическое и газовое, с высокотемпературными излучателями в помещениях и зданиях на открытом воздухе
8 Торговые залы и помещения для обработки и хранения материалов, содержащих легковоспламеняющиеся жидкости	Принимать по позиции 11, перечисление а) или б)
9 Пассажиры залы вокзалов	Воздушное. Водяное, с радиаторами и конвекторами, при температуре теплоносителя 150 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 95 °С. Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 150 °С, и газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267
10 Зрительные залы и залы ресторанов	Водяное, с радиаторами и конвекторами, при температуре теплоносителя 95 °С. Водяное, с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 95 °С. Воздушное. Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 115 °С, и газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267

11 Производственные помещения: а) категорий А, Б и В1–В4, без выделения пыли и аэрозолей или с выделением негорючей пыли б) категорий А, Б и В1–В4, с выделением горючей пыли и аэрозолей в) категорий Г1, Г2 и Д, без выделения пыли и аэрозолей г) категорий Г1, Г2 и Д, с повышенными требованиями к чистоте воздуха д) категорий Г1, Г2 и Д, с выделением негорючих пыли и аэрозолей е) категорий Г1, Г2 и Д, с выделением горючих пыли и аэрозолей ж) категорий Г1, Г2 и Д, со значительным влаговыведением к) с выделением возгоняемых ядовитых веществ	Воздушное в соответствии с 7.1.10 и 7.1.11. Водяное и паровое в соответствии с 6.1.8, 6.2.8, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 130 °С. Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 120 °С. Электрическое – для помещений категорий В1–В4 (кроме складов категорий В1–В4), при температуре на теплоотдающей поверхности 130 °С. Газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267. Электрическое – для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении целесообразно руководствоваться [9], при температуре на теплоотдающей поверхности 130 °С Воздушное в соответствии с 7.1.10 и 7.1.11. Водяное и паровое в соответствии с 6.1.8, 6.2.8, при температуре теплоносителя воды: 110 °С – в помещениях категорий А и Б и 120 °С – в помещениях категорий В2–В4. Электрическое – для помещений категорий В1–В4 (кроме складов категорий В1–В4), при температуре на теплоотдающей поверхности 110 °С. Электрическое – для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении целесообразно руководствоваться [9], при температуре на теплоотдающей поверхности 110 °С. Газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267 Воздушное. Водяное и паровое, с ребристыми трубами, радиаторами и конвекторами, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 130 °С. Водяное, с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 120 °С. Электрическое, в том числе с высокотемпературными излучателями (в соответствии с 6.2.7). Газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267 Воздушное. Водяное, с радиаторами (без оребрения), панелями и гладкими трубами, при температуре теплоносителя 120 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5) Воздушное. Водяное и паровое, с радиаторами, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 130 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 120 °С. Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 150 °С. Газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267 Воздушное. Водяное и паровое, с радиаторами и гладкими трубами, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 110 °С. Водяное, с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы (в соответствии с 6.2.5). Воздушное. Водяное и паровое, с радиаторами, конвекторами и ребристыми трубами, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 130 °С. Водяное, с инфракрасными потолочными панелями, при температуре теплоносителя 120 °С. Газовое в соответствии с ТКП 45-4.03-267 По нормам технологического проектирования
12 Лестничные клетки, пешеходные переходы и вестибюли	Водяное и паровое, с радиаторами, конвекторами и калориферами, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 130 °С. Воздушное
13 Тепловые пункты	Водяное и паровое, с радиаторами и гладкими трубами, при температуре теплоносителей: воды – 120 °С, пара – 130 °С

14 Отдельные помещения и рабочие места в неотапливаемых и отапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже нормируемой (кроме помещений категорий А, Б и В1–В4)	Газовое и электрическое, в том числе с высокотемпературными излучателями (в соответствии с 6.2.8)
15 Киоски (павильоны), в том числе: отдельно стоящие встраиваемые в здания	Водяное, с радиаторами или конвекторами, при температуре теплоносителя 95 °С. Электрическое, с температурой на теплоотдающей поверхности 95 °С
Примечания 1 Температуру воздуха при расчете систем воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией или кондиционированием воздуха, следует определять в соответствии с требованиями 7.1.10. 2 Отопление газовыми приборами в зданиях III–V степеней огнестойкости не допускается.	

Приложение К

Расчет теплового потока и расхода теплоносителя в системе водяного отопления

К.1 Расчетный тепловой поток Q_t , Вт, обеспечиваемый теплоносителем системы, ветви, стояка или расчетного участка, следует определять по формуле

$$Q_t = \sum Q_1 + Q_2 + \sum Q_3, \quad (\text{К.1})$$

где Q_1 – расчетный тепловой поток отопительных приборов отапливаемого помещения, Вт; определяют в соответствии с К.2;

Q_2 – дополнительные потери теплоты при остывании теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых помещениях, Вт, определяемые расчетом;

Q_3 – часть расчетных потерь теплоты, возмещаемых поступлением теплоты от трубопроводов, проходящих в отапливаемом помещении, в соответствии с 6.4.3, Вт.

К.2 Расчетный тепловой поток отопительных приборов отапливаемого помещения Q_1 , Вт, следует определять по формуле

$$Q_1 = (Q_4 - Q_3) \cdot \beta_1 \beta_2, \quad (\text{К.2})$$

где Q_4 – расчетные суммарные потери теплоты отапливаемого помещения, Вт; определяют в соответствии с К.3;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, принимаемый по таблице К.1;

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждающих конструкций, принимаемый по таблице К.2.

Таблица К.1

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, Вт	Коэффициент β_1
100	1,01
120	1,02
150	1,03
180	1,04
210	1,06

240	1,08
300	1,13

Примечание – Для отопительных приборов помещения с номинальным тепловым потоком более 2300 Вт следует принимать вместо коэффициента β_1 коэффициент β'_1 , определяемый по формуле $\beta'_1 = 0,5 \cdot (1 + \beta_1)$.

Таблица К.2

Отопительные приборы	Коэффициент β_2 при установке прибора	
	у наружной стены, в том числе под световым проемом	у остекления светового проема
Радиаторы:		
чугунный секционный	1,02	1,07
стальной панельный	1,04	1,10
Конвекторы:		
с кожухом	1,02	1,05
без кожуха	1,03	1,07

К.3 Расчетные суммарные потери теплоты отапливаемого помещения Q_4 , Вт, следует определять по формуле

$$Q_4 = \sum Q + Q_i - Q_h \cdot (1 - \eta_1), \quad (\text{К.3})$$

где Q – основные и добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции помещения, Вт; определяют по приложению Д;

Q_i – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещения, Вт; определяют по приложению Е;

Q_h – суммарный тепловой поток, регулярно поступающий в помещения здания от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, коммуникаций, материалов, людей и других источников, Вт; определяют согласно 6.1.1, перечисление г);

η_1 – коэффициент; принимают по таблице К.3 в зависимости от способа регулирования системы отопления.

Таблица К.3

Система отопления и способ регулирования	η_1
Однотрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и с пофасадным авторегулированием на вводе или система поквартирного отопления однотрубная или двухтрубная с горизонтальной разводкой	1,0
Двухтрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и с центральным авторегулированием на вводе	0,95
Однотрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и с центральным авторегулированием на вводе или однотрубная система без автоматических терморегуляторов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также двухтрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,9
Однотрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,85
Система отопления без автоматических терморегуляторов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха	0,7
Система отопления без автоматических терморегуляторов и без авторегулирования на вводе – регулирование центральное в центральном тепловом пункте или котельной	0,5
Водяное отопление без регулирования	0,2

Приложение Л

Стальные трубы для систем отопления и теплоснабжения

Таблица Л.1

Теплоноситель	Трубы с наружным диаметром, мм	
	до 60 включ.	св. 60
Горячая вода	Электросварные по ГОСТ 10704 Легкие по ГОСТ 3262	Электросварные по ГОСТ 10704 и ГОСТ 8732
Насыщенный пар	Электросварные по ГОСТ 10704 Обыкновенные по ГОСТ 3262	

Примечания

1 Толщину стенки трубы следует принимать минимальную по ТНПА для расчетного диаметра трубы с учетом соединения на резьбе или сваркой.

2 Для трубопроводов при скрытой прокладке, а также для элементов системы отопления, встроенных в строительные конструкции зданий, следует применять трубы обыкновенные по ГОСТ 3262 или трубы со стенками такой же толщины по ГОСТ 10704.

3 Стальные электросварные трубы следует соединять сваркой.

4 Для дренажных и воздуховыпускных трубопроводов следует применять оцинкованные трубы по ГОСТ 3262, разрешается применять трубы из полимерных материалов.

Приложение М

Допустимая скорость движения воды в трубах

Таблица М.1

Допустимый эквивалентный уровень шума, дБ	Допустимая скорость движения воды, м/с, в трубах при коэффициентах местных сопротивлений узла отопительного прибора или стояка с арматурой, приведенных к скорости теплоносителя в трубах				
	до 5	10	15	20	30
25	1,5/1,5	1,1/0,7	0,9/0,55	0,75/0,50	0,60/0,40
30	1,5/1,5	1,5/1,2	1,2/1,00	1,00/0,80	0,85/0,65
35	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,10	1,20/0,95	1,00/0,80
40	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,50	1,50/1,50	1,30/1,20
Примечания 1 В числителе приведена допустимая скорость теплоносителя при применении кранов пробочных, трехходовых и двойной регулировки, в знаменателе – при применении вентилей. 2 Скорость движения воды в трубах, прокладываемых через несколько помещений, следует определять, принимая в расчет: а) помещение с наименьшим допустимым эквивалентным уровнем шума; б) арматуру с наибольшим коэффициентом местного сопротивления, устанавливаемую на любом участке трубопровода, прокладываемого через это помещение, при длине участка 30 м в обе стороны от помещения.					

Приложение Н

Расчет расхода и температуры приточного воздуха

Н.1 Расход приточного воздуха L , $\text{м}^3/\text{ч}$, для системы вентиляции и кондиционирования воздуха следует определять расчетом и принимать больший из расходов, требуемых для обеспечения:

- а) санитарно-гигиенических норм в соответствии с Н.2;
- б) норм взрывопожарной безопасности в соответствии с Н.3.

Н.2 Расход воздуха следует определять отдельно для теплого и холодного периодов года и переходных условий, принимая большую из величин, полученных по формулам (Н.1)–(Н.7) при плотности приточного и удаляемого воздуха, равной 1,2 кг/м³:

а) по избыткам явной теплоты:

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q - cL_{w,z} \cdot (t_{w,z} - t_{in})}{c \cdot (t_l - t_{in})}. \quad (\text{Н.1})$$

Тепловой поток, поступающий в помещение от прямой и рассеянной солнечной радиации, следует учитывать при проектировании:

– вентиляции, в том числе с испарительным охлаждением воздуха, – для теплого периода года;

– кондиционирования воздуха – для теплого и холодного периодов года и для переходных условий;

б) по массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ:

$$L = L_{w,z} + \frac{m_{po} - L_{w,z} \cdot (q_{w,z} - q_{in})}{q_l - q_{in}}. \quad (\text{Н.2})$$

При одновременном выделении в помещении нескольких вредных веществ, обладающих эффектом суммации действия, воздухообмен следует определять, суммируя расходы воздуха, рассчитанные по каждому из этих веществ;

в) по избыткам влаги (водяного пара):

$$L = L_{w,z} + \frac{W - 1,2 \cdot (d_{w,z} - d_{in})}{1,2 \cdot (d_l - d_{in})}. \quad (\text{Н.3})$$

Для помещений с избытком влаги следует проверять достаточность воздухообмена для предупреждения образования конденсата на внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций при расчетных параметрах Б наружного воздуха в холодный период года;

г) по избыткам полной теплоты:

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q_{h,f} - 1,2L_{w,z} \cdot (l_{w,z} - l_{in})}{1,2 \cdot (l_l - l_{in})}, \quad (\text{Н.4})$$

д) по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p n; \quad (\text{Н.5})$$

е) по нормируемому удельному расходу приточного воздуха:

$$L = Ak; \quad (\text{Н.6})$$

$$L = Nm; \quad (\text{Н.7})$$

где $L_{w,z}$ – расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, м³/ч;

$Q, Q_{h,f}$ – избыточный явный и полный тепловой потоки в помещение, Вт;

c – теплоемкость воздуха, равная 1,2 кДж/(м³·°C);

$t_{w,z}$ – температура воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещения, удаляемого системами местных отсосов, и на технологические нужды, °C;

t_l	– температура воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, °С;
t_{in}	– температура воздуха, подаваемого в помещение, °С; определяют в соответствии с Н.6;
W	– избытки влаги в помещении, г/ч;
$d_{w,z}$	– влагосодержание воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, г/кг;
d_l	– влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, г/кг;
d_{in}	– влагосодержание воздуха, подаваемого в помещение, г/кг;
$I_{w,z}$	– удельная энтальпия воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и на технологические нужды, кДж/кг;
I_l	– удельная энтальпия воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, кДж/кг;
I_{in}	– удельная энтальпия воздуха, подаваемого в помещение, кДж/кг, определяемая с учетом повышения температуры в соответствии с Н.6;
m_{po}	– расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/ч;
$q_{w,z}, q_l$	– концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за ее пределами, мг/м ³ ;
q_{in}	– концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м ³ ;
V_p	– объем помещения, м ³ ; для помещений высотой 6 м и более следует принимать $V_p = 6A$;
A	– площадь помещения, м ² ;
N	– количество человек (посетителей), рабочих мест, единиц оборудования;
n	– нормируемая кратность воздухообмена, ч ⁻¹ ;
k	– нормируемый расход приточного воздуха на 1 м ² пола помещения, м ³ /(ч·м ²);
m	– нормируемый удельный расход приточного воздуха на 1 чел., м ³ /ч, на одно рабочее место, на одного посетителя или единицу оборудования.

Параметры воздуха $t_{w,z}$, $d_{w,z}$, $I_{w,z}$ следует принимать равными расчетным параметрам в обслуживаемой или рабочей зоне помещения по разделу 4, а $q_{w,z}$ – равной ПДК в рабочей зоне помещения.

Н.3 Расход воздуха для обеспечения норм взрывопожарной безопасности следует определять по формуле (Н.2).

При этом в формуле (Н.2) $q_{w,z}$ и q_l следует заменить на $0,1q_g$, мг/м³ (где q_g – нижний концентрационный предел распространения пламени по газо-, паро- и пылевоздушной смесям).

Н.4 Расход воздуха L_{he} , м³/ч, для воздушного отопления, не совмещенного с вентиляцией, следует определять по формуле

$$L_{he} = \frac{3,6Q_{he}}{c \cdot (t_{he} - t_{w,z})}, \quad (\text{Н.8})$$

где Q_{he} – тепловой поток для отопления помещения, Вт;

t_{he} – температура подогретого воздуха, °С, подаваемого в помещение, определяется расчетом.

Н.5 Расход воздуха L_{mt} от периодически работающих вентиляционных систем с номинальной производительностью L_d , м³/ч, приводится исходя из времени n' , мин, прерываемой работы системы в течение 1 ч:

$$L_{mt} = \frac{L_d n'}{60}. \quad (\text{Н.9})$$

Н.6 Температуру приточного воздуха, подаваемого системами вентиляции с искусственным побуждением и кондиционирования воздуха, t_{in} , °С, следует определять по формулам:

а) при необработанном наружном воздухе

$$t_{in} = t_{ext} + 0,001p; \quad (\text{Н.10})$$

б) при наружном воздухе, охлажденном циркулирующей водой по адиабатному циклу, снижающем его температуру на Δt_1 , °С,

$$t_{in} = t_{ext} - \Delta t_1 + 0,001p; \quad (\text{Н.11})$$

в) при необработанном наружном воздухе (см. перечисление а)) и местном доувлажнении воздуха в помещении, снижающем его температуру на Δt_2 , °С,

$$t_{in} = t_{ext} - \Delta t_2 + 0,001p; \quad (\text{Н.12})$$

г) при наружном воздухе, охлажденном циркулирующей водой (см. перечисление б)), и местном доувлажнении (см. перечисление в))

$$t_{in} = t_{ext} - \Delta t_1 - \Delta t_2 + 0,001p; \quad (\text{Н.13})$$

д) при наружном воздухе, нагретом в воздухонагревателе, повышающем его температуру на Δt_3 , °С,

$$t_{in} = t_{ext} + \Delta t_3 + 0,001p, \quad (\text{Н.14})$$

где p – полное давление вентилятора, Па;
 t_{ext} – температура наружного воздуха, °С.

Приложение II

Минимальный расход наружного воздуха для помещений

Таблица II.1

Помещения (участки, зоны)	Помещения				Приточные системы
	с проветриванием	без проветривания			
	Расход воздуха				
	на 1 чел., м³/ч	на 1 чел., м³/ч	обмен в 1 ч	Процент общего воздухообмена, не менее	
Производственные	30 ¹⁾ ; 20 ²⁾	60	1	–	Без рециркуляции или с рециркуляцией при кратности 10 обменов в 1 ч и более

	—	60 90 120	—	20 15 10	С рециркуляцией при кратности менее 10 обменов в 1 ч
Общественные, административные и бытовые	По требованиям соответствующих технических нормативных правовых актов	60; 20 ³⁾	—	—	—
Жилые	3 на 1 м ² жилых помещений ⁴⁾	—	—	—	—

¹⁾ При объеме помещения (участка, зоны) на одного человека менее 20 м³.
²⁾ При объеме помещения (участка, зоны) на одного человека 20 м³ и более.
³⁾ Для зрительных залов, залов совещаний и других помещений, в которых люди находятся до 3 ч непрерывно.
⁴⁾ При отсутствии людей разрешается снижение подачи наружного воздуха, но не менее 0,5 обменов в 1 ч.

Приложение Р

Изделия и материалы для воздуховодов

Таблица Р.1

Характеристика транспортируемой среды	Изделия и материалы
Воздух температурой не более 80 °С при относительной влажности не более 60 %	Бетонные, железобетонные вентиляционные блоки; гипсокартонные и гипсобетонные короба; сталь – тонколистовая оцинкованная, кровельная, листовая, рулонная холоднокатаная; стеклоткань; другие материалы, отвечающие требованиям транспортируемой среды
Воздух температурой не более 80 °С при относительной влажности более 60 %	Бетонные и железобетонные вентиляционные блоки; сталь – тонколистовая оцинкованная, листовая; листовый алюминий; пластмассовые трубы и плиты; стеклоткань; другие материалы, отвечающие требованиям транспортируемой среды
Воздушная смесь с химически активными газами, парами и пылью	Керамические трубы; пластмассовые трубы и короба; блоки из кислотоупорного бетона и пластобетона; стеклоткань; металлопласт; листовая сталь; другие материалы, отвечающие требованиям транспортируемой среды

Примечание – Воздуховоды должны иметь покрытие, стойкое к транспортируемой и окружающей среде.

Приложение С

Размеры разделок и отступок у печей и дымовых каналов

С.1 Размеры разделок печей и дымовых каналов с учетом толщины стенки печи следует принимать равными 380 мм до конструкций зданий из горючих материалов и 250 мм – до конструкций, защищенных в соответствии с 6.5.14, перечисление б).

С.2 Требования к отступкам приведены в таблице С.1.

Таблица С.1

Толщина стенки печи, мм	Отступка	Минимальное расстояние от наружной поверхности печи или дымового канала (трубы) до стены или перегородки, мм
120	Открытая Закрытая	100

Примечания

1 Для стен с пределом огнестойкости REI 60 и более и классом пожарной опасности К0 расстояние от наружной поверхности печи или дымового канала (трубы) до стены перегородки не нормируется.
2 В зданиях детских учреждений, общежитий и предприятий общественного питания предел огнестойкости стены (перегородки) в пределах отступки следует обеспечить не менее REI 60 и класс пожарной опасности К0.

Библиография

[1] СанПиН от 30.04.2013 № 33 Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях»

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 апреля 2013 г. № 33

[2] ГН-1 от 11.10.2017 № 92 Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92

[3] ГН от 20.09.2012 № 140 Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны»

Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 сентября 2012 г. № 140

[4] Правила по обеспечению промышленной безопасности аммиачных холодильных установок и складов жидкого аммиака

Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 декабря 2017 г. № 46

[5] ЭкоНиП 17.01.06-001-2017 «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности»

Утверждены постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18 июля 2017 г. № 5-Т

[6] Нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 ноября 2016 г. № 113

[7] СанПиН 10-124 РБ 99 Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»

Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19 октября 1999 г. № 46

[8] СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия

[9] Правила устройства электроустановок. ПУЭ (6-е издание)

**МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

СН 3.03.03-2019

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

ПРАМЫСЛОВЫ ТРАНСПАРТ

Издание официальное

Минск 2020

УДК [69+658, 286]

Ключевые слова: промышленный транспорт, железнодорожный транспорт необщего пользования, автомобильный транспорт, гидравлический транспорт, канатный транспорт

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), ТКС 07 «Сооружения транспорта»

Авторский коллектив: к. т. н. О. М. Вайтович, В. А. Зверинский

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 3.03 «Сооружения транспорта и транспортная инфраструктура»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой СНиП 2.05.07-91*)

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Общие требования
- 5 Железнодорожный транспорт колеи 1520 мм
 - 5.1 Общие положения
 - 5.2 План и продольный профиль
 - 5.2.1 Подъездные и соединительные пути
 - 5.2.2 Пути на раздельных пунктах
 - 5.2.3 Погрузочно-разгрузочные пути

- 5.3 Земляное полотно
- 5.4 Верхнее строение пути
- 5.5 Железнодорожные станции и другие раздельные пункты
- 5.6 Примыкания и пересечения
- 5.7 Погрузочно-разгрузочные и складские сооружения и устройства
- 5.8 Водоснабжение, канализация, теплоснабжение
- 5.9 Искусственные сооружения
- 5.10 Электроснабжение электрифицируемых железнодорожных путей
- 5.11 Энергетическое хозяйство
- 5.12 Сигнализация, централизация, блокировка и связь
- 5.13 Автоматизированные системы управления
- 5.14 Ремонтное хозяйство
- 5.15 Размещение служебно-технических зданий
- 6 Железнодорожный транспорт колеи 750 мм
 - 6.1 Область применения
 - 6.2 Общие положения
 - 6.3 План и продольный профиль
 - 6.3.1 Пути на перегонах
 - 6.3.2 Пути на раздельных и погрузочно-разгрузочных пунктах
 - 6.4 Земляное полотно
 - 6.5 Верхнее строение пути
 - 6.6 Железнодорожные станции и другие раздельные пункты
 - 6.7 Примыкания и пересечения
 - 6.8 Погрузочно-разгрузочные, перегрузочные и складские сооружения и устройства
 - 6.9 Водоснабжение, канализация, теплоснабжение
 - 6.10 Искусственные сооружения
 - 6.11 Энергетическое хозяйство
 - 6.12 Сигнализация, централизация, блокировка и связь
 - 6.13 Ремонтное хозяйство
 - 6.14 Размещение служебно-технических зданий
- 7 Автомобильный транспорт
 - 7.1 Область применения
 - 7.2 Общие положения
 - 7.3 Расчетные скорости движения
 - 7.4 План и продольный профиль
 - 7.5 Поперечный профиль
 - 7.6 Пересечения и примыкания
 - 7.7 Земляное полотно
 - 7.8 Дорожные одежды
 - 7.9 Внутриплощадочные дороги для малогабаритных моторных тележек, велосипедные дорожки и тротуары
 - 7.10 Обустройство дорог
 - 7.11 Автотранспортная и автодорожная службы предприятия
- 8 Гидравлический транспорт
 - 8.1 Область применения
 - 8.2 Трубопроводы (пульпопроводы)
 - 8.3 Расчетные параметры
 - 8.4 Пересечения
 - 8.5 Перекачивающие станции
 - 8.6 Обратное водоснабжение
 - 8.7 Строительные конструкции
 - 8.8 Энергоснабжение, управление, автоматизация, связь
- 9 Канатный подвесной транспорт
 - 9.1 Основные положения

- 9.2 Трасса грузовых подвесных канатных дорог
- 9.3 Расчетные параметры
- 9.4 Сооружения грузовых подвесных канатных дорог
- 9.5 Предохранительные устройства
- 9.6 Строительные конструкции
- 9.7 Энергетическое хозяйство. Автоматизация. Связь
- 9.8 Ремонтное хозяйство
- 10 Конвейерный транспорт
 - 10.1 Основные положения
 - 10.2 Трасса конвейера (конвейерной линии)
 - 10.3 Сооружения конвейерного транспорта
 - 10.4 Строительные конструкции
 - 10.5 Энергоснабжение. Управление. Автоматизация. Связь
 - 10.6 Ремонтное хозяйство
- Приложение А Количество приемо-отправочных путей на промышленных сортировочных и грузовых станциях
- Приложение Б Нормативные эквивалентные нагрузки для загрузки однозначных и отдельных участков двужначных линий влияния
- Приложение В Расчет дорожных одежд для автосамосвалов грузоподъемностью от 30 до 450 т с нагрузкой на ось 130 кН и более
- Приложение Г Уширение автомобильных дорог
- Приложение Д Наибольший угол наклона ленточных конвейеров при транспортировании сыпучих грузов на подъем
- Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

ПРОМЫСЛОВЫ ТРАНСПАРТ

Interfactory transportation

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Область применения

Настоящие строительные нормы распространяются на промышленный транспорт и устанавливают требования к проектированию новых, реконструкции и ремонтам перечисленных ниже видов промышленного транспорта:

- железнодорожной колеи 1520 мм;
- железнодорожной колеи 750 мм;
- автомобильного;
- гидравлического;
- канатного подвесного;
- конвейерного.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:
ТР ТС 003/2011 О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта

ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия.
Безопасность
СН 2.02.02-2019 Противопожарное водоснабжение
СН 3.02.02-2019 Общественные здания
СН 3.02.03-2019 Станции технического обслуживания транспортных средств.
Гаражи-стоянки автомобилей
СН 3.03.01-2019 Мосты и трубы
СН 3.03.04-2019 Автомобильные дороги
СН 4.01.01-2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения
СН 4.01.03-2019 Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий
ТКП 45-3.02-90-2008 (02250) Производственные здания. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.02-95-2008 (02250) Складские здания. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-2.01-111-2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.03-112-2008 (02250) Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования
ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-2.04-154-2009 (02250) Защита от шума. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.01-155-2009 (02250) Генеральные планы промышленных предприятий. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.03-163-2009 (02250) Железные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования
ТКП 45-5.04-172-2010 (02250) Стальные вертикальные цилиндрические резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Правила проектирования и устройства
ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.02-241-2011 (02250) Станции технического обслуживания транспортных средств. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-3.03-244-2011 (02250) Автомобильные дороги. Дорожные одежды жесткого типа. Строительные нормы проектирования
ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования
ТКП 200-2018 (33200) Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования
ТКП 493-2013 (02190) Верхнее строение железнодорожного пути. Правила устройства
ТКП 500-2016 (33090) Лесохозяйственные дороги. Нормы проектирования и правила устройства
ТКП 509-2014 (02190) Автомобильные дороги. Примыкания и пересечения. Правила проектирования
ТКП 539-2014 (02190) Железнодорожные пешеходные переходы. Устройство и эксплуатация
ТКП 543-2014 (02190) Железнодорожные переезды. Правила проектирования, устройства и эксплуатации
СТБ 1033-2016 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия
СТБ 1140-2013 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические условия
СТБ 1231-2012 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Общие технические условия

СТБ 1300-2014 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения

СТБ 1957-2009 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия

СТБ 2318-2013 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

СТБ ЕН 13450-2007 Щебень для балластного слоя железнодорожного пути

ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.044-2018 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 12.2.022-80 Система стандартов безопасности труда. Конвейеры. Общие требования безопасности

ГОСТ 78-2014 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Общие технические условия

ГОСТ 5876-82 Рельсы железнодорожные узкой колеи типов Р18 и Р24. Технические требования

ГОСТ 6368-82 Рельсы железнодорожные узкой колеи типов Р8, Р11, Р18 и Р24. Конструкция и размеры

ГОСТ 7392-2014 Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия

ГОСТ 7394-85 Балласт гравийный и гравийно-песчаный для железнодорожного пути. Технические условия

ГОСТ 8993-75 Шпалы деревянные для железных дорог узкой колеи. Технические условия

ГОСТ 9238-2013 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений

ГОСТ 9720-76 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 750 мм

ГОСТ 9812-74 Битумы нефтяные изоляционные. Технические условия

ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия

ГОСТ 22235-2010 Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ

ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия

ГОСТ 22644-77 Конвейеры ленточные. Основные параметры и размеры

ГОСТ 23120-2016 Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия

ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ 26775-97 Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования

ГОСТ 30219-95 Древесина огнезащищенная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение

ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть

ГОСТ 33150-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек. Общие требования.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в ТКП 200, ТКП 493, ТКП 509, ГОСТ 9238, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 автодорожная служба предприятия: Подразделение предприятия, осуществляющее ремонт и содержание автомобильных дорог предприятия.

3.2 верхнее строение пути: Часть конструкции железнодорожного пути, предназначенная для направления движения подвижного состава, восприятия давления от колес подвижного состава и передачи его земляному полотну, пролетным строениям мостов, эстакад, путепроводов; состоит из балластного слоя, шпал, рельсов, креплений, противоугольных устройств, стрелочных переводов с переводными брусками и глухих пересечений.

3.3 внутриплощадочные железные и автомобильные дороги, линии конвейерного, гидравлического, канатного подвесного транспорта: Железнодорожные пути, автомобильные дороги, линии непрерывного транспорта, находящиеся на территории обособленных производств предприятия.

3.4 вспомогательные автомобильные дороги и дороги с невыраженным грузооборотом: Дороги, предназначенные для обеспечения работоспособности основных автомобильных дорог, а также производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

3.5 вытяжной путь: Станционный или внутриплощадочный, как правило, тупиковый железнодорожный путь, служащий для вытягивания составов и отдельных вагонов при маневрах по сортировке или перестановке их с одного пути на другой.

3.6 гидравлический транспорт: Вид промышленного транспорта, осуществляющий перемещения груза в виде гидросмеси по трубопроводам или лоткам.

3.7 гидросмесь: Механическая смесь частиц сыпучих или измельченных твердых материалов различной крупности с водой.

3.8 горловина станции: Входная или выходная часть путевого развития железнодорожной станции с группой стрелочных переводов, соединяющих парковые пути между собой с вытяжными, соединительными и подъездными путями.

3.9 грузовая станция: Промышленная железнодорожная станция, обеспечивающая обслуживание грузовых пунктов, на которой производится погрузка и выгрузка грузов предприятий, не имеющих собственных подъездных железнодорожных путей.

3.10 грузовой пункт: Часть территории предприятия или промышленного узла с комплексом складского хозяйства, погрузочно-разгрузочных устройств и оборудования, площадок, железных и (или) автомобильных дорог и других коммуникаций, обеспечивающих выполнение грузовых операций.

3.11 железнодорожная автоматика и телемеханика: Подсистема инфраструктуры железнодорожного транспорта, включающая в себя комплекс технических сооружений и устройств сигнализации, централизации и блокировки, которые обеспечивают управление движением железнодорожного подвижного состава на перегонах и станциях и маневровой работой.

3.12 железнодорожные пути необщего пользования: Железнодорожные подъездные пути, примыкающие непосредственно или через другие железнодорожные подъездные пути к железнодорожным путям общего пользования и предназначенные для обслуживания отдельных потребителей на договорных условиях или выполнения работ для собственных нужд их владельца [1].

3.13 железнодорожный транспорт необщего пользования: Вид железнодорожного транспорта, предназначенный для обеспечения потребностей юридических и физических лиц в услугах (работах), оказываемых (выполняемых) в местах необщего пользования на договорных условиях, или выполнения работ для собственных нужд этих лиц и включающий в себя железнодорожные пути необщего пользования, капитальные

строения (здания, сооружения), транспортные средства железнодорожного транспорта, а также другое имущество.

Примечание – К местам необщего пользования относятся железнодорожные пути необщего пользования, а также крытые и открытые склады и участки, не принадлежащие владельцу инфраструктуры или сданные им в аренду и используемые отдельными потребителями для осуществления операций по погрузке, выгрузке, хранению грузов.

3.14 заглубленный балластный слой (балластная призма): Балластный слой (балластная призма), уложенный(-ая) в выемку (корыто) таким образом, чтобы его (ее) верх находился в одном уровне с поверхностью прилегающей спланированной территории.

3.15 земляное полотно: Комплекс грунтовых сооружений, полученных в результате обработки земной поверхности и предназначенный для укладки верхнего строения железнодорожного пути или дорожной одежды автомобильной дороги, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод.

Примечание – В состав земляного полотна железных дорог входят насыпи, выемки, а также резервы, кавальеры и водоотводные устройства (кюветы, лотки, нагорные и забанкетные канавы, дренажи и др.), укрепительные и защитные сооружения. Земляное полотно автомобильных дорог состоит из проезжей части, двух обочин, разделительной полосы или парапетов.

3.16 маневровый порядок движения: Организация движения на путях промышленных предприятий, при которой прием и отправление маневровых составов и выполнение маневровых полурейсов осуществляются по маневровым сигналам в порядке, установленном в технико-распорядительном акте и инструкции о порядке обслуживания и организации движения.

3.17 маневровый район: Часть путевого развития железнодорожной станции или внутриплощадочных путей предприятий, на которых маневровая работа закреплена за одним локомотивом и одной бригадой.

3.18 межплощадочные железные и автомобильные дороги, линии конвейерного, гидравлического, канатного подвесного транспорта: Железнодорожные пути, автомобильные дороги, линии непрерывного транспорта, соединяющие территории обособленных производств предприятия.

3.19 обгонный пункт: Раздельный пункт на двухпутной железнодорожной линии, имеющий путевое развитие, который предназначен для обгона поездов и перевода, при необходимости, с одного главного пути на другой.

3.20 основные автомобильные дороги предприятий открытых горных разработок: Автомобильные дороги, предназначенные для перевозки горной массы к обогащательным фабрикам, погрузочно-разгрузочным фронтам.

3.21 отсечной путь: Железнодорожный путь в сортировочном парке станции, предназначенный для накопления вагонов, требующих повторной сортировки.

3.22 перегон: Часть подъездного, соединительного или внутриплощадочного (внутризаводского) железнодорожного пути, ограниченная станцией примыкания, разъездами, обгонными пунктами, промышленными станциями или путевыми постами.

3.23 передвижной железнодорожный путь: Временный железнодорожный путь, устраиваемый в карьерах и на породных или шлаковых отвалах (погрузочно-разгрузочный – в пределах фронта подачи или грузового фронта, соединительный – на подходе к данным фронтам), периодически передвигаемый или перекладываемый без разборки путевой решетки.

3.24 подача: Группа вагонов, сцепленных между собой для перестановки локомотивом на грузовые пункты или уборки их обратно.

3.25 подъездные пути: Железнодорожные пути, не относящиеся к железнодорожным путям общего пользования, предназначенные для транспортного обслуживания организаций.

3.26 поездной порядок движения: Организация движения на подъездных и соединительных железнодорожных путях, при которой прием и отправление поездов осуществляются по одному из средств сигнализации и связи при движении поездов, установленных в правилах технической эксплуатации.

3.27 полезная длина станционного пути: Часть полной длины пути, на которой устанавливается подвижной состав без нарушения безопасности движения по смежным путям.

Примечание – Полезная длина может быть ограничена предельными столбиками, выходными или маневровыми сигналами, стрелочными переводами и упорами (началом засыпки балластной призмы упора).

3.28 пост: Раздельный пункт, имеющий путевое развитие для производства маневровой работы по обслуживанию грузовых фронтов или регулирования движения поездов (подач).

Примечание – Может быть заводским, карьерным или распределительным.

3.29 предохранительный тупик: Тупиковый железнодорожный путь, предназначенный для предупреждения выхода железнодорожного подвижного состава на маршруты следования поездов.

3.30 промышленная железнодорожная станция: Станция необщего пользования, имеющая путевое развитие и технические устройства, позволяющие производить операции по приему и отправлению поездов (подач), маневровую работу по их расформированию и формированию, подборку вагонов по погрузочно-разгрузочным фронтам и другие технические операции с учетом производственного процесса предприятия.

3.31 промышленный транспорт: Комплекс сооружений и технических средств транспорта необщего пользования, обеспечивающий транспортирование грузов (исключая перемещения в пределах технологических агрегатов), эксплуатацию и техническое обслуживание транспортных средств, производство погрузочно-разгрузочных работ предприятий и организаций независимо от отраслевого назначения, а также непосредственную связь с другими предприятиями (организациями) и транспортом общего пользования.

3.32 раздельный пункт: Место разграничения линии по перегонам, в котором осуществляется регулирование движением поездов.

Примечание – К раздельным пунктам с путевым развитием относятся разъезды, обгонные пункты и станции; к раздельным пунктам без путевого развития – путевые посты (при использовании полуавтоматической блокировки), проходные светофоры (при наличии автоматической блокировки), а в случае их отсутствия (при применении автоматической локомотивной сигнализации) – обозначенные границы блок-участков.

3.33 руководящий уклон: Наибольший продольный уклон, обеспечивающий движение поездов установленной весовой нормы с расчетной скоростью.

3.34 серпантина: Вид кривой в плане, описываемой с внешней стороны угла поворота трассы между двумя ее направлениями, сходящимися под острым углом.

3.35 соединительные пути: Железнодорожные пути, связывающие пути промышленных станций или отдельных производств, расположенных на обособленных площадках, между собой или с погрузочно-разгрузочными путями грузовых фронтов, с путями локомотивно-вагонного хозяйства, вагонных весов и других сооружений.

3.36 специальные технологические пути: Железнодорожные пути, на которых перевозка и погрузочно-разгрузочные операции осуществляются в специальных подвижных составах (думпкарах, трансферкарах, ковшах, тележках для перевозки слэбов, хопперах для перевозки горячих агломератов и т. п.).

3.37 станция примыкания: Железнодорожная станция сети железных дорог общего пользования, к которой примыкает один или несколько подъездных железнодорожных путей необщего пользования.

3.38 съём вагонов: Количество вагонов, отправляемых с одного станционного пути в сутки.

3.39 технологический железнодорожный транспорт предприятий: Железнодорожный транспорт, предназначенный для перемещения товаров на территориях предприятий и выполнения начально-конечных операций с железнодорожным подвижным составом, не имеющим права выхода на железнодорожную сеть общего и необщего пользования, для собственных нужд указанных предприятий.

3.40 транспортная берма: Горизонтальная или наклонная площадка на уступе карьера, на котором располагаются технологические транспортные коммуникации.

3.41 улавливающий тупик: Тупиковый железнодорожный путь, предназначенный для остановки потерявшего управление поезда или его части при движении по затяжному спуску.

4 Общие требования

4.1 Промышленный транспорт различных видов следует проектировать в увязке со схемами генеральных планов предприятий и промышленных узлов, схемами развития промышленного района, схемами развития сети автомобильных и железных дорог, с проектами планировки и застройки городских и сельских поселений, а также с территориальными комплексными схемами охраны природы.

4.2 Выбор вида транспорта, основные технические решения проектов промышленного транспорта и его отдельных зданий и сооружений должны приниматься на основе результатов сравнения экономического эффекта, натуральных и других технико-экономических показателей вариантов, а также оценки экологических и социальных последствий осуществления проекта. Принимаемые решения должны обеспечивать:

- высокие технико-экономические показатели и производительность труда;
- безопасность обслуживающего персонала и населения;
- прогрессивную технологию и максимальную поточность транспортирования грузов;
- увязку работы промышленного транспорта с технологией и ритмом работы основного производства и погрузочно-разгрузочных устройств;
- увязку и кооперацию с другими видами промышленного транспорта и транспортом общего пользования;
- кооперированное использование зданий и сооружений ремонтного хозяйства, пожарных депо, энергоснабжения, водоснабжения и канализации и других инженерных коммуникаций, погрузочно-разгрузочных сооружений и устройств промышленного узла (района), а также жилых комплексов, предприятий питания и медицинского обслуживания;
- использование резервов мощности существующих зданий и сооружений;
- рациональное использование существующей сети дорог для строительства и эксплуатации объектов промышленного транспорта;
- минимальный расход ресурсов, применение энергоэффективных технологий и оборудования;
- широкое использование местных строительных материалов, отходов и побочных продуктов промышленного производства;
- строительство объектов транспорта вне площадей залегания полезных ископаемых, а в обоснованных случаях – минимальную застройку таких площадей;
- сокращение продолжительности строительства;
- сохранность транспортируемых грузов;

- максимальное использование благоприятных рельефных, инженерно-геологических и гидрогеологических условий;
- условия, которые не представляют угрозы для здоровья людей;
- условия, исключающие возможность необратимых или кризисных изменений в природной среде в период строительства, эксплуатации и ликвидации объекта.

4.3 В сравниваемых видах промышленного транспорта необходимо учитывать издержки по всему транспортному процессу между начальными и конечными пунктами (включая погрузочно-разгрузочные работы, подготовку грузов к транспортированию и другие операции), за пределами которых технико-экономические показатели не оказывают существенного влияния на выбор видов транспорта. При необходимости следует включать сопряженные и сопутствующие затраты.

Сравнение вариантов технических решений должно осуществляться по отличающимся элементам транспортных издержек.

4.4 Техничко-экономические показатели сравниваемых вариантов следует определять на одинаковый для всех вариантов расчетный срок ввода в эксплуатацию сооружений и устройств промышленного транспорта.

4.5 За расчетный срок следует принимать год достижения предприятием или его отдельным производством, для которых проектируется транспорт, полной проектной мощности.

При строительстве предприятия и его объектов по очередям и пусковым комплексам в качестве дополнительных расчетных сроков принимаются годы достижения проектной мощности каждой очереди строительства или пускового комплекса предприятия и его объектов.

4.6 На расчетный срок должны предусматриваться основные технические решения: место примыкания и направление трассы, основные параметры элементов продольного профиля и плана, земляного полотна, принципиальная схема размещения объектов транспорта, габариты зданий и сооружений, вид тяги, система обслуживания и другие параметры, определяющие пропускную и провозную способность промышленного транспорта и его отдельных элементов.

Развязки подходов к железнодорожным отдельным пунктам, мощность депо, количество и длину железнодорожных путей на отдельных пунктах, количество путей на перегонах, устройства сигнализации, централизации и блокировки (далее – СЦБ) и связи, ширину проезжей части автомобильных дорог, количество линий конвейеров и грузовых подвесных канатных дорог, диаметр и количество трубопроводов гидравлического транспорта, длину грузовых фронтов, мощность пунктов оттаивания промерзшего грунта и очистки подвижного состава и другие элементы промышленного транспорта и отдельные сооружения, допускающие поэтапное их усиление, следует проектировать на промежуточные сроки, устанавливаемые для соответствующих очередей строительства или пусковых комплексов предприятия.

Проекты промышленного транспорта для предприятий, строительство которых предполагается по очередям строительства или пусковым комплексам, должны содержать технические решения и учитывать затраты, связанные с дополнительными работами для перехода от предыдущей(-его) очереди (пускового комплекса) к последующей(-ему).

4.7 При проектировании промышленного транспорта следует предусматривать мероприятия, направленные на обеспечение:

- безопасности движения транспортных средств;
- безопасности выполнения транспортных, погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ;
- взрывопожарной и пожарной безопасности проектируемых объектов, транспортных и других производственных процессов.

Предусматриваемые в проектах меры безопасности должны удовлетворять требованиям ТР ТС 003 и ТР 2009/013 к безопасности зданий и сооружений.

4.8 Пропускная и провозная способность промышленного транспорта и его стационарных объектов на расчетный срок должна соответствовать расчетному объему

перевозок (с учетом их неравномерности по месяцам, а при необходимости – и сезонности) и иметь резерв не менее 15 %. При проектировании промышленного транспорта, непосредственно обеспечивающего функционирование технологических процессов, не допускающих остановки или длительного перерыва, резерв мощности транспортных сооружений следует принимать до 100 %.

4.9 Проект промышленного транспорта должен предусматривать первоочередное сооружение объектов, необходимых для обеспечения перевозок строительного периода.

4.10 В зависимости от местных топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, планировочных условий нормы проектирования следует применять основные и допускаемые в трудных или особо трудных условиях.

Степень трудности условий определяют согласно таблице 1.

Таблица 1

Местные условия	Характеристика условий по степени трудности	
	Трудные	Особо трудные
Топографические	Пересеченный или горный рельеф с разницей отметок долин и водоразделов св. 50 м на расстоянии до 500 м; наличие глубоких балок с изрезанными недостаточно устойчивыми склонами	Рельеф с косогорностью 1:5
Инженерно-геологические и гидрогеологические	Применение основных норм проектирования вызывает увеличение объемов работ или стоимости строительства:	
	св. 20 % до 60 % включ.	св. 60 %
Планировочные	Применение основных норм проектирования вызывает уменьшение оптимальной плотности застройки территории предприятия:	
	до 10 % включ.	св. 10 %
Существующая застройка	Применение основных норм проектирования вызывает снос или переустройство существующих капитальных зданий и сооружений, стоимость которых составляет от стоимости строительства соответствующего участка трассы или объекта:	
	св. 20 % до 60 % включ.	св. 60 %

При проектировании промышленного транспорта в особых местных условиях следует разрабатывать специальные технические условия на проектирование в случае отсутствия технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА).

4.11 Здания, сооружения, системы инженерного оборудования промышленного транспорта следует проектировать в соответствии с ТКП 45-5.04-172 и другими ТНПА, а также [1].

4.12 При проектировании объектов в особо сложных физико-географических условиях, не регламентированных ТНПА, в проекте следует предусматривать выполнение опытно-экспериментальных работ и научно-техническое сопровождение строительства для проверки инновационных технических решений и обеспечения безопасности.

5 Железнодорожный транспорт колеи 1520 мм

5.1 Общие положения

5.1.1 Требования раздела распространяются на проектирование подъездных путей (необщего пользования) и технологических (внутренних) путей, комплексов зданий, сооружений и устройств промышленного железнодорожного транспорта.

На железнодорожные пути подземных горных выработок требования настоящего раздела не распространяются.

5.1.2 К технологическим (внутренним) железнодорожным путям относят пути, расположенные на территории заводов, фабрик, шахт, портов, лесных и торфяных разработок, электро-, тепло- и атомных станций, складских баз, карьеров и других

предприятий; пути промышленных станций и постов, станций промышленных узлов, а также пути, соединяющие между собой эти станции и посты, погрузочно-разгрузочные пути, отдельные пути, предприятия или производства, расположенные на обособленных площадках.

Технологические (внутренние) пути подразделяются на:

- соединительные железнодорожные пути, связывающие пути промышленных станций, постов или отдельных производств с погрузочно-разгрузочными путями, путями объектов локомотивно-вагонного и путевого хозяйства, промывочно-пропарочных станций и пунктов подготовки вагонов и других транспортных сооружений;
- железнодорожные пути на отдельных пунктах с комплексом зданий, сооружений и инженерных сетей;
- погрузочно-разгрузочные и ремонтные пути, предназначенные для выполнения грузовых и маневровых операций;
- специальные технологические пути.

5.1.3 Проекты промышленного железнодорожного транспорта разрабатывают исходя из потребностей основного производства с учетом технологии работы станции примыкания, а в отдельных случаях – ближайшей участковой или сортировочной станции сети железных дорог общего пользования.

5.1.4 Габариты приближения строений и подвижного состава, применяемые на промышленном железнодорожном транспорте, должны соответствовать ГОСТ 9238. На специальных технологических путях, предназначенных для перевозки грузов в специализированном подвижном составе, разрешается применение специальных габаритов с учетом требований соответствующих правил технической эксплуатации железнодорожного транспорта и ТНПА по обеспечению безопасности движения поездов.

5.1.5 Целесообразность проектирования малодеятельных путей следует обосновывать (с учетом грузооборота предприятий и требований к архитектурно-планировочным и технологическим решениям) технико-экономическими расчетами вариантов доставки грузов на погрузочно-разгрузочные пути или вывоза грузов другими видами транспорта, включая выполнение перегрузочной работы на грузовом дворе близлежащей грузовой станции общего пользования, на отраслевых централизованных базах или перевалочных базах предприятий.

5.1.6 Промышленные железнодорожные пути (далее – пути) в зависимости от их назначения, годового объема перевозок и скорости движения подразделяются на категории в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Назначение пути	Категория пути	Годовой объем перевозок, млн т брутто/г	Скорость движения, км/ч
Подъездные и технологические пути	I-п	Св. 25	40–80
	II-п	Св. 3 до 25 включ.	25–40
Подъездные и технологические пути с маневровым характером движения и погрузочно-разгрузочные пути	III-п	До 3 включ.	До 25

5.1.7 Расчетную скорость движения подвижного состава по путям разных категорий при проектировании элементов плана и продольного профиля подъездных и соединительных путей следует принимать по таблице 3.

Расчетную скорости движения на погрузочно-разгрузочных путях принимают менее 5 км/ч; при въезде в здания – не более 3 км/ч; на передвижных соединительных путях – не более 25 км/ч; на ремонтных и отстойных путях – не более 3 км/ч.

5.1.8 Ширина колеи на прямых участках путей и на кривых радиусом 350 м и более должна быть 1520 мм.

Таблица 3

Категория подъездных и соединительных путей	Расчетная скорость движения, км/ч		
	основная	допускаемая в условиях	
		трудных	особо трудных
I-п	80	60	40
II-п	40	30	25
III-п	25	15	10

5.1.9 Ширина колеи на кривых участках путей с радиусом менее 350 м должна соответствовать значениям, указанным в таблице 4.

Таблица 4

Радиус кривой в плане, м	Ширина колеи, мм
От 349 до 300 включ.	1530
До 299 включ.	1535

5.1.10 Предельные уклоны отвода возвышения наружного рельса и отвода ширины колеи путей не должны превышать значений, приведенных в таблице 5.

Таблица 5

Максимально допускаемая скорость, км/ч	Предельные уклоны отвода возвышения, ‰	Уклон отвода ширины колеи, ‰
80	1,9	4,0
60	2,7	4,5
40	3,1	5,0
25 и менее	3,2	5,0

5.1.11 Проектную документацию на новое строительство, реконструкцию, техническое переоснащение промышленного железнодорожного транспорта следует разрабатывать с учетом мнения заинтересованных предприятий и организаций.

Указанное требование не распространяется на следующие объекты:

- обеспечивающие перемещения грузов в вагонах, не имеющих выхода на железнодорожную сеть общего пользования;
- предприятия, не связанные с железными дорогами общего и необщего пользования непрерывной рельсовой колеей.

5.2 План и продольный профиль

5.2.1 Подъездные и соединительные пути

5.2.1.1 Трассы подъездных и соединительных путей следует выбирать на основании сравнения вариантов по критерию экономической эффективности с учетом ценности занимаемых земель, существующей и перспективной застройки, экологических и других факторов.

5.2.1.2 При параллельном размещении двух и более путей или одного пути и автомобильной дороги по возможности их следует размещать на общем земляном полотне.

5.2.1.3 Кривые участки подъездных и соединительных путей следует проектировать как можно большими радиусами, но не более 2000 м – на путях категории I-п и 1000 м – на путях категорий II-п и III-п. Наименьшее допускаемое значение радиусов кривых в плане вне зависимости от типов обращающегося подвижного состава принимают согласно таблице 6.

Таблица 6

Категория пути	В метрах		
	основной	Радиус кривой	
		допускаемый в условиях	
		трудных	особо трудных
I-п	500	250	180
II-п	300	200	150
III-п	200	180	150

Примечание – При объеме перевозок более 5 млн т брутто/г. (кроме путей горнодобывающих предприятий) наименьшие допускаемые радиусы кривых для путей категорий II-п и III-п следует принимать по нормам для путей категорий I-п и II-п соответственно.

5.2.1.4 Радиусы кривых на соединительных путях при обосновании уменьшают в зависимости от типа подвижного состава и назначения путей до значений, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Тип подвижного состава и назначение пути	В метрах
	Наименьший радиус кривой на соединительном пути
Магистральные тепловозы с осевой формулой $3_0 - 3_0$	120
Маневровые тепловозы с осевыми формулами: $3_0 - 3_0$ и $(2_0 + 2_0) - (2_0 + 2_0)$; тяговые агрегаты	80
Промышленные тепловозы с осевыми формулами: $0-3 - 0$; $0-2 - 0$; $2-2$	60
Магистральные электровозы с осевыми формулами:	
$3_0 - 3_0$	150
$2_0 - 2_0$	80
Промышленные электровозы; четырехосные вагоны	80
Шести- и восьмиосные вагоны	120
Сцепы с длинномерными грузами и транспортеры	150
Сцепы с длинномерными грузами и транспортеры при сопряжении обратных кривых без прямых вставок	160
Пути для перевозки жидкого чугуна, шлаков и горячих слитков	120/80
Пути передвижения чугуновозных ковшей миксерного типа	120
Пути передвижения мультимедийных тележек и шлаковозные пути конвертерных цехов	100/80
Соединительные пути, где осуществляется сцепка или расцепка вагонов	140

Примечания

- 1 Перед чертой приведены наименьшие радиусы кривых на новых соединительных путях, после черты – на реконструируемых соединительных путях.
- 2 На застроенных территориях в особо трудных условиях реконструкции слитковозных путей и путей для движения мультимедийных тележек наименьший радиус кривых принимают 60 м.
- 3 При радиусе кривых менее 150 м требуется установка контррельсов.

На путях локомотивно-вагонного депо, путях, предназначенных для установки, ремонта и смены тяжелого технологического оборудования или монтажа строительных конструкций, радиус кривых с учетом мнения Белорусской железной дороги следует принимать из условия вписывания подвижного состава и сцепных приборов в кривую.

5.2.1.5 Прямые и кривые участки пути, а также смежные круговые кривые разных радиусов следует сопрягать посредством переходных кривых.

Длину переходной кривой при сопряжении прямых и кривых участков пути принимают согласно таблице 8.

Таблица 8

Радиус круговой кривой	Длина переходной кривой для путей категории			В метрах
	I-п	II-п	III-п	
2000–1500	20; 0; 0	0	0	
1400–1000	40; 20; 0	20; 0; 0	0	
900–700	60; 40; 20	20; 0; 0	0	
600–400	80; 60; 40	20; 20; 0	0	
300–250	80; 60; 40	40; 20; 20	0	
200–180	80; 60; 40	60; 40; 20	20; 0; 0	
150–100	–	80; 60; 40	40; 20; 0	
80	–	80; 60; 40	60; 40; 20	
60	–	–	60; 40; 20	

Примечания
 1 Первые значения длины переходных кривых – основные; вторые разрешаются в трудных условиях; третьи – разрешаются в особо трудных условиях.
 2 На подходах к рабочим горизонтам карьеров и на отвалах переходные кривые разрешается не предусматривать.

5.2.1.6 Длину переходных кривых, сопрягающих круговые кривые разных радиусов, направленные в одну сторону, следует определять расчетом в зависимости от разности возвышения наружного рельса и кривизны участка пути, при этом уклоны отвода возвышения для путей категорий I-п, II-п, III-п принимают 1 ‰, 2 ‰ и 3 ‰ соответственно. Полученную по расчету длину переходных кривых следует округлять в большую сторону до значений, кратных 10. Длина переходной кривой должна быть не менее 20 м.

Смежные круговые кривые разных радиусов, направленные в одну сторону, имеющие разность кривизны 1/2000 и менее, следует сопрягать без использования переходных кривых.

Примечание – Разницу в кривизне определяют из отношения $R_1 R_2 / (R_1 - R_2)$.

5.2.1.7 Прямые вставки между переходными кривыми, а при их отсутствии – между круговыми кривыми следует предусматривать длиной 50 м – на путях категории I-п; 30 м – на путях категорий II-п и III-п.

В трудных условиях длину прямых вставок между кривыми, направленными в разные стороны, на путях категорий I-п и II-п следует уменьшать до 20 м, на путях категории III-п – прямые вставки не предусматривать, а кривые, направленные в одну сторону, – заменять общей кривой.

В особо трудных условиях прямые вставки между кривыми, направленными в разные стороны, на путях всех категорий не предусматривают.

5.2.1.8 Расстояние от ворот здания или начала грузового фронта, оборудованного грузовыми платформами, рампами, до начала кривой в плане должно быть не менее длины самого длинного вагона (секции локомотива), подаваемого(-ой) под погрузку, выгрузку или в ремонт. В трудных условиях это расстояние следует уменьшать до 2 м, предусматривая уширение ворот здания или увеличение расстояния до платформы, рампы, с целью обеспечения габарита приближения строений. В особо трудных условиях, при обосновании, кривую разрешается располагать в здании и на грузовом фронте, предусматривая соответствующие мероприятия и обеспечивая габарит приближения строений.

5.2.1.9 Для кривых участков пути при расчетной скорости движения поездов (подач) 10 км/ч и более необходимо предусматривать возвышение головки наружного рельса h , определяемое по формуле

$$h = 12,5V^2 / R, \quad (5.1)$$

где V – расчетная скорость движения поездов (подач), км/ч;

R – радиус кривой, м, но не более 150 мм; принимают согласно таблице 9.

Таблица 9

Радиус кривой в плане, м	Возвышение наружного рельса на кривом участке пути, мм, при расчетной скорости движения поезда (подачи), км/ч						
	80	60	40	30	25	15	10
2000	40	25	10	0	0	0	0
1800	45	25	15	0	0	0	0
1500	55	30	15	0	0	0	0
1400	60	35	15	10	0	0	0
1200	70	40	20	10	0	0	0
1000	80	45	20	15	0	0	0
900	90	50	25	15	10	0	0
800	100	60	25	15	10	0	0
700	115	65	30	20	15	0	0
600	135	75	35	20	15	0	0
500	150	90	40	25	20	10	0
300	–	150	70	40	30	15	0
250	–	150	80	45	35	15	0
200	–	–	100	60	40	20	0
180	–	–	115	65	45	20	0
160	–	–	–	–	50	–	0
150	–	–	–	–	–	–	10
140	–	–	–	–	–	–	10
120	–	–	–	–	–	–	15
100	–	–	–	–	–	–	15
80	–	–	–	–	–	–	20
60	–	–	–	–	–	–	25

Второй путь при его расположении на общем земляном полотне с существующим необходимо проектировать таким образом, чтобы на прямых участках головки рельсов обоих путей после капитального ремонта существующего пути находились на одном уровне. На кривых участках смежных путей на одном уровне должны быть головки внутренних рельсов.

На участках, где исключена возможность заноса пути снегом, в обоснованных случаях принимают разность уровней головок рельсов смежных путей на прямых участках до 250 мм.

На переездах, устраиваемых на прямом участке пути, разность уровней головок рельсов путей не разрешается.

5.2.1.10 Расстояния между осями двух смежных путей (далее – междупутье) на прямых участках должны быть не менее значений, указанных в таблице 10.

При расположении в междупутье сооружений и устройств, а также на кривых участках пути значения расстояний между осями путей, приведенные в таблице 10, следует увеличивать в соответствии с ГОСТ 9238.

Расстояние между осями путей при укладке перекрестных съездов устанавливают в зависимости от эпюры перекрестного съезда, но не менее значений, приведенных в таблице 10.

Таблица 10

Назначение пути	В миллиметрах	
	Минимальное расстояние между осями смежных путей на прямом участке	
Подъездные и соединительные пути на перегонах	4100 и 5000 (через один путь)	
Пути для перевозки жидкого чугуна и шлака: на территории предприятия вне территории предприятия	4800	
	4300	
Пути стоянки: изложниц со слитками порожних изложниц в трудных условиях	5000	
	5300	
	5000	
Пути движения: составов изложниц со слитками и думпкаров с двухосными тележками мульдовых составов думпкаров с четырехосными тележками думпкаров с трехосными тележками	4600	
	4500	
	5000 и 5300 (через один путь)	
	4600 и 5000 (через один путь)	
	5040	
Пути при установке в междупутье мачтовых светофоров	5040	

Расстояние между осями постоянного и передвижного путей, а также между осями передвижных путей на прямых участках при расположении в междупутье опор контактной сети должно быть не менее 7000 мм.

5.2.1.11 Расстояние от оси пути до зданий и сооружений должно соответствовать ГОСТ 9238.

Расстояние от оси пути, предназначенного для перевозки горячих грузов, до зданий и сооружений определяют по ширине прохода и его ограждения, а также габариту приближения ограждения к пути.

При установке ограждений расстояние между путем и автомобильной дорогой определяют расчетом с учетом габаритов ограждения.

Расстояние от оси пути до внутренней грани бортового камня автомобильной дороги следует принимать не менее 3750 мм, от кромки проезжей части (при отсутствии бортового камня) или укрепленной обочины – не менее 5250 мм для неэлектрифицируемых путей и не менее 6000 мм для электрифицируемых путей.

5.2.1.12 Величину руководящего уклона (для каждого отдельного подъездного и соединительного пути) в зависимости от расчетной массы поезда, рода и кратности тяги, типа локомотива следует принимать на основании тяговых и технико-экономических расчетов в соответствии с объемом перевозок, топографическими условиями; для поездов (подач) с включенными тормозными средствами вагонов данная величина не должна превышать 30 ‰. В трудных и особо трудных условиях, при соответствующем обосновании, на соединительных путях категорий II-п и III-п, на путях карьеров, отвалов и лесовозных ветках значение руководящего уклона следует принимать 40 ‰, при использовании тяговых агрегатов – более 40 ‰, но не более 60 ‰.

На участках путей с уклоном более 40 ‰ до 60 ‰ движение подвижного состава, кроме тяговых агрегатов, должно осуществляться только при их достаточном тяговом и тормозном обеспечении, определяемом тяговыми и тормозными расчетами.

Для путей с резко выраженным и устойчивым в перспективе различием размеров грузопотоков по направлениям движения, при соответствующем обосновании, требуется применение разных руководящих уклонов по направлениям.

Наибольшая крутизна спусков и их длина должны обеспечивать возможности остановки состава имеющимися на нем тормозными средствами, включая средства локомотивов и вагонов прикрытия, в пределах тормозного пути.

5.2.1.13 Крутизну руководящего уклона на кривых участках пути следует уменьшать на величину, эквивалентную дополнительному сопротивлению от кривой.

5.2.1.14 При проектировании вторых и реконструкции существующих путей необходимо сохранять руководящий уклон существующего пути. Целесообразность его изменения следует обосновывать в проекте.

5.2.1.15 Пути для перевозки горячих грузов металлургических производств следует располагать на горизонтальной площадке. В трудных условиях разрешается применение продольных уклонов до 2,5 ‰ – на путях для перевозки жидкого чугуна, стали, горячих слитков и изложниц и до 10 ‰ – на путях для перевозки жидкого шлака и шихтовых материалов в мульдах и коробах на тележках; в особо трудных условиях при реконструкции путей – 4 ‰ и 15 ‰ соответственно.

Величину продольного уклона путей, предназначенных для перевозки жидкого чугуна и шлака в ковшах, оборудованных автотормозами, устанавливают расчетом, но она не должна превышать 10 ‰ на путях для перевозки жидкого чугуна и 15 ‰ – на путях для перевозки шлака. На путях, предназначенных только для перевозки жидкого чугуна в чугуновозах миксерного типа, продольный уклон определяют в соответствии с техническими характеристиками обращающихся локомотивов и миксеровозов на основе тяговых расчетов.

В особо трудных условиях на реконструируемых путях для перевозки горячего чушкового чугуна, охлажденных слитков в специально оборудованных вагонах, продольный уклон необходимо оставлять без изменения, но не более 15 ‰.

5.2.1.16 Крутизну спусков в пределах подходов к погрузочно-разгрузочным фронтам при движении поезда (подачи) вагонами вперед с выключенными тормозными средствами вагонов определяют тяговыми расчетами исходя из заданных массы поезда и типа локомотива.

При этом должна быть обеспечена остановка вагонов тормозными средствами локомотива перед грузовым фронтом при скорости движения вначале торможения 25 км/ч. В трудных условиях скорость в начале торможения необходимо принимать 15 км/ч, в особо трудных – 10 км/ч.

5.2.1.17 Продольный профиль пути следует проектировать элементами возможно большей длины и не менее половины длины поезда или подачи, но не менее 100 м. В трудных условиях и в случае обращения поездов (подач) массой менее 500 т длину элементов продольного профиля на путях категорий I-п и III-п необходимо уменьшать до 50 м.

5.2.1.18 Смежные прямолинейные элементы продольного профиля подъездных и соединительных путей при алгебраической разности сопрягаемых уклонов св. 6 ‰ – для путей категории I-п, св. 8 ‰ – для путей категории II-п и св. 10 ‰ – для путей категории III-п следует сопрягать в вертикальной плоскости кривыми радиусом не менее 2000, 1000 и 500 м соответственно.

Смежные элементы продольного профиля путей, предназначенных для перевозки горячих грузов, при алгебраической разности смежных уклонов св. 5 ‰ следует сопрягать вертикальными кривыми радиусом не менее 1000 м.

При расположении на подъездных и соединительных путях стрелочных переводов радиус вертикальной кривой следует принимать не менее 2000 м независимо от категории путей.

5.2.1.19 Предельно допускаемые значения алгебраической разности уклонов смежных элементов продольного профиля, сопрягаемых посредством кривой, принимают согласно таблице 11.

5.2.1.20 Смежные элементы продольного профиля, алгебраическая разность уклонов которых превышает значения, указанные в таблице 11, следует сопрягать посредством разделительных площадок или элементов переходной крутизны длиной не менее указанной в таблице 12.

В выемках длиной более 400 м следует предусматривать встречные уклоны, образующие выпуклый профиль крутизной 2 ‰ и 4 ‰ соответственно.

5.2.1.21 В обоснованных случаях (при необходимости обеспечения заданной отметки в определенной точке трассы, сокращения объемов земляных работ и т. д.)

смежные прямолинейные элементы продольного профиля вместо плавной кривой следует сопрягать двумя и более элементами криволинейного профиля постоянной или переменной крутизны.

Длина элементов криволинейного профиля должна быть не менее 25 м, алгебраическая разность смежных уклонов – не более 2 ‰. Общая длина сопряжения должна быть не менее длины определяемой в соответствии с 5.2.1.18 и таблицей 12.

Таблица 11

Масса поезда брутто, т	Наибольшая алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, ‰, при категории подъездных и соединительных путей											
	I-п			II-п			III-п					
	Радиус вертикальной кривой, м											
	2000	3000	5000	1000	2000	3000	5000	500	1000	2000	3000	5000
500 и менее	40/60	40/60	40/60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
1000	10/60	35/60	40/60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
1500	10/60	15/60	15/60	35/60	60	60	60	60	60	60	60	60
2000	10/45	12/50	12/55	25/60	30/60	40/60	40/60	40/60	45/60	60	60	60
3000	10/30	12/35	12/35	20	25	30/35	35	30	30	30/35	30/35	35
4000	10/20	12/25	12/30	12/20	13/30	13/35	15/35	15/20	20/30	20/30	20/35	25/35
Св. 5000	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Примечания												
1 Перед чертой указаны предельные значения для обычных условий, после черты – разрешаемые к применению в особо трудных условиях.												
2 Для промежуточных значений массы поезда и радиусов кривых алгебраическую разность сопрягаемых уклонов определяют интерполяцией.												

Таблица 12

Масса поезда брутто, т	Наименьшая длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны, м, при категории подъездного и соединительного пути	
	I-п	II-п, III-п
Св. 4000	250	200
» 3000 до 4000 включ.	200	200
» 2000 » 3000 »	200	100
» 1500 » 2000 »	150	100
» 1500 »	100	100
Примечание – Длину элементов переходной крутизны при алгебраической разности сопрягаемых уклонов менее приведенной в таблице 11 следует снижать пропорционально уменьшению алгебраической разности, но не менее чем до 100 м – на путях категории I-п и до 50 м – на путях категорий II-п и III-п.		

5.2.1.22 Точки переломов продольного профиля путей следует располагать вне переходных кривых на расстоянии от их концов, а также от концов круговых кривых (если переходные кривые не устраиваются), от концов пролетных строений мостов и путепроводов с безбалластными пролетными строениями не менее чем на величину T , м, определяемую по формуле

$$T = \frac{r_0}{2000} \cdot \Delta i, \quad (5.2)$$

где r_0 – радиус вертикальной кривой, м;

Δi – алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, ‰.

В случаях, когда соблюдение изложенных требований связано с существенным увеличением объема земляных работ, а также при смягчении подъема на кривых участках пути переломы продольного профиля следует располагать независимо от плана пути.

Расстояние от ворот здания или начала грузового фронта (фронта подачи) до точки перелома профиля или до начала вертикальной кривой (при ее устройстве) должно быть не менее длины самого длинного вагона (секции локомотива), подаваемого(-ой) под погрузку, выгрузку или в ремонт. В трудных условиях для переустраиваемых путей, а при обосновании – и для новых путей это расстояние разрешается уменьшать до 2 м. Во всех случаях необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению ухода отцепленных от локомотива вагонов.

5.2.2 Пути на раздельных пунктах

5.2.2.1 Раздельные пункты и отдельные парки следует располагать на прямых участках пути. В трудных условиях их следует размещать на кривых радиусом не менее 500 м, обращенных в одну сторону. В особо трудных условиях раздельные пункты, на которых не осуществляется маневровая работа, следует размещать на обратных кривых радиусом не менее 500 м.

Раздельные пункты с количеством парковых путей пять и менее, на которых предусматриваются только отцепка и перестановка (без сортировки) вагонов, необходимо размещать на кривых радиусом не менее 350 м, разъезды, на которых отцепка локомотивов от составов не предусматривается, а также станции карьеров и отвалов – на кривых радиусом в плане не менее 200 м, обращенных в одну сторону.

В отдельных обоснованных случаях при переустройстве (реконструкции) раздельных пунктов необходимо сохранять радиусы существующих кривых, но они должны быть не менее 160 м.

5.2.2.2 Вытяжные пути следует располагать на прямых участках. В трудных условиях следует размещать их на кривых радиусом не менее 600 м, в особо трудных условиях – радиусом, м, не менее:

500 – при движении маневровых локомотивов со сцепной массой, т св. 120;

300 – то же » 50 до 120 включ.;

200 – » » 50 ».

Расположение вытяжных путей на обратных кривых не разрешается. При реконструкции раздельных пунктов в исключительных случаях при соответствующем обосновании обратные кривые на существующих вытяжных путях следует сохранять. При этом должна быть обеспечена достаточная для безопасного выполнения маневровой работы видимость.

5.2.2.3 Горловины раздельных пунктов следует располагать на прямых участках пути. В особо трудных условиях и при переустройстве существующих раздельных пунктов при соответствующем обосновании горловины раздельных пунктов устраивают на кривых радиусом не менее 500 м с применением соответствующих схем укладки стрелочных переводов.

5.2.2.4 На криволинейных участках путей раздельных пунктов, включая закрестовинные кривые (кроме путей, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов), возвышение наружного рельса, переходные кривые и прямые вставки между смежными кривыми разрешается не предусматривать.

5.2.2.5 Радиус закрестовинной кривой должен быть не менее радиуса переводной кривой прилегающего стрелочного перевода.

В стесненных условиях и при реконструкции радиус закрестовинной кривой уменьшают до значений, приведенных в таблице 8, с устройством прямой вставки между торцом крестовины и началом круговой кривой, обеспечивающей отвод уширения колеи.

5.2.2.6 Радиусы кривых участков путей, соединяющих отдельные парки раздельных пунктов, и путей следования одиночных локомотивов должны быть не менее 200 м, в трудных условиях – не менее 150 м.

5.2.2.7 Расстояние между осями смежных путей раздельных пунктов на прямых участках принимают согласно таблице 13.

При расположении в междупутьях колонн, опор, светофоров, стрелочных постов и других сооружений и устройств расстояние между осями путей в необходимых случаях следует увеличивать в соответствии с ГОСТ 9238.

5.2.2.8 На раздельных пунктах через каждые восемь – десять путей, а в отдельных случаях – между группами путей различного назначения следует предусматривать уширенные до 6500 мм междупутья.

На электрифицируемых раздельных пунктах для установки опор контактной сети следует предусматривать уширенные до 7000 мм междупутья через каждые шесть – восемь путей.

Таблица 13

Назначение путей раздельных пунктов	В миллиметрах	
	Расстояние между осями смежных путей	
	основное	минимальное
Главные пути	5300	4800
Главные и смежные с ними пути	5300	5300
Приемоотправочные и сортировочные пути	5300	4800
Крайние пути смежных пучков путей сортировочного парка	6500	5300
Стрелочная улица и смежный с ней путь	5300	5300
Экипировочные пути при наличии на них: смотровых канав пескораздаточного устройства (со стороны лестницы)	5500 6700	5500 5850
Пути парков приема, отправления, сортировочно-отправочные пути, где предусматривается безотцепочный ремонт вагонов	5300 и 5600 (через один путь)	
Весовой и смежный с ним путь со стороны весовой платформы	5300	5300
Пути для отцепочного ремонта вагонов	6000 (через один путь)	7500 (через один путь)
Пути стоянки подвижного состава (кроме путей для перегрузки) и другие второстепенные пути	4800	4500
Погрузочно-разгрузочный путь у специализированной высокой платформы и смежный парковый или другой путь (при отсутствии особых требований)	6500	5300
Пути перегрузки непосредственно из вагона в вагон колеи 1520 мм	3650	3600
Пути перегрузки из вагонов колеи 1520 мм в вагоны колеи 750 мм и обратно при уровне пола вагонов: одинаковом разном	3600 3600	3200 3600
Вытяжной и смежный с ним путь	6500	5300

5.2.2.9 Раздельные пункты, отдельные парки и пути маневровых районов, на которых предусматривается сортировка вагонов, следует располагать на горизонтальной площадке, а в трудных и особо трудных условиях при соответствующем технико-экономическом обосновании – на уклонах не более 1,5 ‰.

Раздельные пункты, на которых сортировка не предусматривается, следует располагать на уклонах не более 2,5 ‰.

Для реконструируемых раздельных пунктов при обосновании существующие уклоны следует сохранять.

Разъезды и обгонные пункты, на которых не предусматриваются маневры и отцепка локомотива или вагонов от состава, при соответствующем обосновании и при обеспечении удержания поезда тормозами локомотива и трогания с места следует располагать на уклонах не более 12 ‰.

В карьерах и на отвалах транзитные станции, разъезды и обгонные пункты при тех же условиях следует располагать на уклоне не более 75 ‰ руководящего уклона. Тупиковые станции и разъезды, предназначенные для изменения направления движения

поездов, а также посты (без путевого развития) разрешается размещать на уклоне менее руководящего уклона на 3 ‰.

В случаях, когда по условиям продольного профиля подходов к отдельным пунктам возможен самопроизвольный уход подвижного состава на подъездной или соединительный путь, продольный профиль путей отдельных пунктов в пределах полезной длины, где предусматриваются отцепка локомотивов или вагонов от составов и маневровые операции, следует проектировать преимущественно вогнутого очертания с одинаковыми отметками высот по концам полезной длины путей (применяя трехэлементный профиль) или предусматривать предохранительные тупики, охранные стрелки, сбрасывающие башмаки или стрелки, автоматические башмаконакладыватели, заторможенные замедлители и другие меры, исключающие самопроизвольный уход вагонов на перегон. Допустимую глубину понижения при устройстве трехэлементного профиля принимают от 0,45 до 0,55 м, крутизну противоуклона – от 1,5 ‰ до 2,5 ‰.

5.2.2.10 При расположении отдельных пунктов на переломном продольном профиле длина и сопряжение элементов профиля должны соответствовать основным нормам, установленным для подъездных и соединительных путей. При этом, если к отдельному пункту подходят пути различных категорий, длину сопрягаемых элементов профиля следует предусматривать по нормам, установленным для пути более высокой категории.

В трудных условиях длину элементов продольного профиля на отдельных пунктах следует принимать не менее 100 м, радиус вертикальной кривой вне пределов стрелочных горловин – не менее 2000 м. Длина элементов профиля в горловинах должна быть не менее 50 м (в трудных условиях – 25 м), при этом точку перелома профиля на одном из путей или точки переломов профиля разной величины на обоих путях следует располагать вне участка общих брусьев стрелочных переводов; при устройстве на переломе профиля вертикальной кривой на одном из путей или кривых разного радиуса на обоих путях вне участка общих брусьев следует располагать начало этих кривых.

Пути, соединяющие отдельные парки отдельных пунктов, следует проектировать с уклонами, определяемыми тяговыми расчетами в зависимости от максимальной массы обращающихся по этим путям составов согласно требованиям, приведенным в 5.2.1.12.

Длина элементов продольного профиля путей, соединяющих отдельные парки отдельных пунктов и путей одиночного следования локомотивов, должна быть не менее 50 м.

5.2.2.11 Сортировочные пути в пределах стрелочной зоны со стороны вытяжного пути следует располагать по возможности на спуске не более 2,5 ‰ в сторону сортировки вагонов или на горизонтальной площадке.

Вытяжные пути за пределами стрелочной горловины отдельных пунктов следует располагать на спуске не более 2,5 ‰ в сторону обслуживаемых ими путей или на горизонтальной площадке. В трудных условиях вытяжные пути следует располагать на подъеме не более 2 ‰ в сторону станции.

Продольный профиль вытяжных путей, предназначенных для перестановки составов или групп вагонов, а также для сортировки вагонов осаживанием, при общем среднесуточном объеме сортировки менее 150 вагонов (с учетом коэффициентов приведения, приведенных в 5.5.22) следует принимать аналогичным продольному профилю смежного пути при условии обеспечения трогания с места этих составов или групп вагонов, а также фиксированной их остановки при выключенных вагонных тормозах.

Примечание – Требования данного пункта не распространяются на вытяжные пути специального профиля и пути сортировочных горок, а также на сортировочные пути станций, оборудованных вытяжными путями специального профиля и горками.

5.2.2.12 Стрелочные горловины, за исключением тех, на которых вагоны сортируются толчками или с горки, следует располагать на горизонтальной площадке или на уклоне не более 2,5 %.

Диспетчерские съезды, отдельные стрелочные переводы на подъездных и соединительных путях, а в трудных условиях – и горловины, на которых не предусматривается проведение маневров, разрешается располагать на любом уклоне менее руководящего уклона на 3 %.

5.2.2.13 Стрелочные переводы на главных и приемо-отправочных путях отдельных пунктов следует предусматривать вне пределов вертикальной кривой. В трудных условиях стрелочные переводы разрешается располагать в пределах вертикальной кривой радиусом не менее 5000 м; в особо трудных условиях, при переустройстве (реконструкции) существующих отдельных пунктов, а также на отдельных пунктах лесовозных веток, в карьерах и отвалах – не менее 2000 м. При этом на вертикальной кривой, как исключение, размещают только переводную кривую стрелочного перевода; остряки и крестовина должны находиться вне вертикальной кривой.

5.2.2.14 Пути экипировки, стоянки локомотивов, ремонта и отстоя вагонов следует проектировать горизонтальными. В трудных условиях следует располагать пути на уклоне не более 2,5 %. При этом следует предусматривать меры против самопроизвольного ухода подвижного состава по 5.2.2.9.

5.2.2.15 Пути локомотивных, крановых и путевых депо (гаражей, боксов), пунктов экипировки, складов горюче-смазочных материалов (ГСМ) со сливо-наливными устройствами следует проектировать с устройствами, обеспечивающими сбор ГСМ и исключаящими их попадание в грунт.

5.2.3 Погрузочно-разгрузочные пути

5.2.3.1 Постоянные технологические погрузочно-разгрузочные пути следует располагать на прямом участке. В трудных условиях разрешается проектировать их на кривой радиусом не менее 300 м, а на открытых площадках – не менее 250 м. При соответствующем обосновании радиусы кривых уменьшают до 180 м.

5.2.3.2 Устройство въездов в здания и на грузовые фронты следует предусматривать с учетом требований 5.2.1.8, 5.2.1.22 и 5.12.24.

Железнодорожные и автомобильные въезды в здание следует проектировать отдельно. При небольших размерах движения (до четырех железнодорожных подач и до 25 автомобилей в сутки) железнодорожные и автомобильные въезды совмещают. При реконструкции зданий следует сохранять существующие совмещенные въезды с большими размерами движения при условии обеспечения безопасности движения и заданных объемов перевозок.

5.2.3.3 Радиусы кривых в плане на передвижных и временных погрузочно-разгрузочных путях, располагаемых в забоях карьеров и на отвалах, следует принимать не менее указанных в таблице 14.

Таблица 14

Местонахождение путей	В метрах	
	Наименьший радиус кривой в плане	
	основной	допускаемый в трудных условиях
В забоях карьеров при работе в них многоковшовых экскаваторов	350	250
На породных отвалах при работе на них отвальных плугов, а также на шлаковых отвалах металлургических заводов	250	200
На породных отвалах при переустройстве путей, а также в забоях карьеров и на породных отвалах при работе на них одноковшовых экскаваторов	200	150

Пути в забоях карьеров и на отвалах должны заканчиваться предохранительными упорами, ограждаемыми сигналами, освещаемыми в темное время суток.

5.2.3.4 Постоянные погрузочно-разгрузочные пути лесозаготовительных предприятий следует располагать на прямых участках. В трудных условиях для открытых площадок, не оборудованных стационарными перегрузчиками, следует проектировать погрузочно-разгрузочные пути на кривых радиусом не менее 300 м.

5.2.3.5 Переходные кривые разрешается не предусматривать для постоянных путей в пределах грузовых фронтов и подходов к ним, а также для передвижных и временных путей в забоях карьеров и на отвалах.

Между смежными кривыми указанных путей, если радиус одной из кривых менее 200 м, следует предусматривать прямые вставки длиной не менее 20 м.

Кривые участки погрузочно-разгрузочных путей следует проектировать без возвышения наружного рельса, за исключением путей отвалов в пределах фронта разгрузки, где следует предусматривать возвышение рельса со стороны откоса независимо от плана пути. Величину такого возвышения следует принимать в зависимости от устойчивости кромки откоса отвала равной 100–150 мм.

5.2.3.6 Расстояние между осями погрузочно-разгрузочных путей грузовых пунктов и фронтов предприятий следует принимать не менее 4,8 м, в трудных условиях – не менее 4,5 м. В отдельных обоснованных случаях, вызываемых конструктивной особенностью погрузочно-разгрузочных устройств, расстояние между смежными погрузочно-разгрузочными путями следует уменьшать по расчету или применять сплетение путей при условии запрещения одновременного приема подач на оба пути.

Погрузочно-разгрузочные пути закрытых и открытых складов следует располагать таким образом, чтобы зона действия грузоподъемной машины перекрывала ось пути не менее чем на 0,6 м.

Расположение специализированных путей для погрузки и выгрузки взрывчатых материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных углеводородных газов и других грузов повышенной пожарной опасности следует принимать с учетом требований по проектированию соответствующих складов и грузовых фронтов.

5.2.3.7 Полезную длину погрузочно-разгрузочных путей определяют длиной одновременно подаваемой под погрузку или разгрузку группы вагонов, которая при необходимости должна обеспечивать перемещение вагонов вдоль грузового пути с целью возможности грузовой обработки любого вагона в этой группе.

5.2.3.8 Пути подачи груженых вагонов на вагоноопрокидыватели в пределах зоны работы толкателя следует располагать на прямых и горизонтальных участках. Пути вне пределов зоны работы толкателя, а также в зоне работы электротолкателя и электротягача с верхним токоподводом следует предусматривать на кривых радиусами не менее указанных в 5.2.2.1 и 5.2.2.2.

При дистанционном управлении электротолкателями и электротягачами следует предусматривать ограждение зоны их работы с устройством проходов для обслуживающего персонала.

5.2.3.9 Постоянные погрузочно-разгрузочные пути следует располагать на горизонтальной площадке.

В трудных условиях следует располагать эти пути на продольном уклоне не более 1,5 ‰, при этом должны быть предусмотрены устройства, препятствующие уходу отцепленных от локомотива вагонов.

На постоянных путях карьеров при выполнении погрузочно-разгрузочных операций без отцепки локомотивов от состава и при условии обеспечения трогания состава с места разрешается увеличение уклонов до 15 ‰ на путях в забоях и до 10 ‰ на путях отвалов. При обращении на забойных и отвальных путях тяговых агрегатов в автономном режиме предусматриваемые значения уклонов не должны вызывать уменьшения весовых норм поездов при работе тяговых агрегатов в контактном режиме.

Передвижные и временные погрузочные пути в карьерах, на которых погрузка выполняется без отцепки локомотива от состава, а также скользящие съезды следует

располагать на продольных уклонах не более 40 ‰ при условии обеспечения трогания состава с места.

На перегрузочных складах в карьерах обращенные в сторону тупика спуски в трудных условиях следует увеличивать до величины руководящего уклона с устройством в тупике земляной призмы.

При возведении пионерных насыпей на подходах к отвалам и при проходке траншей в карьерах с погрузкой на уровне стояния экскаватора уклон погрузочно-разгрузочных путей при работе без отцепки локомотива и обеспечении трогания состава с места разрешается принимать равным руководящему, а при верхней погрузке – 15 ‰.

5.2.3.10 Во всех случаях расположения путей на уклоне следует предусматривать меры против самопроизвольного ухода вагонов с пути.

5.3 Земляное полотно

5.3.1 Проектирование земляного полотна на планируемых территориях следует предусматривать под укладку путей с заглубленным или полузаглубленным балластным слоем, на непланируемых территориях – под укладку путей с открытым балластным слоем.

Земляное полотно подъездных и технологических путей следует проектировать в увязке с генеральным планом предприятия, вертикальной планировкой площадки и внутриплощадочным водоотводом и рассчитывать на прочность:

- при движении четырехосных грузовых вагонов – под осевую нагрузку 294 кН (30 тс);

- при движении шести- и восьмиосных вагонов – под погонную нагрузку 103 кН (10,5 тс).

По индивидуальным проектам с проверкой прочности, стабильности и устойчивости основания и откосов следует проектировать земляное полотно при движении специализированного подвижного состава повышенной грузоподъемности в зависимости от типа подвижного состава и нагрузки на ось:

- от 450 кН (45 тс) до 480 кН (49 тс);
- более 480 кН (45 тс) до 600 кН (60 тс);
- под осевую нагрузку более 294 кН (30 тс) и погонную нагрузку более 103 кН (10,5 тс), а также в местах вибродинамического и ударного воздействия оборудования.

Для обеспечения надежности земляного полотна следует предусматривать:

- уплотнение грунтов, в том числе выемок в зоне основной площадки, естественных оснований насыпей высотой до 0,5 м, а также оснований насыпей высотой до 2 м, возводимых на насыпных грунтах (породах) отвалов. Коэффициент уплотнения следует принимать 0,95 на участках периодического подтопления и 0,9 во всех других случаях;

- устройство под балластной призмой защитного слоя (подушки) из дренирующих грунтов (возможно в комбинации с геотекстилем) при использовании для сооружения земляного полотна глинистых грунтов всех видов, кроме супесей, содержащих песчаные частицы размерами от 0,05 до 2 мм в количестве более 50 % по массе;

- применение на основании технико-экономического обоснования геотекстильных материалов на основной площадке, под защитным слоем, на откосах, а также на слабом основании;

- предотвращение деформации морозного пучения, в том числе использование теплоизоляционных материалов (пенопластов, шлаков, торфа);

- укрепление откосов;

- отвод поверхностных и подземных вод.

5.3.2 Ширину однопутного земляного полотна с открытым балластным слоем на прямых участках пути после полной осадки следует принимать по таблице 15, с учетом перспективы усиления верхнего строения пути.

Таблица 15

Толщина балластного слоя под шпалой	Ширина земляного полотна поверху с использованием грунтов			В метрах
	глинистых и недренирующих мелких и пылеватых песков и технологических недренирующих отходов для категории пути		скальных, крупнообломочных, дренирующих песчаных грунтов и приравняемых к ним технологических отходов, а также при устройстве защитного слоя	
	I-п	II-п, III-п		
0,25	5,8	5,8		5,5
0,35	6,1	6,0		5,8
0,45	6,4	6,1		—
0,55	6,8	6,4		—
0,65	7,1	6,6		—

Примечание – На погрузочно-разгрузочных и прочих путях ширину земляного полотна с открытым балластным слоем принимают по нормам для категорий II-п и III-п в зависимости от толщины балластного слоя под шпалой.

Ширину земляного полотна с заглубленным и полузаглубленным балластным слоем определяют по расчету в зависимости от толщины балластного слоя под шпалой и конструктивных решений водоотвода, при этом ширина нижней части однопутного земляного полотна под балластным слоем должна быть не менее значений, указанных в таблице 16.

Таблица 16

Толщина балластного слоя под шпалой	Наименьшая ширина нижней части однопутного земляного полотна с заглубленным и полузаглубленным балластным слоем	В метрах
0,25		3,2
0,35		3,4
0,45		3,6
0,55		3,8
0,65		4,1

На двух- и многопутных участках ширину земляного полотна необходимо увеличивать на ширину междупутий.

5.3.3 Расстояние от оси вытяжных путей на отдельных пунктах, располагаемых вне застроенной территории, а также от оси пути стрелочной улицы до бровок земляного полотна должно быть не менее 3,25 м в обе стороны, а на отдельных пунктах, располагаемых в пределах застроенной территории, – не менее 3,25 м в одну сторону и не менее половины ширины земляного полотна, указанной в таблице 15, в другую сторону.

5.3.4 При обосновании пути следует располагать на общем земляном полотне с автомобильной дорогой. В этом случае ширину земляного полотна определяют с учетом параметров поперечного профиля пути и автомобильной дороги и расстояния между ними, принимаемого по 5.2.1.11.

5.3.5 Ширину земляного полотна для путей в забоях карьеров следует устанавливать по проекту, но не менее указанной в таблице 15.

Ширина земляного полотна первичной насыпи передвижных путей на отвалах должна быть не менее 6 м, при этом расстояние от оси пути до бровки земляного полотна со стороны, противоположной отвалу, должно обеспечивать проход машин для передвижки пути и быть не менее 3,7 м.

5.3.6 Ширину земляного полотна на кривых участках пути следует увеличивать с наружной стороны кривой согласно таблице 17.

Таблица 17

Радиус кривого участка пути		Уширение земляного полотна
расположенного на территории предприятия	расположенного за пределами территории предприятия	
1000–350	1800–1200	0,10
300–180	1000–700	0,20
Менее 180	Менее 700	0,30

В метрах

Необходимость и размер уширения земляного полотна на подходах к мостам и путепроводам устанавливают в проектах мостов и путепроводов.

5.3.7 При конструировании земляного полотна на прочном основании под осевую нагрузку до 294 кН и погонную нагрузку до 103 кН следует применять типовые поперечные профили.

При необходимости разрешается предусматривать усиление (укрепление) верхней части земляного полотна (укладка песчаной подушки, цементация и др.). Минимальный коэффициент устойчивости должен быть не менее 1,20.

5.3.8 Крутизну откосов земляного полотна на подходах к рабочим горизонтам карьеров для насыпей принимают согласно таблице 18, для выемок – согласно таблице 19.

Крутизну откосов насыпей при высоте более указанной в таблице 18, насыпей, сооружаемых из отходов промышленных производств, независимо от высоты, а также крутизну откосов выемок глубиной более 12 м и выемок, разрабатываемых взрывами на выброс или с применением гидромеханизации, назначают по индивидуальным проектам. Во всех случаях принимаемая крутизна откоса должна обеспечивать его устойчивость.

Таблица 18

Характеристика насыпей	Высота откоса, м	Крутизна откоса
Насыпи из камня слабовыветривающихся скальных пород	До 12 До 20	1:1,3 1:1,5
Насыпи из крупного и средней крупности песка, гравия, дресвы, гальки и щебенистых грунтов слабовыветривающихся пород, в том числе при высоте откоса до 20 м:	До 10	1:1,3
верхней части	10	1:1,3
средней части	5	1:1,5
нижней части	5	1:1,75
Насыпи из мелких окатанных песков	По расчету	
Насыпи из прочих грунтов при высоте откоса до 12 м:		
верхней части	10	1:1,5
нижней части	2	1:1,75

Таблица 19

Характеристика выемок	Крутизна откоса выемки глубиной до 12 м
Выемки в глинах, суглинках, супесях и песках однородного напластования	1:1,3
Выемки в лессах в остальных случаях: выемки в лессовидных грунтах, а также выемки в крупнообломочных (щебенистых, гравелистых и т. п.) грунтах в зависимости от их свойств, характера напластования и высоты откосов	1:0,5–1:1,5
Выемки в слабовыветривающейся скале при отсутствии падения пластов в сторону полотна и трещиноватости	1:0,1

Прочие скальные выемки в зависимости от свойств грунтов, характера их напластования и высоты откоса	1:0,2–1:1
Примечания 1 При высоте откосов насыпей и глубине выемок более указанных в таблицах 18 и 19 крутизну откосов назначают по индивидуальным проектам. 2 При расчетах следует учитывать ухудшение характеристик прочности грунтов под влиянием вибродинамических воздействий.	

5.3.9 Ширина транспортной бермы между подошвой откоса насыпи и бровкой резерва или водоотводной канавы должна быть не менее 2 м, на болотах – не менее 3 м. Для насыпей высотой до 2 м при благоприятных климатических и геологических условиях ширину бермы разрешается уменьшать до 1 м. Поверхность бермы между насыпью и канавой должна иметь поперечный уклон от 20 % до 40 % в сторону канавы.

5.3.10 Земляное полотно с водоотводными сооружениями и устройствами, возводимое в сложных инженерно-геологических условиях и предназначенное для укладки нескольких путей при строительстве по этапам, следует проектировать под многопутный участок пути в период первой очереди строительства.

5.3.11 Для возведения насыпей путей следует использовать местные грунты, и в первую очередь имеющиеся отходы металлургических, горнодобывающих, дробильно-добывающих, дробильно-сортировочных и других производств (металлургические шлаки, отсеvy, материалы породных отвалов угольных и сланцевых шахт и др.), соответствующие требованиям, предъявляемым к грунтам для устройства земляного полотна.

5.3.12 При использовании для земляного полотна глинистых грунтов всех видов (кроме супесей, содержащих песчаные частицы размерами от 0,05 до 2 мм в количестве более 50 % от массы) в выемках, нулевых местах и насыпях следует предусматривать устройство под балластной призмой защитного слоя (подушки) из дренирующего грунта (возможно в комбинации с геотекстилем). Толщину защитных слоев из дренирующего грунта без применения геотекстильных материалов в основании следует назначать по расчету, но не менее 0,8 м для суглинков и глин и 0,5 м для супесей.

На путях с земляным полотном из глинистых грунтов необходимо предусматривать отвод воды с основной площадки и, при необходимости противопучинные мероприятия.

Конструкцию земляного полотна при показателе текучести грунтов более 0,5 на участках обращения подвижного состава с осевой нагрузкой более 294 кН, на участках с возможным увлажнением пучинистых грунтов, насыпей, примыкающих к мостам в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях, следует проектировать индивидуально и при необходимости проверять расчетом на устойчивость.

5.3.13 Снегозаносимые участки путей, располагаемые на открытых незастроенных территориях, следует проектировать преимущественно в насыпях высотой, превышающей расчетную толщину снежного покрова на 0,25 м. За расчетную принимают толщину снежного покрова, имеющую вероятность превышения 5 %.

5.3.14 Бровка земляного полотна должна возвышаться над наивысшим уровнем грунтовых вод или уровнем длительного стояния (более 20 сут) поверхностных вод на величину, достаточную для предохранения пути от пучения и просадок. При проектировании земляного полотна на слабых основаниях, водонасыщенных глинистых, лессовых и других просадочных грунтах следует предусматривать возвышение бровки насыпи над уровнем длительного стояния поверхностных вод или над уровнем грунтовых вод с учетом опыта эксплуатации дорог в районе строительства. При отсутствии такого опыта минимальное возвышение бровки в зависимости от вида грунтов земляного полотна и глубины сезонного промерзания грунтов принимают согласно таблице 20.

Таблица 20

Виды грунта земляного полотна	В метрах			
	Возвышение бровки земляного полотна над уровнем длительного стояния поверхностных вод или над уровнем грунтовых вод при глубине промерзания грунта			
	1,0	1,5	2,0	2,5 и более
Дренирующие грунты	0,40	0,70	0,90	1,00
Недренирующие грунты, мелкие пылеватые пески и супеси	0,70	1,00	1,20	1,35
Суглинки и глины	0,80	1,20	1,35	1,70

При этом необходимо учитывать величину осадки грунтов основания в процессе их стабилизации в период эксплуатации.

Для насыпей на болотах нормативную величину конечной осадки следует определять расчетом.

Расчетный уровень принимают из вероятности превышения:

1 :100 (1 %) – на путях, где по технологическим причинам не разрешается перерыв движения;

1 :50 (2 %) – на остальных путях.

Возвышение бровки земляного полотна над уровнем воды (с учетом подпора и аккумуляции) при паводках на подходах к малым мостам и трубам при полунапорном режиме работы должно быть не менее 1 м.

5.3.15 При невозможности обеспечения возвышения бровки земляного полотна согласно таблице 20 на участках со слабым и просадочным естественным основанием необходимо предусматривать противодеформационные мероприятия с учетом местных мерзлотно-грунтовых, гидрогеологических и других природных условий. При этом наибольшая величина равномерного морозного пучения не должна превышать 35 мм.

Расчетная величина упругих осадок основания насыпей по оси пути не должна превышать 3 мм на подъездных и соединительных путях категории I-п и 5 мм на остальных путях.

В качестве основного средства повышения прочности и устойчивости земляного полотна основной площадки следует предусматривать замену глинистого переувлажненного грунта дренирующим. Толщину дренирующего грунта следует определять расчетом в зависимости от высоты насыпи, состояния и свойств заменяемого грунта с учетом запаса на осадку земляного полотна и основания.

5.3.16 При проектировании путей вблизи зданий и сооружений на просадочных и набухающих грунтах следует учитывать возможность переувлажнения основания земляного полотна за счет поднятия уровня подземных вод после ввода в эксплуатацию зданий и сооружений и при необходимости предусматривать меры по его защите.

5.3.17 При расположении путей вдоль подземных коммуникаций (водопровода, канализации, технологических трубопроводов), а также вдоль каналов орошения, водоотводных русел, прудов и других водоемов при необходимости следует предусматривать мероприятия по защите земляного полотна от возможного переувлажнения.

5.3.18 На участках с просадочными грунтами расстояние от возможных источников водонасыщения до основания основной площадки земляного полотна следует определять расчетом в зависимости от свойств грунта, интенсивности водонасыщения, глубины залегания источника водонасыщения и принимать не менее 5 м.

При меньшем расстоянии земляное полотно должно быть защищено лотками, дренажами или заменой просадочного грунта дренирующим.

5.3.19 При пересечении путей с трубопроводами, в которых температура перемещаемой жидкости или газа более 5 °С или менее 0 °С, на участках с пучинистыми грунтами конструкцию земляного полотна следует проектировать индивидуально.

При этом на основании теплотехнических расчетов необходимо предусматривать меры, направленные на исключение теплового воздействия трубопроводов на равномерность морозного пучения или осадки земляного полотна при оттаивании.

5.3.20 При проектировании земляного полотна с заглубленным балластным слоем в просадочных грунтах вдоль зданий и сооружений следует предусматривать гидроизоляцию корыта и надежный отвод воды из него для предотвращения инфильтрации воды из корыта к фундаментам зданий и сооружений.

5.3.21 При проектировании земляного полотна на планируемой территории предприятия отвод поверхностных вод следует предусматривать в ливневую канализацию. При отсутствии ливневой канализации для отвода поверхностных вод следует предусматривать открытые и закрытые лотки, канавы и при необходимости дренажные устройства.

При расположении площадки предприятия на уклоне и инфильтрации подземных вод в сторону земляного полотна, нарушающих его устойчивость, следует предусматривать дренажи для перехвата или понижения уровня и отвода подземных вод.

Продольный уклон дна дренажей должен быть от 5 ‰ до 30 ‰.

Дренажи следует проектировать с применением трубчатых дренах диаметром не менее 150 мм и устройств для их прочистки.

5.3.22 Кюветы, лотки и дренажи в выемках, а также водоотводы в выемках и на насыпях между вторым и третьим путями на общем земляном полотне должны быть с продольным уклоном, принятым для земляного полотна. В располагаемых на горизонтальных площадках выемках и на участках с уклоном менее 2 ‰ уклон водоотводов должен быть не менее 2 ‰. Глубина кюветов должна быть не менее 0,6 м, ширина по дну – не менее 0,4 м.

Продольный уклон нагорных и водоотводных канав должен быть не менее 5 ‰, на болотах и речных поймах – не менее 2 ‰, а в трудных и особо трудных условиях – не менее 1 ‰. Наибольший уклон дна и сечение канавы следует определять по расчетному расходу воды с вероятностью превышения 1:20 (5 %), на планируемых территориях – 1:10 (10 %). Бровка канавы должна возвышаться не менее чем на 0,2 м над уровнем воды, соответствующим расходу указанной вероятности превышения. Глубина водоотводных и нагорных канав и их ширина по дну должны быть не менее 0,6 м, на болотах – не менее 0,8 м.

5.4 Верхнее строение пути

5.4.1 Мощность верхнего строения пути, кроме передвижных путей, принимают согласно таблице 21 в зависимости от подкатегории пути, объема перевозок грузов и осевой нагрузки подвижного состава.

Для двух- и многопутных участков путей разрешается применять разные типы верхнего строения для грузового и порожнего направлений или путей, отличающихся объемом перевозок и осевыми нагрузками.

Таблица 21

Категория пути	Подкатегория пути	Условия эксплуатации		Характеристика верхнего строения пути					
		Осевая нагрузка, кН	Объем перевозок, млн т брутто/г.	Тип рельса	Количество шпал, шт/км	Толщина балластного слоя под шпалами, м			
						деревянными		железобетонными	
						Одно-слойный	Двух-слойный	Одно-слойный	Двух-слойный
СП	СП1	Более 450	–	P75, P65	Подрельсовое основание по индивидуальному проекту со специальными мерами по его усилению				
	СП2	Особые технологические и эксплуатационные условия		P65, P65C, P50, P50C	По индивидуальному проекту				

I-п	I-п1	294–450	10 и более	P65	2000	0,35	$\frac{0,30}{0,20}$	0,40	$\frac{0,35}{0,20}$
		265–294	Более 25		1840				
	I-п2	294–450	3–10						
		265–294	10–25						
	I-п3	До 265	Более 25						
II-п	II-п1	294–450	1–3	P65C, P50	1840	0,30	$\frac{0,20}{0,20}$	0,35	$\frac{0,25}{0,20}$
		265–294	3–10						
		До 265	10–25						
	II-п2	294–450	До 1		1600				
		265–294	1–3						
		До 265	3–10						
III-п	III-п1	До 265	1–3	РП, P50C, P65C	1600	0,25	$\frac{0,20}{0,15}$	0,30	$\frac{0,20}{0,20}$
	III-п2		До 1		1440				

Примечания

1 Верхнее строение главных и приемо-отправочных путей с безостановочным движением поездов (подач) на раздельных пунктах принимают таким же, как и на прилегающем перегоне. Если примыкающие соединительные или подъездные пути имеют разные объемы перевозок, верхнее строение указанных путей раздельных пунктов принимают по нормам для путей, имеющих больший объем перевозок.

2 С буквой «С» указаны типы отремонтированных старогодных рельсов с допустимым износом согласно действующим техническим условиям на старогодные рельсы для железных дорог широкой колеи.

3 Количество шпал указано для прямых участков пути и кривых радиусом 350 м и более.

4 В числителе указана толщина верхнего слоя балласта, в знаменателе – толщина подушки.

5 На путях категории III-п применяют рельсы типов РП50, РП65, РП75.

При осевой нагрузке более 294 кН и погонной нагрузке более 103 кН требуются расчетная проверка напряжений на основной площадке земляного полотна и при необходимости увеличение толщины балластного слоя, или усиление верхней части земляного полотна, или применение специальных подрельсовых оснований.

5.4.2 На путях категорий I-п и II-п следует предусматривать укладку термоупрочненных рельсов. На технологических путях категории III-п разрешается укладка нетермоупрочненных рельсов.

На путях металлургических предприятий, по которым предусматривается движение специального подвижного состава для перевозки жидкого чугуна, шлака, слитков и т. п., укладка старогодных рельсов запрещается.

5.4.3 В качестве материалов для однослойного балласта следует применять:

– при деревянных шпалах – щебень, гравий, гравийно-песчаную смесь, металлургический шлак, отходы дробильно-сортировочных установок, а также местные материалы, удовлетворяющие техническим условиям на балласт;

– при железобетонных шпалах – щебень, гравий, металлургический шлак, гравийно-песчаную смесь.

Щебеночный однослойный балласт следует применять на земляном полотне из скальных, крупнообломочных и песчаных грунтов (кроме мелких и пылеватых песков), а также из отвальных металлургических шлаков и других местных материалов с коэффициентом фильтрации при максимальной плотности не менее 0,5 м/сут, при этом толщину балласта под шпалой принимают такой же, как и для верхнего слоя двухслойного балласта согласно таблице 21.

На земляном полотне из скальных, крупнообломочных и песчаных грунтов (кроме мелких и пылеватых песков), а также из отвальных металлургических шлаков все виды балласта следует укладывать без подушки, при этом толщина балласта под шпалой должна быть не менее 0,2 м.

При отсыпке насыпей из скальных и крупнообломочных грунтов в верхней части насыпи толщиной не менее 0,5 м следует применять щебенисто-дресвяный или гравийно-галечниковый грунт с крупностью фракции не более 0,2 м.

В качестве материалов для двухслойного балласта (на земляном полотне из глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков) следует использовать щебеночный балласт, укладываемый на подушке из гравийно-песчаной смеси, ракушечника и других

материалов, применяемых в качестве однослойного балласта. В случае, когда подушку устраивают из гравия, толщину слоя щебня следует уменьшать на 0,05 м без уменьшения общей толщины балластного слоя.

На путях обращения подвижного состава с осевыми нагрузками более 294 кН и погонными нагрузками более 103 кН/м следует применять только щебеночный балласт по ГОСТ 7392, СТБ ЕН 13450.

К путям подкатегории СП2, конструкции которых требуют индивидуального проектирования, относят пути:

- на эстакадах и погрузочно-разгрузочных площадках;
- на пунктах экипировки подвижного состава;
- подвергающиеся температурному воздействию;
- подвергающиеся ударному воздействию;
- на уклонах более 20 ‰;
- на кривых малого радиуса (менее 150 м);
- с интенсивным засорением;
- на участках с агрессивными коррозионными средами;
- на участках с большим притоком технологической воды;
- на участках для устройства технологических площадок;
- в зданиях;
- совмещенной трех- и четырехниточной колеи.

5.4.4 На путях с заглубленной и полузаглубленной балластной призмой при песчаных грунтах (песках, супесях) корыта земляного полотна указанную в таблице 21 толщину балластного слоя под шпалами (при двухслойном балласте – подушки) следует увеличивать в зависимости от степени влажности грунта согласно таблице 22. При коэффициенте фильтрации песчаных грунтов земляного полотна не менее 0,5 м/сут утолщение балластной призмы не предусматривают.

Таблица 22

Виды песчаных грунтов	Степень влажности грунтов	Утолщение балластной призмы, мм
Маловлажные	До 0,5 включ.	50
Влажные	Св. 0,5 » 0,8 »	80
Насыщенные водой	» 0,8 » 1,0 »	100

5.4.5 Ширина балластной призмы по верху на прямых однопутных участках должна быть 3,2 м.

На кривых участках пути толщину балластной призмы следует принимать с учетом возвышения наружного рельса при сохранении под внутренним рельсом толщины балластного слоя, установленной для прямых участков.

Балластную призму на кривых участках пути радиусом менее 600 м следует уширять с наружной стороны на 0,1 м, а на двухпутных и многопутных участках, кроме того, – на величину междупутных расстояний с учетом уширения на габарит.

Крутизну откосов балластной призмы при всех видах балласта принимают 1:1,5, крутизну откосов подушки – 1:2.

5.4.6 Поверхность балластной призмы должна быть на 30 мм ниже поверхности деревянных шпал и на одном уровне с поверхностью средней части железобетонных шпал.

Поверхность балластной призмы на прямых однопутных участках необходимо планировать с уклоном 7 ‰–8 ‰ от оси пути в сторону обочин для обеспечения стока поверхностных вод; для двухпутных участков такие же уклоны следует предусматривать от оси междупутья.

Поверхность балластной призмы на лесовозных ветках со сроком службы до 5 лет и в других аналогичных случаях должна находиться на половине толщины шпалы, за исключением участков, подверженных угону пути.

5.4.7 Междупутья на отдельных пунктах при расстоянии между осями смежных путей до 6,5 м следует заполнять балластом.

Поверхность балласта между торцами шпал смежных путей следует устраивать с поперечным уклоном того же направления, что и поверхность земляного полотна.

Балластную призму смежных путей при расстоянии между их осями на отдельных пунктах 6,5 м и более, а на подходах к станциям 5 м и более разрешается проектировать раздельной с обеспечением отвода воды из междупутного пространства.

5.4.8 При укладке станционных путей из старогодных рельсов перед острями и за крестовинами стрелочных переводов следует предусматривать укладку звеньев (рубков) из новых рельсов, а на путях сортировочных горок в пределах от их вершины до конца кривых в голове парка – новые рельсы не легче Р50.

5.4.9 Значение параметров верхнего строения передвижных путей в карьерах и на отвалах в зависимости от несущей способности основания и осевых нагрузок принимают согласно таблице 23.

Таблица 23

Параметр верхнего строения пути	Значение параметра при несущей способности основания и осевых нагрузках, кН					
	из глинистых, мелких и пылеватых песков, аргиллитов и на других основаниях с малой несущей способностью			из скальных, крупноблочных и песчаных (кроме мелких и пылеватых), металлургических шлаков, и на других прочных основаниях		
	до 265 включ.	св. 265 до 294 включ.	св. 294	до 265 включ.	св. 265 до 294 включ.	св. 294
Тип рельсов	Р65С, Р50	Р65	Р65	Р65С, Р50	Р65	Р65
Количество шпал на 1 км пути, шт.	1840	1840	2000	1600	1840	1840
Толщина балласта под шпалой, м	0,25	0,30	0,30	0,20–0,25	0,30	0,30
<i>Примечание</i> – Рельсы типа Р65С принимают для подкатегорий пути II-п1 и II-п2 на деревянных непитанных или металлических шпалах, щебеночном, гравийном или из шлака балласте.						

Передвижные пути на отвалах металлургических шлаков следует укладывать с применением в качестве балласта отвальных шлаков, а в карьерах и на отвалах горнодобывающих предприятий наряду со щебеночным и гравийным балластом следует использовать шлаки, вскрышные породы и другие местные материалы, удовлетворяющие техническим условиям на балласт.

Для передвижных путей на отвалах горячего шлака следует применять рельсы типа Р65 на металлических шпалах с количеством шпал 1840 шт/км пути.

5.4.10 На путях, располагаемых на кривых участках радиусом менее 150 м, а также 300 м и менее путей категорий I-п и II-п при обращении подвижного состава с осевой нагрузкой более 294 кН, со стороны внутренней рельсовой нити следует предусматривать укладку контррельсов.

Укладка контррельсов на кривых участках специальных путей (слитковозных, шлаковозных, чугуновозных и др.) должна быть обоснована расчетом.

5.4.11 На кривых участках путей радиусом 300 м и менее при осевых нагрузках подвижного состава более 294 кН следует предусматривать установку металлических стяжек, количество которых принимают по таблице 24.

Таблица 24

Радиус кривой, м	Типы рельса	Количество металлических стяжек при эпюре укладки шпал на 1 км пути, шт.		
		1600	1840	2000
До 200 включ.	P50, P65, P75	10/20	10/23	10/25
Св. 200 до 300	P50, P65, P75	7/15, 5/10	8/15, 5/11	8/17, 6/12
<i>Примечание</i> – Перед чертой указано количество стяжек для рельсов длиной 12,5 м, после черты – то же для рельсов длиной 25,0 м.				

5.4.12 Для технологических путей следует предусматривать укладку новых деревянных или новых и старогодных железобетонных шпал согласно таблице 21. Промежуточные рельсовые скрепления необходимо предусматривать для пути: с деревянными шпалами – костыльное или раздельное подкладочное; с железобетонными шпалами – раздельное подкладочное или бесподкладочное. Для случаев, допускающих применение как деревянных, так и железобетонных шпал, выбор вида шпал должен быть экономически обоснован с учетом дальности их поставки и требований 5.4.14 и 5.4.15.

5.4.13 Железобетонные шпалы следует укладывать на прямых и кривых участках пути радиусом 350 м и более при обращении подвижного состава с осевыми нагрузками не более 265 кН без ограничения объема перевозок. При этом старогодные железобетонные шпалы используют без ограничений.

На участках путей, предназначенных для выполнения погрузочно-разгрузочных операций с легковоспламеняющимися и горючими грузами в железнодорожных цистернах, а также расположенных на расстоянии менее 25 м от стационарных емкостей для хранения этих грузов или от сливо-наливных устройств для них, следует предусматривать укладку железобетонных шпал на гравийном или щебеночном балласте.

На путях грузовых фронтов, где осуществляется погрузка и выгрузка агрессивных грузов, следует предусматривать укладку деревянных шпал, обработанных битумом или другими материалами, устойчивыми к соответствующей агрессивной среде, а также устройство специальных лотков в земляном полотне для отвода агрессивных жидкостей и загрязненных поверхностных стоков.

Укладка в одном звене железобетонных шпал различных конструкций и групп годности или чередующихся шпал из разного материала запрещается. Разрешается замена двух – шести железобетонных шпал в зонах болтовых стыков деревянными шпалами.

На подходах к переездам, стрелочным переводам и мостам, где уложены деревянные шпалы и брусья, следует предусматривать укладку пути деревянными шпалами взамен железобетонных.

На путях категории III-п разрешается укладка участков пути, как железобетонными, так и деревянными шпалами.

Переход от железобетонных шпал к деревянным следует осуществлять посредством укладки комбинированного звена, состоящего из железобетонных и деревянных шпал. Переход от одного вида шпал к другому должен быть расположен на расстоянии 6,0–6,5 м от стыка рельсов.

5.4.14 Железобетонные шпалы не разрешается укладывать:

- на песчаный балласт;
- на передвижных путях;
- на переувлажненных и пучинистых грунтах;
- на фронтах погрузки и выгрузки сыпучих грузов;
- на путях с уклоном более 20 ‰;
- в местах, где путь испытывает ударные воздействия при погрузке и выгрузке грузов;
- на участках с нестабилизированным земляным полотном и интенсивным засорением;
- на путях слива металла и шлака;
- в местах разлива металла и горячих цехах;

– на прямых вставках длиной 25 м и менее между смежными кривыми радиусом менее 350 м, стрелочными переводами и глухими пересечениями с деревянными брусьями.

5.4.15 При укладке железобетонных шпал на участках пути с электрической тягой, а также оборудуемых рельсовыми цепями должна быть обеспечена электрическая изоляция рельсов от шпал.

5.4.16 Для стрелочных переводов разрешается использовать переводные железобетонные брусья.

Переводные железобетонные брусья для стрелочных переводов с крестовинами марок 1/5, 1/6, 1/7, 1/9 из рельсов типов Р50 и Р65 следует укладывать на всех путях, за исключением путей, где обращаются подвижные составы с осевыми нагрузками более 450 кН, передвижных путей, путей на переувлажненных и пучинистых участках, с нестабилизированным земляным полотном и интенсивным засорением, в местах слива расплавленного металла и огненно-жидкого шлака, на путях, испытывающих ударное воздействие, а также на стрелочных переводах с существенным различием объемов перевозок по направлениям.

Переводные железобетонные брусья необходимо укладывать на щебеночном балласте толщиной, указанной в таблице 21.

На вновь строящихся путях стрелочные переводы с железобетонными брусьями укладывают после уплотнения грунта до значений 0,98 максимальной плотности, определенной по методу стандартного уплотнения.

При технико-экономическом обосновании применяют подрельсовые основания на стрелочных переводах из металлических листов, сортового проката и сляб.

5.4.17 Деревянные шпалы должны соответствовать ГОСТ 78. В зависимости от назначения деревянные шпалы изготавливают следующих типов:

I тип – для главных путей;

II тип – для станционных и подъездных путей;

III тип – для малодетальных подъездных путей.

При объеме перевозок до 3 млн т брутто/г. и осевых нагрузках не более 265 кН следует применять деревянные шпалы III типа. При осевых нагрузках не более 294 кН, кроме условия применения шпал III типа, независимо от объема перевозок, следует применять деревянные шпалы II типа.

Деревянные шпалы I типа следует применять при обращении на путях подвижного состава с осевыми нагрузками более 294 кН. При обращении подвижного состава с осевыми нагрузками от 265 до 294 кН применение шпал I типа следует предусматривать при технико-экономическом обосновании.

5.4.18 Деревянные шпалы, кроме укладываемых на передвижных путях, должны быть пропитаны антисептиками, а на участках с электрической тягой или оборудованных рельсовыми цепями – антисептиками, не проводящими электрический ток.

5.4.19 При объеме перевозок св. 1 млн т брутто/г. и на кривых радиусом менее 350 м между деревянными шпалами и подкладками следует укладывать упругие прокладки из амортизирующих материалов.

5.4.20 На кривых участках пути радиусом менее 350 м количество шпал на 1 км пути следует увеличивать по сравнению с прямыми участками с 1840, 1600 и 1440 шт. до 2000, 1840 и 1600 шт. соответственно.

На путях сортировочных горок в пределах от их вершины до конца кривых в голове парка количество шпал на 1 км пути следует принимать 1840 шт.

5.4.21 Укладываемые рельсы должны иметь длину 25 м. При обосновании разрешается укладка рельсов длиной 12,5 м; для укладки длинных (более 25 м) сварных плетей и бесстыкового пути целесообразно руководствоваться [2].

5.4.22 Стрелочные переводы и глухие пересечения должны иметь марки крестовин не круче указанных в таблице 25. При электрической централизации стрелок и сигналов стрелочные переводы должны иметь соответствующую эпюру и конструкцию. Укладку

глухих пересечений и перекрестных стрелочных переводов предусматривают только в трудных и особо трудных условиях.

Более крутые марки крестовин следует применять в стесненных условиях, при этом радиусы переводных кривых должны быть не менее радиусов закрестовинных кривых. На путях обращения специализированного подвижного состава, не указанных в таблице 25, марка крестовин назначается в каждом конкретном случае в зависимости от длины жесткой базы подвижного состава. При этом геометрические параметры стрелочных переводов и марка крестовины назначаются по условиям вписывания экипажей на боковое направление.

Таблица 25

Назначение путей	Марка крестовины			
	для стрелочного перевода			для глухого пересечения
	обыкновенного	перекрестного	симметричного	
Пути приема и отправления поездов; пути следования сцепов с длинномерными грузами	1/9	1/9	1/6	2/9
Подгорочные пути	1/9	–	1/6	–
Прочие станционные и погрузочно-разгрузочные пути, кроме специальных и передвижных	1/7	1/7	1/4,5	2/6
Передвижные пути карьеров и отвалов	1/9	1/9	1/6	2/9
Чугуновозные, шлаковозные и слитковозные пути	1/6	1/6	1/3,5	2/6
Чугуновозные, шлаковозные и слитковозные пути на реконструируемых предприятиях; пути движения мультимодальных составов; пути разливочных площадок конвертерных цехов	1/5	1/7	1/4,5	2/6
Пути обращения ковшей миксерного типа	1/7	1/7	1/4,5	2/6

5.4.23 Тип рельсов стрелочных переводов должен соответствовать типу рельсов, укладываемых в путь.

Укладка старогодных рельсов и стрелочных переводов на путях сортировочных горок в пределах от вершины до конца кривых в голове парка не разрешается.

Разрешается замена шпал на примыкающих к стрелочному переводу звеньях на расстоянии от 6,0 до 6,5 м со стороны стыков стрелочного перевода.

Вид балласта под стрелочными переводами должен соответствовать виду балласта на примыкающих звеньях путей.

Одиночные стрелочные переводы и группы стрелочных переводов (стрелочные улицы), оборудуемые электроприводами и включаемые в электрическую централизацию, а также стрелочные переводы в голове сортировочных парков и подгорочных путей в пределах тормозных участков следует укладывать на щебеночный балласт с обеспечением водоотвода и устройствами механизированной очистки стрелочных переводов от снега, мусора и пыли.

Стрелочные переводы следует укладывать на деревянные антисептированные или железобетонные брусья, вид и тип которых должен соответствовать виду и типу шпал на примыкающих звеньях путей. Разрешается укладывать стрелочные переводы на деревянные антисептированные или железобетонные шпалы, за исключением крестовинной части и места установки переводного механизма, где необходимо применять переводные брусья.

В качестве подрельсового основания для стрелочных переводов разрешается использовать железобетонные рамные и плитные конструкции, а также металлические брусья и листы.

5.4.24 Железнодорожные тупики на отдельных пунктах, погрузочно-разгрузочных фронтах, в том числе расположенные в зданиях, следует оборудовать упорами, предохраняющими выезд подвижного состава за границу территории обработки вагонов.

5.4.25 Предельные столбики за стрелочными переводами следует устанавливать в местах, где расстояние между осями расходящихся путей составляет не менее 4100 мм, а на перегрузочных путях – не менее 3600 мм. На кривых участках пути указанные расстояния следует увеличивать в соответствии с требованиями ГОСТ 9238.

5.4.26 Установку противоугонов следует предусматривать на подъездных и соединительных путях, на путях отдельных пунктов, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов (подач), а также на приемо-отправочных путях, путях в пределах головы сортировочных парков, на сортировочных и вытяжных путях в пределах зоны торможения, на передвижных путях, расположенных на уклонах более 1,5 ‰.

На подъездных и соединительных путях, расположенных на уклонах более 10 ‰, пружинные противоугоны следует устанавливать на каждой шпале.

При уклонах путей более 30 ‰ количество противоугонов удваивают путем установки их в «замок» на каждой шпале. На подходах к мостам и путепроводам с безбалластным пролетным строением во всех случаях, независимо от продольного профиля пути и условий движения, необходимо предусматривать закрепление пути от угона.

5.5 Железнодорожные станции и другие отдельные пункты

5.5.1 Назначение, количество и размещение промышленных железнодорожных отдельных пунктов, объемы переработки и ориентацию по направлениям вагонопотоков, а также путевое развитие и техническое оснащение следует устанавливать на основе генеральных схем железнодорожного транспорта промышленных районов, схем генеральных планов промышленных узлов, генеральных планов отдельных предприятий и технико-экономических обоснований строительства новых и реконструкции действующих предприятий. При этом следует исходить из рационального распределения сортировочной и маневровой работы между станциями общей сети железных дорог, промышленными железнодорожными станциями и грузовыми пунктами и концентрации сортировочной работы на наименьшем количестве отдельных пунктов.

5.5.2 Промышленную сортировочную станцию в промышленном районе или на предприятии следует предусматривать одну. В территориально разбросанных промышленных районах проектируют несколько сортировочных станций.

Количество грузовых станций в промышленном узле или на предприятии обосновывают технико-экономическими расчетами в зависимости от объемов погрузки-разгрузки, размещения и количества обслуживаемых грузовых фронтов.

Отдельную грузовую станцию проектируют при наличии:

– среднесуточных размеров погрузки-разгрузки 50 и более вагонов, а также пяти и более грузовых фронтов;

– двух и более маневровых локомотивов, занятых маневровой работой по обслуживанию грузовых фронтов.

5.5.3 Промышленную железнодорожную станцию следует размещать вблизи территорий предприятий, цехов и грузовых пунктов. При потребности в нескольких станциях необходимо учитывать комплексное использование их путевого развития и технического оснащения.

Направление сортировки вагонов на сортировочных станциях следует устанавливать в сторону большего объема сортировочной работы, на грузовых станциях – в сторону обслуживаемых ими маневровых районов и грузовых фронтов.

При выполнении подборки вагонов по грузовым фронтам непосредственно в районе грузовых пунктов и расположении подходов к грузовым фронтам в неблагоприятных планово-профильных условиях (радиусы кривых в плане менее 140 м, продольные уклоны превышают значения, приведенные в 5.2.2.9) перед грузовыми пунктами (параллельно им) следует предусматривать парки из двух или трех путей. При технико-экономическом обосновании указанные парки также разрешается устраивать в случае значительной (более 3 км) удаленности грузовых пунктов от ближайшей станции.

5.5.4 Раздельные пункты, здания и сооружения на них (здания станций, объекты ремонтного и энергетического хозяйства и т. п.) должны быть обеспечены автомобильными подъездами. Параметры подъездов следует устанавливать в соответствии с требованиями настоящих строительных норм.

5.5.5 При размещении раздельных пунктов вблизи населенных пунктов и жилых кварталов следует учитывать границы санитарно-защитной зоны, устанавливаемые по допустимым уровню воздействия шума и концентрации вредных веществ в воздухе и предусматривать мероприятия по обеспечению безопасной работы с опасными грузами.

5.5.6 Промышленные сортировочные станции следует проектировать по двухпарковой схеме с последовательным или параллельным расположением приемо-отправочного и сортировочно-отправочного парков. Отправление формируемых поездов (подач) следует предусматривать непосредственно из сортировочно-отправочного парка.

При проектировании объединенных станций увязка путевого развития и устройств электрической централизации между парками должна обеспечивать четкую организацию движения и разделение ответственности при передаче составов из одного парка в другой.

Трехпарковые схемы (приема, отправления и сортировки) следует предусматривать при технико-экономическом обосновании.

5.5.7 Пути приема поездов (подач) с сетей общего пользования и предприятий следует предусматривать объединенными, за исключением возможного пересечения встречных маршрутов или маршрутов с составами, переставляемыми на вытяжные пути.

5.5.8 Количество приемоотправочных путей на сортировочных и грузовых станциях следует устанавливать с учетом типа сортировочного устройства и организации эксплуатационной работы в зависимости от размеров среднесуточного количества принимаемых или отправляемых поездов (подач) в соответствии с приложением А.

Уменьшение или увеличение количества данных путей должно быть обосновано технико-экономическими расчетами в увязке с работой грузовых фронтов и станции примыкания (суточным планом-графиком).

5.5.9 В каждом отдельном приемо-отправочном парке или парке приема дополнительно к количеству путей, определяемых согласно приложению А, следует предусматривать один ходовой путь. Главные пути следует предусматривать только в случае пропуска через промышленную станцию транзитных поездов, а также на станциях с последовательным расположением парков при отправлении поездов своего формирования на внешнюю сеть непосредственно из сортировочного парка.

5.5.10 Количество приемо-отправочных путей на разъездах, предназначенных только для обеспечения пропускной способности, следует принимать при среднесуточных размерах движения:

- до 12 пар поездов – один путь;
- от 13 до 30 пар поездов – два пути.

На промежуточных станциях при выполнении операций по прицепке и отцепке групп вагонов, отстою составов или групп вагонов следует предусматривать укладку дополнительно одного или двух путей в зависимости от объема работы и местных условий.

5.5.11 Путевые схемы сортировочных и грузовых станций и подходы к ним должны обеспечивать возможность параллельного выполнения следующих операций:

– прием поездов (подач) с сетей общего пользования и предприятий, а также (при параллельном расположении парков) перестановки составов с части путей на сортировочную (горочную) вытяжку;

– отправление поездов (подач) на сети общего пользования, предприятий и отдельных производств.

Невозможность обеспечения указанной параллельности в трудных и особо трудных условиях должна быть обоснована технико-экономическими расчетами с обязательной проверкой пропускной способности горловины по требуемому объему работы станции.

5.5.12 Путевые схемы и техническое оснащение станций следует проектировать с учетом возможности их дальнейшего развития в части укладки дополнительных путей и перехода на более производительные сортировочные устройства. При необходимости на сортировочных станциях следует обеспечивать переход от схем с параллельным расположением парков к схемам с последовательным их расположением. При этом необходимо исходить из того, что по технико-экономическим расчетам последовательные схемы могут оказаться более эффективными при перспективных размерах среднесуточного перерабатываемого вагонопотока от 1500 до 2000 вагонов.

5.5.13 Для промышленных станций при среднесуточном объеме сортировки более 50 вагонов следует предусматривать сортировочные пути.

5.5.14 Количество основных специализированных и неспециализированных сортировочных путей следует определять в зависимости от принятой организации сортировочной и маневровой работы, количества назначений формирования и вагонов в составе.

5.5.15 Количество специализированных сортировочных путей, используемых для накопления вагонов отдельных назначений (для промышленных станций, крупных грузовых фронтов, общесетевого плана формирования), устанавливают по количеству данных назначений из расчета максимального съема вагонов в сутки с одного пути:

150 – для накопления в адрес промышленных станций и крупных грузовых фронтов;

200 – то же по назначениям общесетевого плана формирования.

Съем вагонов со специализированных сортировочных путей, предназначенных для расформирования поездов (подач) по маркам сырья и топлива, видам обработки вагонов, состоянию технической годности подвижного состава под погрузку массовых грузов и т. п., следует принимать из расчета 100–110 вагонов в сутки с одного пути.

5.5.16 Количество неспециализированных сортировочных путей, предназначенных для расформирования поездов с последующим формированием подач по маневровым районам или грузовым фронтам, следует определять делением общих размеров среднесуточного входящего разборочного вагонопотока на съем вагонов с одного сортировочного пути.

Оптимальный съем вагонов с одного сортировочного пути, соответствующий среднесуточной производительности локомотива, обеспечивающего подачу-уборку вагонов закрепленного за ним маневрового района с подборкой вагонов по грузовым фронтам этим локомотивом на веерах путей при отсутствии на них устройств электрической централизации стрелок и сигналов, принимают по таблице 26.

Таблица 26

Количество приведенных назначений (грузовых фронтов)	Съем вагонов с одного сортировочного пути, вагон/сут, при количестве вагонов в расформировываемом поезде (подаче)						
	15	20	25	30	40	50	60
5	45	50	55	55	60	60	65
10	35	40	45	50	55	60	60
15	35	40	45	45	50	55	55
20	35	35	40	40	45	50	55
25	35	35	35	40	45	50	50
30	35	35	35	35	40	50	50
40	35	35	35	35	40	45	45
50	35	35	35	35	35	40	45
60	35	35	35	35	35	40	40
70 и более	30	30	35	35	35	40	40

Примечания

1 В зависимости от организации маневровой работы съём вагонов с одного сортировочного пути следует увеличивать умножением на коэффициент:

а) 1,1 – при подборке вагонов по грузовым фронтам на станции; при отсутствии закрепления локомотивов за маневровыми районами;

б) 1,2 – при совместном осуществлении мероприятий, предусмотренных в а);

в) 1,35 – при осуществлении мероприятий, предусмотренных в б), и оборудовании путей устройствами электрической централизации.

2 Приведенные в таблице значения съема вагонов и коэффициентов соответствуют следующим условиям:

– средневзвешенные расстояния от станции до грузовых фронтов – не более 1 км;

– мощность маневрового локомотива, обеспечивающего подачу-уборку вагонов, – 550 Вт (серий ТГМЗ, ТГМ4);

– коэффициенты загрузки маневрового локомотива – 0,65–0,70.

При иных условиях, параметры которых отличаются более чем на 15 % от приведенных, а также при применении комбинаторного метода формирования многогруппных подач, суточный съём вагонов с одного сортировочного пути следует уточнять расчетом.

5.5.17 Количество приведенных назначений (грузовых фронтов) F_{np} вычисляют по формуле

$$F_{np} = \frac{NF}{N + \sqrt{F \sum_{i=1}^F \left(n_i - \frac{N}{F} \right)^2}}, \quad (5.3)$$

где N – общий среднесуточный входящий разборочный вагонопоток, включая порожние вагоны;

F – общее количество назначений (грузовых фронтов), в адрес которых поступают вагоны;

n_i – среднесуточный вагонопоток, поступающий в адрес каждого назначения (грузового фронта).

При отсутствии данных о вагонопотоке для каждого грузового фронта разрешается вместо количества приведенных назначений принимать общее количество назначений (грузовых фронтов), в адрес которых поступает разборочный вагонопоток.

5.5.18 При количестве назначений сортировки, превышающем количество основных сортировочных путей, в каждом отдельном сортировочном парке станции следует предусматривать дополнительно один отсевной путь. Кроме того, если не представляется возможным устройство общего ходового пути для приемо-отправочного парка, в сортировочном парке необходимо проектировать один ходовой путь.

На промышленных станциях со среднесуточным объемом переработки более 500 вагонов следует выделять один дополнительный путь для перестановки составов во время очистки путей от снега и проведения плановых ремонтов путей.

5.5.19 При невозможности обслуживания объектов промышленного железнодорожного транспорта пожарными депо предприятий или населенных пунктов на станциях следует предусматривать строительство пожарных депо, при этом целесообразно руководствоваться [3].

На отдельных пунктах, обслуживающих предприятия, которые получают или отправляют железнодорожным транспортом пожаро- и взрывоопасные грузы, при необходимости следует предусматривать дополнительные резервные пути для отстоя пожарных поездов.

При отстое пожарных поездов на территории предприятия, а также при расположении станции на расстоянии не более 2 км от предприятия, указанные пути не предусматривают.

5.5.20 Полезную длину приемо-отправочных путей отдельных пунктов следует назначать в соответствии с расчетной длиной обращающихся поездов (подач), при приеме и отправлении полновесных поездов без переработки на отдельных пунктах

примыкания – в соответствии с длиной приемо-отправочных путей на отдельных пунктах сети общего пользования, расположенных на прилегающих перегонах, с учетом перспективы.

Полезную длину путей, предназначенных для приема подач с предприятий для расформирования, следует увеличивать до длины, кратной расчетной длине подачи, с соответствующим сокращением количества этих путей согласно приложению А.

5.5.21 Полезную длину сортировочных путей следует принимать:

- специализированных – равной расчетной длине поездов (подач), увеличенной на 10 %;
- неспециализированных – по таблице 27.

Таблица 27

Количество вагонов в поезде, подлежащем расформированию	Полезная длина неспециализированного сортировочного пути, м, при отношении среднесуточного количества вагонов данного назначения (для маневрового района, грузового фронта, другой промышленной станции и т. п.) к общему среднесуточному разборочному вагонопотоку				
	0,2 и менее	0,3	0,4	0,5	0,6 и более
30 и менее	180	225	270	315	360
40	210	285	345	405	465
50	270	330	420	445	570
60	300	350	450	500	600

Примечание – Полезная длина сортировочных путей учитывает длину локомотива 30 м.

5.5.22 В зависимости от размера вагонопотока и трудоемкости его переработки на промышленной железнодорожной станции следует предусматривать одно или несколько следующих сортировочных устройств:

- вытяжные пути со стрелочными горловинами на горизонтальной площадке при работе на них осаживанием или толчками;
- вытяжные пути со стрелочными горловинами на уклонах, на которых сила тяжести при скатывании вагонов дополняется толчками маневрового локомотива;
- горки малой или средней мощности, где для скатывания вагонов используется в основном сила их тяжести.

При незначительных объемах сортировочной работы (до 50 вагонов/сут) и небольшом количестве назначений сортировки (до четырех) специальные сортировочные устройства и сортировочные пути не предусматривают. В этом случае сортировку вагонов производят на веерах путей или на приемоотправочных и других путях станции с использованием вытяжного или подъездного (соединительного) пути.

Примечание – При другом соотношении объемов сортировочной работы и количества назначений сортировки нецелесообразность проектирования специальных сортировочных устройств должна быть обоснована технико-экономическими расчетами.

Требуемую перерабатывающую способность сортировочного устройства рассчитывают путем суммирования среднесуточных значений вагонопотоков различных видов, перерабатываемых на сортировочном устройстве, и умножением каждого из них на коэффициент приведения, значение которого в зависимости от трудоемкости переработки соответствующего вагонопотока следует принимать равным:

1,0 – для разборочного вагонопотока назначением на другие станции или крупные грузовые фронты данной станции, для которых выделяются отдельные сортировочные пути, и маршрутизированного вагонопотока, если он перерабатывается на сортировочном устройстве;

3,0 – для разборочного вагонопотока назначением на грузовые фронты, обслуживаемые непосредственно через станцию, при выполнении подборки вагонов по грузовым фронтам на веерах технологических путей;

4,0 – то же при выполнении подборки вагонов по грузовым фронтам на сортировочном устройстве.

Максимальная перерабатывающая способность сортировочных устройств с учетом допустимой их загрузки приведена в таблице 28.

Таблица 28

Тип сортировочного устройства	Максимальная перерабатывающая способность, приведенных вагонов/сут
Вытяжной путь:	
со стрелочной горловиной на горизонтальной площадке	800
со стрелочной горловиной на уклоне	1200
Горка:	
малой мощности	1500
средней мощности	3500

На реконструируемых станциях в трудных условиях следует проектировать вытяжные пути со стрелочной горловиной на уклоне. На новых станциях вытяжной путь на уклоне разрешается проектировать на первом этапе с возможностью его последующего перехода на горку.

Горки малой и средней мощности должны быть механизированы с установкой на спускной части горки и сортировочных путях вагонных замедлителей.

На горках малой мощности с четырьмя – шестью сортировочными путями, проектируемых на небольшой объем переработки (600–700 приведенных вагонов/сут), в районах с благоприятными климатическими условиями следует устанавливать вагонные замедлители только на сортировочных путях.

Примечание – К районам с благоприятными климатическими условиями относятся районы, где имеются следующие сочетания среднесуточной температуры воздуха и скорости ветра:

- от минус 10 °С до минус 15 °С и скорости ветра менее 3,5 м/с;
- от минус 16 °С до минус 25 °С и скорости ветра менее 2,5 м/с;
- от минус 26 °С до минус 35 °С и скорости ветра менее 1,5 м/с.

5.5.23 Полезную длину вытяжных (надвижных) путей следует назначать на полную длину состава с локомотивом.

В трудных условиях полезную длину вытяжных (надвижных) путей следует проектировать на половину длины состава с локомотивом.

В особо трудных условиях длину вытяжных путей следует проектировать на 1/3 длины состава с локомотивом, но не менее 250 м при среднесуточном объеме переработки приведенных вагонов:

- на вытяжных путях со стрелочной горловиной на горизонтальной площадке – до 100;
- на вытяжных путях со стрелочной горловиной на уклоне – » 250;
- на горках – » 500.

5.5.24 На горочных станциях в хвостовой горловине сортировочного парка следует проектировать вспомогательные вытяжные пути полезной длиной, равной половине длины состава с локомотивом, а в трудных условиях – не менее 1/3 длины состава с локомотивом.

5.5.25 Для приема с предприятий составов по частям в приемо-отправочных парках следует предусматривать вытяжные пути, обеспечивающие параллельность приема и отправления поездов и перестановки поступающих групп вагонов на пути накопления.

При поступлении более 10 мелких (до 10 вагонов) подач в сутки разрешается предусматривать выставочные парки для накопления вагонов перед их подачей на сортировочные устройства или в парк отправления (приемо-отправочный парк).

5.5.26 При проектировании промышленных железнодорожных станций следует предусматривать служебные бытовые помещения для всех категорий инженерно-технического персонала, обеспечивающего работу станции.

5.6 Примыкания и пересечения

5.6.1 Примыкания подъездных и технологических путей следует предусматривать к горловинам раздельных пунктов. При необходимости устройства двух и более примыканий следует обеспечить возможность одновременного приема и отправления поездов (подач) на примыкающие к горловине направления.

Примыкания подъездных и технологических путей к станционным путям раздельных пунктов вне горловины, а также их примыкания на перегонах к другим подъездным и соединительным путям категории I-п разрешается только при технико-экономическом обосновании. Для остальных путей предприятий разрешаются примыкания к подъездным и технологическим путям на перегонах.

В местах примыкания подъездных и соединительных путей к главным путям на раздельных пунктах и перегонах при наличии спуска более 2,5 ‰, создающего возможность ухода подвижного состава в сторону раздельных пунктов или примыкающих путей, следует предусматривать предохранительные тупики или охранные стрелки.

В случае, когда примыкание связано с пересечением путей при больших объемах движения (более 30 поездов), или при необходимости разделения вагонопотоков на несколько направлений следует проектировать путепроводные развязки.

5.6.2 Примыкания и пересечения подъездных и технологических путей предприятий с железнодорожными линиями и автомобильными дорогами общего пользования и улично-дорожной сетью населенных пунктов проектируют в соответствии с СН 3.03.04, ТКП 45-3.03-227, ТКП 543 и настоящими строительными нормами. Примыкания и пересечения подъездных и технологических путей предприятий друг с другом и автомобильными дорогами предприятий проектируют в соответствии с требованиями настоящих строительных норм.

5.6.3 Пересечения подъездных и технологических путей с другими путями и автодорогами предприятий следует проектировать в разных уровнях в следующих случаях:

- при пересечении новых подъездных и соединительных путей категории I-п с путями всех категорий промышленного транспорта;
- при пересечении с подъездными и внутренними автомобильными дорогами предприятий при расчетных размерах движения на пересечении более семи поездов или автобусов в час или более 30 000 поездов и автомобилей в сутки;
- при пересечении с линиями скоростного трамвая и наземными линиями метрополитена;
- при пересечении с автомобильными дорогами, по которым перевозят горячие грузы и осуществляют технологические перевозки в большегрузном специальном подвижном составе (автошлаковозах, автотяжеловозах для перевозки скрапа, литой заготовки и т. д.). При реконструкции предприятий следует выполнять пересечение данных автодорог с малодеятельными путями в одном уровне при условии обязательного оборудования переездов устройствами автоматической переездной сигнализации;
- при пересечении с путями других электрифицированных путей, трамвайных и троллейбусных линий;
- при пересечении путей, по которым перевозят горячие грузы, с подъездными и технологическими путями и автомобильными дорогами всех категорий. Следует выполнять пересечение данных путей в одном уровне с технологическими автомобильными дорогами при реконструкции, а также со вспомогательными дорогами при условии обязательного оборудования переездов устройствами автоматической переездной сигнализации;

– при пересечении с тремя и более главными путями внешних и внутренних (межплощадочных) автомобильных дорог всех категорий (кроме вспомогательных);

– при пересечении новых подъездных и соединительных путей категории I-п с автомобильными дорогами I-к категории.

В других случаях пересечение в разных уровнях должно быть экономически обосновано.

5.6.4 Глухие пересечения соединительных путей следует проектировать только при технико-экономическом обосновании. Для таких пересечений следует предусматривать предохранительные тупики или охранные стрелки и организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасность движения подвижного состава.

5.6.5 Переезды следует располагать преимущественно на прямых участках железных и автомобильных дорог, вне пределов выемок, стрелочных переводов, в местах, где обеспечиваются удовлетворительные условия видимости.

Пересечения путей с автомобильными дорогами должны быть преимущественно под прямым углом.

5.6.6 При проектировании переездов на пересечениях подъездных путей категории I-п с автомобильными дорогами предприятий на переезде следует обеспечить видимость, при которой водитель автотранспортного средства, находящийся от переезда на расстоянии, равном расчетному расстоянию видимости поверхности дороги, мог видеть приближающийся поезд не менее чем за 400 м от переезда, а машинист приближающегося поезда мог видеть середину переезда на расстоянии 1000 м.

При проектировании переездов на пересечениях подъездных путей категорий II-п и III-п и технологических путей с автомобильными дорогами предприятий на переезде следует обеспечить расстояния видимости с автотранспортного средства согласно разделу 7, а приближающегося поезда – не менее указанных в таблице 29.

Таблица 29

Расчетная скорость движения поезда, км/ч	Наименьшее расстояние видимости поезда, м
До 10 включ.	40
св. 10 » 15 »	60
» 15 » 25 »	100
» 25 » 40 »	150

Конструкцию переездов и их оборудование следует принимать по типовым проектам. Подходы автомобильных дорог к переездам и их оборудование следует проектировать по нормам проектирования соответствующих автомобильных дорог.

Под автодорогой на расстоянии 3,25 м от оси пути и на глубине, определяемой расчетом, следует предусматривать укладку не менее двух хризотилцементных труб диаметром 100 мм для пропуска кабелей электроснабжения, связи и сигнализации.

При оборудовании путей рельсовыми цепями СЦБ рельсы и контррельсы должны быть изолированы от бетонных, железобетонных и металлических конструкций переездного настила электроизолирующими прокладками.

5.6.7 На подходах к переезду со стороны пути следует предусматривать установку постоянных предупредительных сигнальных знаков «С». Расстояние от переезда до сигнальных знаков в зависимости от местных условий следует принимать от 100 до 300 м.

5.6.8 Охраняемые переезды следует проектировать:

– при расчетных размерах движения на пересечении более 16 000 поездов и автомобилей в сутки;

– при расстояниях видимости менее указанных в 5.6.6;

– на пересечении трех и более технологических путей со вспомогательными автомобильными дорогами.

В остальных случаях следует проектировать неохранные переезды.

5.6.9 Устройство пересечений подъездных и технологических путей с трубопроводами различного назначения, линиями электропередачи и связи и другими линейными сооружениями следует предусматривать по нормам проектирования данных сооружений, предусматривая специальные меры, обеспечивающие механизированный ремонт и замену верхнего строения пути, их сохранность, а также бесперебойную работу железнодорожного транспорта.

5.7 Погрузочно-разгрузочные и складские сооружения и устройства

5.7.1 На станциях, предназначенных для производства грузовых операций, следует предусматривать погрузочно-разгрузочные и складские сооружения и устройства, являющиеся техническим оснащением грузовых фронтов, в следующем составе: крытые и открытые склады и платформы; площадки для контейнеров, тяжеловесных и других грузов; повышенные пути (эстакады); устройства для перегрузки из вагонов непосредственно на автомобильный транспорт или через склад; платформы и площадки для выгрузки насыпных грузов, колесной техники и других грузов.

Необходимость сооружения грузовых устройств, их количество, тип и производительность оборудования следует устанавливать по проекту в зависимости от вида перерабатываемых грузов, размера и характера грузовой работы, с учетом комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

5.7.2 При отсутствии на предприятии подъездного пути перегрузочные операции следует предусматривать через грузовые дворы железных дорог общего пользования. При технико-экономическом обосновании перегрузочные операции разрешается предусматривать на станциях железных дорог общего пользования, не имеющих грузовых дворов, или на грузовых фронтах смежных предприятий.

5.7.3 Мощность проектируемых погрузочно-разгрузочных сооружений и устройств, а также производительность погрузочно-разгрузочных машин и механизмов должны обеспечивать время простоя подвижного состава под грузовыми операциями, не превышающее установленное нормами.

5.7.4 Грузовые фронты при расчете технической оснащенности подразделяют на группы:

а) со стационарными погрузочно-разгрузочными машинами и установками (вагоноопрокидывателями, механическими лопатами, бурофрезерными машинами, виброразгрузочными устройствами и т. д.);

б) с передвижными погрузочно-разгрузочными машинами (кранами, погрузчиками и т. д.);

в) с повышенными путями и траншеями;

г) с приемными бункерами.

5.7.5 Для погрузки и выгрузки грузов, в зависимости от их вида, характера и дальности возки, на складах следует проектировать линейные или точечные грузовые фронты.

Линейные грузовые фронты следует оснащать:

– погрузочно-разгрузочными рампами закрытых, открытых или укрытых навесами складов для тарно-штучных грузов;

– прирельсовыми площадками, устраиваемыми в уровне головки рельсов и оборудованными соответствующими грузоподъемными машинами и механизмами для тяжеловесных, крупногабаритных грузов и контейнеров;

– разгрузочными эстакадами, повышенными путями, приемными траншеями, а также специальными разгрузочными машинами (в зависимости от типа подвижного состава) без приемных устройств для насыпных грузов;

– эстакадами для слива и налива жидких продуктов с соответствующей системой технологического оборудования и арматуры для наливных грузов.

Точечные грузовые фронты следует оснащать:

- для насыпных грузов – бункерными приемными устройствами, вагоноопрокидывателями, инерционными вагоноразгрузочными машинами, системой питателей и ленточных конвейеров для транспортирования груза из приемных бункеров на склад, а при необходимости – системами аспирации и другими устройствами;
- для пылевидных и порошкообразных грузов – приемными подрельсовыми емкостями или пневморазгрузчиками, системами аспирации, соответствующим видом непрерывного транспорта (как правило, пневмотранспорта) для транспортирования груза в складские емкости и другими устройствами;
- для наливных грузов – стояками для слива и налива жидких грузов в железнодорожные цистерны; системой трубопроводов, соединяющих грузовой фронт со складскими емкостями; устройствами для сбора и перекачки пролитых жидкостей, а в местах слива-налива кислот, щелочей и других опасных грузов – также средствами для нейтрализации и обезвреживания этих грузов при их утечке.

Для выполнения вспомогательных работ на линейных и точечных грузовых фронтах складов следует предусматривать устройства для открывания и закрывания люков полувагонов и бортов платформ, устройства для очистки подвижного состава от остатков груза, маневровые средства для перемещения вагонов вдоль грузового фронта.

Все грузовые фронты, в зависимости от пожарной и взрывной опасности перерабатываемых грузов, необходимо оснащать соответствующими системами пожарной и охранной сигнализации и пожаротушения.

5.7.6 Приемные бункеры, разгрузочные эстакады и повышенные пути следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-90, ГОСТ 23120, а также целесообразно руководствоваться [4].

5.7.7 Погрузочные сооружения грузоотправителей следует проектировать с устройствами для комплексной механизации и автоматизации погрузочных работ и устройствами для профилактики против смерзания грузов в пути следования и примерзания их к внутренним поверхностям кузовов подвижного состава (перемораживание груза, обработка вагонов профилактическими веществами и др.).

5.7.8 Погрузочно-разгрузочные сооружения и устройства, средства профилактики и восстановления сыпучести грузов, устройства для очистки груза следует проектировать с соблюдением технических условий, установленных для обеспечения сохранности вагонов по ГОСТ 22235.

5.7.9 При проектировании сливо-наливных устройств жидких продуктов, перевозимых в специализированном подвижном составе, целесообразно руководствоваться [5].

5.7.10 Длину новых погрузочно-разгрузочных путей следует предусматривать согласно 5.2.3.7, а реконструируемых – с учетом существующих условий на предприятии.

5.7.11 Целесообразность установки в тех или иных конкретных условиях железнодорожных вагонных весов определяют на основе технико-экономических расчетов с учетом убытков, возникающих при отсутствии весов, стоимости их приобретения и эксплуатации, затрат времени на взвешивание и других факторов.

5.7.12 Вагонные весы следует располагать на прямом горизонтальном участке сквозного или тупикового пути. Уклон подъездного пути по обе стороны от весов на длине взвешиваемого состава должен быть не более 0,002. Наименьшую длину прямых горизонтальных отрезков пути с каждой стороны весов определяют исходя из требований к подъездным путям для устанавливаемых грузоприемных устройств весов. Расстояние между весовым путем и смежными с ним путями должно быть не менее 7 м, а в стесненных условиях – не менее 6,8 м.

Полную длину весового пути и местоположение на нем весов следует устанавливать из расчета длины группы вагонов, подлежащих взвешиванию.

5.7.13 Складские здания и помещения следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-95.

5.8 Водоснабжение, канализация, теплоснабжение

5.8.1 Сети водоснабжения, канализации и теплоснабжения, а также инженерное оборудование зданий и сооружений железнодорожного транспорта следует проектировать по нормам, установленным для соответствующих сетей и оборудования.

5.8.2 Проектируемые системы водоснабжения должны обеспечивать хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды всех объектов железнодорожного транспорта (служебно-технических и производственных зданий, объектов ремонтного хозяйства и экипировки подвижного состава, перерабатываемых и отстаиваемых вагонов, сортировочных устройств, грузовых пунктов и т. д.).

Подачу воды для объектов железнодорожного транспорта следует предусматривать от сетей водоснабжения предприятия. Для удаленных транспортных объектов при наличии местных источников водоснабжения и при соответствующем технико-экономическом обосновании следует проектировать локальные системы водоснабжения.

5.8.3 Схему водоснабжения объектов железнодорожного транспорта следует принимать в зависимости от местных условий. Хозяйственно-питьевое водоснабжение следует объединять с производственным при надлежащем качестве воды, используемой для производственных нужд.

Насосные станции для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения следует относить ко второй категории по надежности действия, для производственно-пожарного и противопожарного водоснабжения – к первой категории.

5.8.4 Наружное пожаротушение подвижного состава следует предусматривать на станциях, в отдельных парках, на путях отстоя вагонов, грузовых пунктах и других местах, где выполняют расформирование, формирование, погрузочно-разгрузочные операции и отстой составов или групп вагонов при количестве вагонов (цистерн) с легковоспламеняющимися и горючими грузами более 20 ед/сут. Расход воды на наружное пожаротушение вагонов (цистерн) следует принимать по таблице 30.

Противопожарное водоснабжение зданий и сооружений станций, грузовых пунктов и других объектов железнодорожного транспорта, а также открытых площадок для хранения контейнеров следует проектировать в соответствии с требованиями СН 4.01.01, СН 2.02.02.

Таблица 30

Наименование груза	Расход воды, л/с, на пожаротушение при количестве вагонов (цистерн), ед/сут		
	от 20 до 50 включ.	св. 50 до 100 включ.	св. 100
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости	140	165	195
Твердые горючие вещества	30	30	40

5.8.5 Противопожарный водопровод и устройства на нем следует проектировать на расчетный расход воды, принимаемый равным большему из значений расхода воды, требуемого на наружное пожаротушение вагонов (цистерн) или зданий, сооружений и грузов на открытых площадках.

5.8.6 Противопожарный водопровод на станциях и грузовых пунктах следует проектировать по кольцевой схеме.

При количестве станционных путей до пяти кольцевую сеть противопожарного водопровода следует располагать с одной стороны станции (парка).

Диаметр сети противопожарного водопровода необходимо принимать исходя из обеспечения расчетного расхода воды на наружное пожаротушение и давления у наиболее удаленных пожарных гидрантов не менее 0,4 МПа. Расстояние между пожарными гидрантами должно быть не более 150 м.

Схему водопроводной сети для противопожарного обслуживания других объектов транспорта следует предусматривать в соответствии с СН 4.01.01, СН 2.02.02.

5.8.7 Расположение пожарных гидрантов на водопроводной сети должно обеспечивать пожаротушение любых обслуживаемых данной сетью зданий, сооружений, открытых складов и площадок с грузами, вагонов в местах формирования, расформирования или отстоя составов и осуществление погрузочно-разгрузочных операций не менее чем от двух гидрантов, с прокладкой рукавных линий в междушпальных лотках.

В парках станций с количеством путей более трех необходимо через каждые 150 м предусматривать устройство междушпальных лотков для кладки пожарных рукавов под рельсами.

Междушпальные лотки для прокладки рукавных линий под рельсами должны предусматриваться на станциях с количеством путей до 10 в местах установки пожарных гидрантов и иметь сечение, обеспечивающее размещение в одном лотке двух пожарных рукавов.

Пожарные гидранты следует располагать по отношению к автомобильным дорогам и зданиям в соответствии с требованиями СН 4.01.01, СН 2.02.02.

При количестве станционных путей от 10 до 20 дополнительно к устройствам противопожарного водоснабжения через каждые 150 м следует предусматривать прокладку под путями сухотрубов диаметром от 77 до 89 мм, имеющих пожарные краны с заглушкой через одно междупутье, для подачи огнегасительных средств от передвижной пожарной техники. Укладку сухотрубов производят не менее чем через пять путей.

На станциях с количеством парковых путей от 20 до 40 следует предусматривать одну, а более 40 путей – две специальные площадки для тушения подвижного состава, оборудованные вышками со стационарными лафетными стволами, сухотрубной системой орошения, стационарными горизонтальными пеноподъемниками с двумя пеногенераторами ГПС-600, а также лотками (желобами) и аварийными емкостями для слива жидкостей.

5.8.8 Сброс производственных и бытовых сточных вод от объектов железнодорожного транспорта следует предусматривать в коллекторы предприятий или населенного пункта.

Для удаленных объектов при соответствующем обосновании следует проектировать самостоятельные системы канализации или устройство выгребов.

На пунктах промывки цистерн и подготовки вагонов под погрузку следует предусматривать локальную очистку производственных сточных вод в соответствии с характером их загрязнения.

При определении условий отведения и сброса сточных вод во всех случаях целесообразно руководствоваться [6] по охране поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

5.8.9 При закрытой схеме поверхностного водоотвода с территорий, занятых объектами железнодорожного транспорта, сброс дождевых и талых вод следует предусматривать в соответствующие системы канализации промышленного предприятия или населенного пункта. При отсутствии таких систем или значительной их удаленности сброс поверхностных вод следует предусматривать в ближайший водоем или лог с предварительной их очисткой.

5.8.10 Теплоснабжение объектов промышленного железнодорожного транспорта следует предусматривать централизованным от тепловых сетей предприятий.

В исключительных случаях при технико-экономическом обосновании разрешается проектировать собственные котельные.

На удаленных отдельно стоящих объектах (переездных постах, пунктах обогрева, работающих на перегоне, и т. д.) в зависимости от местных условий разрешается применять печное отопление или электрообогрев.

5.8.11 При проектировании подземных коммуникаций и сооружений на них с применением стальных труб и конструкций следует предусматривать меры по их защите:

- от почвенной коррозии – в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602 на неэлектрифицированных и электрифицированных переменным током железных дорогах;

- от коррозии – целесообразно руководствоваться [7].

5.9 Искусственные сооружения

5.9.1 Место перехода и положение искусственных сооружений определяют по плану и продольному профилю путей с учетом:

- обеспечения безопасности людей и движения подвижного состава;
- климатических особенностей района строительства;
- режима водотока, русловых, гидрогеологических и других местных условий;
- наличия инженерных коммуникаций.

5.9.2 Мостовые сооружения (в том числе путепроводы, виадуки, эстакады, пешеходные мосты), тоннели, пешеходные тоннели и трубы под насыпями следует проектировать в соответствии с требованиями СН 3.03.01.

5.9.3 Мосты через водные пути должны удовлетворять требованиям судоходства. Габариты подмостовых судоходных пролетов следует принимать в соответствии с ГОСТ 26775.

5.10 Электроснабжение электрифицируемых железнодорожных путей

5.10.1 Электрификацию путей на новых предприятиях следует предусматривать на напряжение 3 кВ постоянного и 10, 25 кВ переменного тока. На реконструируемых предприятиях разрешается оставлять напряжение 1,5 кВ постоянного тока.

Выбор рода тягового тока и значений напряжения следует обосновывать технико-экономическими расчетами.

5.10.2 Устройство электроснабжения электрической тяги в отношении бесперебойности питания следует относить к той категории нагрузок, к которой относится обслуживаемое предприятие.

5.10.3 Количество, мощность и расположение тяговых подстанций, а также сечения и марки проводов тяговой сети электрифицируемых путей следует устанавливать на основании сравнения вариантов технико-экономических показателей схем электроснабжения. При этом тяговые сети следует рассчитывать по токам нагрузки и по уровню минимально допустимого напряжения, которое при наиболее неблагоприятных сочетаниях нагрузок должно быть на токоприемнике электровоза промышленного парка не менее:

- 2/3 номинального (условного) – при постоянном токе;

- 3/4 номинального (условного) – при переменном токе.

5.10.4 При применении для плавки гололеда на проводах тяговой сети токов короткого замыкания сечение проводов следует проверять на нагрев.

Наибольшая температура нагрева проводов тяговой сети, находящейся под напряжением в течение 20 мин и более, не должна превышать, °С:

- 100 – для медных многопроволочных проводов;

- 90 – для алюминиевых проводов;

- 95 – для медных контактных проводов.

5.10.5 Тяговые подстанции по возможности следует совмещать с подстанциями предприятий. На несовмещенных тяговых подстанциях разрешается устанавливать понижающие трансформаторы для питания различных не тяговых электропотребителей.

5.10.6 Для предприятий I категории по надежности электроснабжения на тяговых подстанциях переменного тока, а также на тяговых подстанциях постоянного тока

с двойной трансформацией следует предусматривать по два главных понижающих трансформатора. При отключении одного из них на подстанциях постоянного и переменного тока и преобразовательных агрегатов на подстанциях постоянного тока электроснабжение должно обеспечиваться за счет оставшихся в работе трансформаторов (агрегатов).

5.10.7 Присоединение тяговых подстанций к линиям электропередачи (далее – ЛЭП) или подстанциям местных энергосистем и промышленных предприятий следует осуществлять посредством двух ЛЭП. При этом в случае выхода из строя одной из ЛЭП другая должна обеспечить бесперебойную работу тяговой подстанции без снижения ее номинальной мощности.

Питание одной ЛЭП предусматривают для предприятий II и III категорий по надежности электроснабжения.

5.10.8 На открытых горных разработках одной ЛЭП разрешается питать одновременно не более трех погрузочных фронтов в карьере или трех разгрузочных фронтов на отвале.

5.10.9 Контактная сеть должна быть разделена на отдельные участки (секции). Схема секционирования должна предусматривать выделение в секции:

- каждого из перегонов и главных путей станций;
- парков приема, отправления, сортировки;
- путей, предназначенных для погрузочно-разгрузочных работ;
- передвижных путей на рабочих горизонтах карьеров, на уступах отвалов вскрышных пород и горячих шлаков;
- путей, на которых осматривают оборудование, расположенное на крышах электровозов;
- экипировочных путей;
- путей электровозованных депо;
- отстойных путей для электровозов.

При необходимости схему секционирования следует проектировать с учетом плавки гололеда токами короткого замыкания или профилактического подогрева.

Для станций с однопутными подходами с количеством электрифицируемых путей более четырех должно быть предусмотрено поперечное секционирование.

К контактной подвеске главного пути следует присоединять до трех смежных станционных подвесок; при количестве путей в парке более восьми необходимо предусматривать поперечное секционирование.

5.10.10 Секции контактной сети следует отделять друг от друга секционными изоляторами, нейтральными вставками или изолирующими сопряжениями. Изолирующие сопряжения следует применять для отделения контактной сети перегонов от контактной сети раздельных пунктов. Секционные изоляторы необходимо устанавливать на прямых и горизонтальных участках пути.

На открытых горных разработках и в других обоснованных случаях при уклоне путей более 10 ‰ разрешается выполнять секционирование контактной сети с использованием изолирующих трехпролетных сопряжений.

5.10.11 Питание секций контактной сети следует предусматривать односторонним, при обосновании также предусматривают двустороннее питание от разных тяговых подстанций.

5.10.12 Питание удаленных от подстанций групп секций контактной сети (передвижных путей в карьерах и на отвалах, групп путей и т. п.) при обосновании разрешается осуществлять через распределительные пункты посредством питающих линий, проложенных от пункта до секций. Между тяговой подстанцией и распределительным пунктом следует предусматривать одну питающую линию при количестве линий между распределительным пунктом и секциями контактной сети до четырех и две питающие линии при количестве линий между пунктом и секциями контактной сети более четырех.

Распределительные пункты следует проектировать с телеуправлением из диспетчерского пункта или из питающей их тяговой подстанции.

5.10.13 Тяговые подстанции, посты секционирования, распределительные пункты и основные группы секционных разъединителей контактной сети следует проектировать с телеуправлением из диспетчерского пункта.

5.10.14 Для передвижных путей карьеров, а в отдельных случаях и для фронтов погрузки и разгрузки следует применять боковую подвеску контактного провода, в остальных случаях – центральную.

Устройства контактной сети должны обеспечивать надежный токосъем при наибольших скоростях движения поездов (подач) в конкретном климатическом районе.

Следует применять следующие типы подвески контактных проводов при скоростях движения, км/ч:

- до 25 – простую с сезонным регулированием натяжения контактного провода (простую регулируемую);

- до 40 – простую с автоматическим регулированием натяжения контактного провода (простую компенсированную) без несущего троса;

- до 70 – цепную с автоматическим регулированием натяжения контактного провода (цепную полукompенсированную).

При скорости движения до 15 км/ч разрешается применять жесткую подвеску контактных проводов на передвижных путях и отдельных участках постоянных путей (под бункерами, погрузочными люками, внутри зданий цехов и складов и т. п.).

5.10.15 Конструкцию подвески контактной сети на искусственных сооружениях, в бункерных галереях и цехах предприятий определяют в зависимости от конструкций сооружения и скорости движения поездов. При этом во всех случаях, когда есть опасность поджата проводов контактной подвески к частям сооружения, следует предусматривать изолированные отбойники. Расстояние от контактного провода до изолированного отбойника должно быть, мм, не менее:

- при скорости движения поездов от 121 до 200 км/ч:

- 150 – при одном контактном проводе;

- 100 – при двух контактных проводах;

- при скорости движения поездов от 51 до 120 км/ч:

- 100 – при одном контактном проводе;

- 70 – при двух контактных проводах;

- при скорости движения поездов до 50 км/ч:

- 50 – на железнодорожных станциях, путях депо и других второстепенных путях.

5.10.16 Наибольший допускаемый продольный пролет контактной подвески следует определять расчетом по условию обеспечения наибольшего допускаемого ветрового отклонения контактного провода при максимальном ветре и при сочетании максимальной нагрузки от гололеда с ветром в зависимости от типа подвески.

Наибольшее горизонтальное ветровое отклонение контактного провода от оси токоприемника (при длине рабочей зоны лыжи 1270 мм) с учетом порывистости ветра и упругого прогиба опор не должно превышать 500 мм на прямых участках пути и 450 мм на криволинейных участках пути; для бокового токоприемника отклонение определяют величиной рабочей зоны бокового токоприемника с учетом порывистости ветра и упругого прогиба опор.

5.10.17 Высота подвески контактного провода вне искусственных сооружений должна быть, мм, не менее:

- 5750 – на перегонах и железнодорожных станциях;

- 6000 – на железнодорожных переездах.

Высота подвески контактного провода в пределах искусственных сооружений должна быть, мм, не менее:

- 5550 – для контактной сети постоянного тока напряжением 3 кВ;

- 5750 – то же переменного тока напряжением 25 кВ.

Высота подвеса контактного провода должна быть не более 6800 мм.

При строительстве, модернизации и реконструкции высота подвески контактного провода должна быть не более 6250 мм.

5.10.18 Расстояние от оси пути до бокового контактного провода должно соответствовать техническим параметрам электровоза и тяговых агрегатов.

5.10.19 Количество проводов контактной подвески и площадь их сечения определяют расчетом при проектировании. Для контактных сетей следует применять медные многопроволочные провода, которые выбирают с учетом степени агрессивности воздушной среды.

При строительстве, обновлении и реконструкции контактной сети не разрешается применение стальных тросов, кроме компенсаторных. На главных путях перегонов и железнодорожных станций следует применять медные, низколегированные или бронзовые контактные провода площадью сечения 100 мм², количество которых (один или два) зависит от величины снимаемых токоприемников токов; на путях железнодорожной станции и депо – площадью сечения не менее 85 мм².

5.10.20 В местах пересечения трубопроводов с контактной подвеской голые провода, находящиеся под напряжением, следует размещать на расстоянии от трубопроводов, для указания которого целесообразно руководствоваться [8].

В случаях, когда указанное расстояние обеспечить невозможно, между проводами и трубопроводом следует предусматривать защитные металлические заземленные экраны.

5.10.21 В пределах искусственных сооружений расстояние от токоведущих элементов токоприемника и частей контактной сети, находящихся под напряжением, до заземленных частей сооружений и железнодорожного подвижного состава должно быть, мм, не менее:

200 – на линиях, электрифицированных на постоянном токе;

270 – то же на переменном токе.

Расстояние от контактного провода до расположенных над ним заземленных частей искусственных сооружений и поддерживающих устройств (мостов, путепроводов, тоннелей, сигнальных мостков) при одном контактном проводе должно быть не менее 650 мм, при двух контактных проводах – не менее 500 мм. Меньшее расстояние требуется при установке изолированных отбойников или ограничителей подъема.

5.10.22 Усиливающие, питающие и отсасывающие линии следует предусматривать воздушными из алюминиевых проводов.

Отсасывающие линии от тяговой подстанции должны иметь изоляцию относительно земли, рассчитанную на напряжение 1000 В.

5.10.23 Опоры контактной сети на постоянных путях следует предусматривать железобетонные предварительно напряженные, при технико-экономическом обосновании – металлические. Применение деревянных опор на железобетонных пасынках разрешается только в лесных районах для путей со сроком службы до 5 лет. Опоры передвижной контактной сети следует предусматривать деревянные на железобетонных или других основаниях.

5.10.24 Опоры и жесткие поперечины контактной сети разрешается использовать для подвески усиливающих, питающих и отсасывающих проводов, проводов ЛЭП напряжением 6, 10 и 35 кВ, а также для установки приборов освещения, сигнализации, аппаратов автоблокировки и волноводов для улучшения радиосвязи с локомотивами.

Использовать опоры и поперечины контактной сети для подвески и крепления трубопроводов и другого технологического оборудования не разрешается.

Подвеска проводов ЛЭП напряжением 6 и 10 кВ, линий освещения и связи на опорах передвижной контактной сети не разрешается.

5.10.25 Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор контактной сети должно быть не менее 3,1 м, в снегозаносимых выемках и на выходах из них на длине 100 м – не менее 5,7 м. На участках железных дорог до их реконструкции и в особо трудных условиях, за исключением снегозаносимых выемок, разрешается уменьшение этого расстояния до 2,45 м на железнодорожных станциях и до 2,75 м – на перегонах.

На кривых участках пути расстояние от оси крайнего пути увеличивают в соответствии с габаритным уширением.

Опоры в выемках необходимо устанавливать за пределами кюветов. При невозможности отвода кювета его пропуск осуществляют через фундамент опор специальной конструкции.

5.10.26 Для изоляции основных узлов контактной подвески следует применять тарельчатые или стержневые изоляторы. Количество подвесных изоляторов в гирлянде следует принимать:

- три – на линиях переменного тока напряжением более 10 до 25 кВ;
- два – то же менее 10 кВ и на линиях постоянного тока.

В анкерных гирляндах продольной подвески количество изоляторов в гирлянде следует увеличивать на один. В местах гнездования птиц, а также в районах с загрязненной атмосферой количество изоляторов определяют по проекту.

Для контактной сети на участках переменного тока разрешается применять стеклянные тарельчатые изоляторы.

Усиливающие и питающие воздушные провода следует изолировать как обычные воздушные ЛЭП соответствующего номинального напряжения, отсасывающие провода – как воздушные ЛЭП напряжением до 1 кВ.

5.10.27 Для защиты от перенапряжения в тяговой сети следует предусматривать разрядники и ограничители перенапряжения.

5.10.28 Металлические опоры контактной сети, конструкции, поддерживающие контактную сеть, а также металлоконструкции, расположенные от элементов контактной сети, находящихся под напряжением, на расстоянии менее 5 м и попадающие в зону «А», должны быть заземлены в установленном порядке.

Заземлению также подлежат все расположенные в зоне влияния контактной сети переменного тока металлические сооружения, на которых могут возникнуть опасные наведенные напряжения.

Заземляющие провода должны присоединяться непосредственно к рельсам или средним точкам путевых дроссель-трансформаторов автоблокировки либо через искровые промежутки. Глухое заземление (без искрового промежутка) следует применять на опорах, на которых установлены ручные или моторные приводы секционных разъединителей, разрядники, ограничители перенапряжений, а также в местах, где наиболее вероятно прикосновение к опорам контактной сети людей и животных.

5.10.29 Заземление опор контактной сети предусматривают индивидуальное или групповое. Групповое заземление применяют для опор, устанавливаемых в местах, где затруднена прокладка индивидуального заземления или возможно его повреждение (на территории заводов, эстакадах, в карьерах, отвалах и т. п.).

5.10.30 При электрификации путей на постоянном токе следует предусматривать мероприятия, направленные на снижение величины блуждающих токов.

5.10.31 При электрификации путей на переменном токе в случае необходимости следует предусматривать мероприятия по борьбе с вредным влиянием тяговых токов на металлоконструкции, линии связи и другие электрические сети не тягового назначения (относ линий связи от электрифицируемых путей на расчетные расстояния, их калибрование и различные защитные средства на других линиях и контактной сети).

5.10.32 Для обслуживания тяговой сети следует предусматривать дежурные пункты из расчета один пункт на 50–150 км развернутой длины тяговых сетей электрифицированных путей.

5.11 Энергетическое хозяйство

5.11.1 Электроснабжения силовых и осветительных установок следует предусматривать от энергетических систем или промышленных, коммунальных и других электростанций, при этом целесообразно руководствоваться [8].

5.11.2 Электроэнергией следует обеспечивать все железнодорожные станции, грузовые пункты, депо, мастерские, путевые ремонтные механизмы и другие сооружения и устройства железнодорожного транспорта.

Освещение следует предусматривать на путях и в парках приема и отправления поездов (составов), на сортировочных путях и в парках, на путях производства погрузочно-разгрузочных и маневровых работ, экипировки, объектах технического обслуживания и ремонта подвижного состава, а также в местах встречи поездов (составов) дежурным по станции, на складах, переездах, вводах в здания, а при необходимости – и на других путях и пунктах.

Уровень освещенности открытых территорий и коэффициенты запаса при проектировании электрического освещения следует принимать в соответствии с ТКП 45-2.04-153, а также целесообразно руководствоваться [9].

На станциях и внутриплощадочных путях необходимо предусматривать токоотборные точки для подключения путевого инструмента.

5.11.3 Для выбора надежности электроснабжения потребителей целесообразно руководствоваться [10], при этом она не должна быть выше принятой для обслуживаемого предприятия.

5.11.4 Схемы и проекты электроснабжения помимо потребностей железнодорожного транспорта должны учитывать электрические нагрузки других промышленных, сельскохозяйственных и районных потребителей, находящихся в пределах экономически целесообразного радиуса передачи электроэнергии.

5.11.5 Электроснабжение станций и линейных потребителей на электрифицированных участках железных дорог следует предусматривать от продольных линий электропередачи напряжением 10 или 25 кВ, подвешиваемых на опорах контактной сети.

На неэлектрифицированных участках железных дорог для этой цели разрешается предусматривать продольные ЛЭП напряжением 10 кВ на самостоятельных опорах. Устройства электроснабжения промежуточных отдельных пунктов и линейных потребителей разрешается проектировать от местных источников электроэнергии.

5.11.6 Для высоковольтных (напряжением более 1 кВ) распределительных сетей следует принимать напряжение 10 или 35 кВ. Напряжение сетей, питаемых от существующих распределительных устройств, разрешается принимать 6 кВ.

Питающие сети напряжением до 1 кВ следует проектировать на напряжение 380/220 В.

5.12 Сигнализация, централизация, блокировка и связь

5.12.1 На технологических путях предприятий для обеспечения заданных объемов перевозок, повышения производительности труда, улучшения условий безопасности движения, охраны труда и техники промышленной безопасности следует проектировать:

- электрическую централизацию стрелок и сигналов на станциях и в маневровых районах, в том числе аналоговые системы в релейном и блочном исполнении, а также микропроцессорные системы (далее – ЭЦ);

- переездную сигнализацию на станциях, в маневровых районах и на подъездных и соединительных путях в аналоговом или микропроцессорном исполнении;

- путевую блокировку (автоматическую или полуавтоматическую) на подъездных и соединительных путях;

- устройства связи (проводные и радио).

Кроме того, могут проектироваться управление стрелками с локомотива, диспетчерская централизация, диспетчерский контроль, автоматизация работы сортировочных устройств, въездная и выездная сигнализация, локомотивная сигнализация, устройства централизованного ограждения составов на путях, контроля перегретых букс подвижного состава, счета осей, устройства контроля схода подвижного

состава или волочения, системы автоматизированного диспетчерского контроля за состоянием устройств СЦБ, а также другие устройства СЦБ.

При малых объемах движения разрешается использовать ручные стрелки.

5.12.2 Проектирование для подъездных и технологических путей устройств СЦБ и связи, не отличающихся от аналогичных устройств железных дорог общего пользования, осуществляют согласно требованиям ТНПА.

5.12.3 При проектировании устройств СЦБ и связи необходимо учитывать перспективу путевого развития и возможности реконструкции этих устройств без перерыва движения при расширении предприятия, обеспечивать наименьшую зависимость работы устройств СЦБ от состояния верхнего строения пути, удобство в обслуживании этих устройств, а также наименьший расход кабеля и повышение безопасности движения.

5.12.4 При реконструкции устройств СЦБ и связи необходимо максимально использовать существующие напольные (линейные) устройства, в том числе кабельные сети, стрелочные электроприводы, светофоры. Возможность использования существующего постового (станционного) оборудования следует рассматривать в зависимости от соотношения количества существующей и дополнительной аппаратуры и конкретных условий строительства и эксплуатации.

5.12.5 Система светофорной сигнализации при поездном порядке движения может быть двухзначной (полуавтоматическая блокировка), а для участков путей категории I-п и в других обоснованных случаях разрешается применение трехзначной системы сигнализации. Для путей действующих предприятий разрешается сохранение существующей системы светофорной сигнализации.

5.12.6 В качестве основных сигнальных огней светофоров следует применять:

- красный, желтый и зеленый – при поездном порядке движения;
- красный (синий) и лунно-белый – при маневровой работе.

При трехзначной системе, а при необходимости и на отдельных поездных светофорах при двухзначной системе сигнализации в качестве предупредительного сигнала следует применять желтый или мигающий зеленый огонь.

Маршрутные указатели разрешается предусматривать только при невозможности применения сигнальных огней.

5.12.7 Светофоры следует устанавливать:

– входные – на расстоянии не менее 12,5 м от начала рамного рельса первого входного противошерстного или от предельного столбика пошерстного стрелочного перевода; в створе или на расстоянии 3,5 м от предельного столбика – в трудных условиях;

– выходные и маневровые исходя из следующего:

а) ширины междупутья (от 4,2 м);
б) типа светофора (мачтовый на металлической (железобетонной) мачте или карликовой с одной (двумя) головкой(-ами)). Если позволяет ширина междупутья, светофоры устанавливают у изолирующего стыка рамного рельса противошерстной стрелки или на расстоянии 3,5 м (в трудных условиях – 3,125 м) от предельного столбика пошерстной стрелки;

– проходные – на границах блок-участков перегонов;

– прикрытия – на расстоянии не менее 15 м от границы прикрываемого объекта.

Светофоры разрешается крепить к стенам зданий и конструкциям сооружений, а на передвижных путях – устанавливать на переносных основаниях.

5.12.8 Входные и проходные светофоры устанавливают мачтовые, остальные – карликовые. Мачтовые светофоры также необходимо предусматривать при регулярном безостановочном движении поездов, при регулярном движении вагонами вперед составов длиной более 150 м, на криволинейных участках и прямых участках длиной более 300 м, а также в случаях недостаточной видимости огней карликовых светофоров.

Видимость светофоров входных, проходных и прикрытия при отсутствии предупредительных сигналов должна обеспечиваться на расстоянии не менее длины тормозного пути, увеличенном при движении вагонами вперед на длину поезда (подачи).

Светофоры, являющиеся предупредительными по отношению к смежным попутным, следует устанавливать от последних на расстоянии, зависящим от длины тормозного пути.

5.12.9 При регулярном движении поездов (подач) вагонами вперед необходимо предусматривать перекрытие сигнала после прохода поезда (подачи) за светофор.

Для станционных светофоров необходимо предусматривать не менее двух режимов горения ламп – дневной и ночной, для остальных – только дневной режим.

Разрешается применять светофоры, сигнальные огни которых включаются только при подходе к ним подвижного состава.

Светофоры с двухнитевыми лампами применяют в обоснованных случаях.

5.12.10 Контроль за движением подвижного состава по отдельным участкам пути предусматривают посредством рельсовых цепей частотой 50 или 25 Гц, а также посредством тональных рельсовых цепей или датчиков электронных счетчиков осей.

Тип рельсовых цепей следует выбирать с учетом отрасли промышленности проектируемых предприятий и состояния верхнего строения путей для реконструируемых предприятий.

Контроль параллельных ответвлений в рельсовых цепях с длиной ответвлений до 60 м при скорости поездного движения до 25 км/ч не предусматривают.

5.12.11 Устройства ЭЦ, в том числе и микропроцессорной, должны обеспечивать концентрацию управления движением в пределах станции, группы станций, промышленного узла в сочетании с автономным управлением маневровыми районами и обособленно расположенными стрелками с учетом местных особенностей организации движения, зависящих от режима работы и технологии предприятия (группы предприятий). Выбор индивидуального или маршрутного управления стрелками определяют по проекту.

5.12.12 Двойное управление стрелочными переводами при ЭЦ (с центрального и местного постов) может предусматриваться только при регулярной сортировочной работе.

5.12.13 Местное и дистанционное управление стрелочными переводами, оборудуемыми электроприводами, может предусматриваться с ручным управлением с местного пульта или автоматическим (полуавтоматическим) с использованием путевых датчиков или устройств, передающих команды с локомотива на путь (с применением радио- и индуктивных каналов связи, электромеханических и других датчиков).

При прямой видимости управление стрелками с местного пульта выполняют без контроля свободности стрелочно-путевых участков.

В маневровых районах предусматривают установку маршрутов на занятые подвижным составом стрелочно-путевые участки.

5.12.14 Род тока стрелочных электродвигателей (переменный или постоянный), а также необходимость обогрева контактов автопереключателей определяют по проекту.

Стрелочные электроприводы могут предусматриваться врезными (допускающими движение в пошерстном направлении с отжатием остяков) или дополняться устройствами, обеспечивающими возможность такого движения.

5.12.15 Станционные пути, на которых предусматривается прием с соединительных путей только маневровых составов, при ЭЦ также необходимо оборудовать устройствами контроля занятости подвижным составом. При отсутствии маневровой радиосвязи перед маневровыми светофорами, ограждающими станции, предусматривают информационные участки длиной от 25 до 50 м.

Выдержка времени при отмене маршрутов с занятых путей должна быть не менее 1 мин.

Диспетчерское управление и контроль могут предусматриваться с применением малогабаритных модулей, совмещающих мнемосхему (табло) с электронной аппаратурой центрального поста и промежуточных электронных модулей на линейных пунктах.

5.12.16 На станциях, где отдельные парки принадлежат различным владельцам, следует проектировать раздельные здания постов ЭЦ. Общие здания постов ЭЦ следует проектировать по согласованию с данными владельцами инфраструктуры.

На передвижных путях и путях, располагаемых на насыпных основаниях, разрешается размещать постовое оборудование ЭЦ в передвижных помещениях (вагонах, автофургонах и т. п.).

Местоположение помещений для размещения аппаратуры СЦБ и связи, а также сами помещения СЦБ и связи следует предусматривать с учетом их защиты от влияния загрязненной воздушной среды, вибраций и шумов.

5.12.17 Дистанционное ограждение составов предусматривают на путях, оборудованных устройствами ЭЦ и предназначенных для технического осмотра и ремонта вагонов. На станциях, где отсутствуют пункты технического осмотра и ремонта вагонов, разрешается включение ограждения одним дежурным по станции. Необходимость устройства автоматического оповещения монтеров пути устанавливается заказчиком в задании на проектирование.

5.12.18 Электроснабжение устройств ЭЦ по надежности должно обеспечиваться как для электроприемников первой категории, при этом целесообразно руководствоваться [8].

Для предприятий, не имеющих источников электроснабжения I категории, устройства ЭЦ разрешается обеспечивать как для электроприемников II категории, предусматривая их питание по специальным фидерам.

Устройства ЭЦ маневровых районов следует относить к электроприемникам III категории.

5.12.19 Электрическую централизацию следует предусматривать безбатарейного типа. При отсутствии надежного внешнего электроснабжения следует предусматривать батарейную систему.

5.12.20 Во взрыво- и пожароопасных зонах устройства СЦБ и связи следует предусматривать с соблюдением соответствующих требований.

5.12.21 На подъездных и соединительных путях между станциями, оборудуемыми электрической централизацией, следует предусматривать путевую блокировку. Тип блокировки устанавливают по проекту.

При ручном управлении стрелками путевую блокировку следует проектировать с установкой групповых выходных светофоров без увязки со стрелками горловин станций.

Разрешается предусматривать возможность движения по одному подъездному и соединительному пути поездным или организованным маневровым порядком движения.

5.12.22 Автоблокировку следует предусматривать без проходных светофоров, которые устанавливают на соединительных путях категории I-п, а также в других обоснованных случаях.

Длины блок-участков должны быть не менее расстояний видимости для светофоров. Автоматическую локомотивную сигнализацию следует предусматривать при автоблокировке на путях категории I-п, а при отсутствии видимости напольных светофоров – на путях категорий II-п и III-п.

5.12.23 Тупиковые, не оборудуемые средствами сигнализации пути открытых горных разработок, предназначенные для погрузки или выгрузки грузов, при поездном порядке движения следует ограждать светофорами с автоматической блокировкой, исключающей возможность отправления на эти пути поездов при нахождении на них составов с локомотивами.

На внутрикарьерных путях границы блок-участков и участков секционирования контактной сети для грузового движения должны совпадать.

5.12.24 На железнодорожных въездах в здания следует предусматривать светофорную сигнализацию, разрешающую въезд подвижного состава в эти здания. Управление сигнализацией должно осуществляться работником предприятия данного производства или автоматически.

5.12.25 Электроснабжение сигнальных точек автоблокировки следует обеспечивать от отдельной линии, питаемой с обоих концов; на электрифицируемых путях открытых

горных разработок разрешается питание с одного конца этой линии. При расстоянии до сигнальных точек менее 5 км их питание следует предусматривать от постов ЭЦ.

5.12.26 Переезды в необходимых случаях (в зависимости от условий видимости, скорости, интенсивности и характера движения и рода перевозимых грузов), помимо путевых и дорожных знаков, следует также ограждать регулируемой, полурегулируемой или нерегулируемой переездной светофорной сигнализацией.

При эпизодическом характере движения (менее одной подачи в сутки) или скорости движения железнодорожных составов не более 3 км/ч, а при удовлетворительных условиях видимости – не более 15 км/ч переездную сигнализацию предусматривают при обосновании.

Переездной сигнализацией не оборудуют, как правило, переезды, устраиваемые на пересечениях путей с автомобильными въездами в здания, а также на пересечениях железнодорожных въездов в здания с автомобильными дорогами, проходящими вдоль фасадов этих зданий.

5.12.27 Регулируемую автоматическую переездную сигнализацию (далее – АПС) проектируют с автоматическим включением с помощью устройств контроля одного или нескольких участков рельсового пути в районе переезда или на подходах к нему. Разрешается предусматривать местное включение переездной сигнализации локомотивной бригадой.

Переездные светофоры предусматривают с двумя запрещающими огнями, которые могут дополняться одним разрешающим огнем в случае установки светофоров, ограждающих переезд со стороны путей.

Переездные светофоры следует устанавливать на расстоянии не менее 2,45 м от оси ближнего пути.

Светофоры, ограждающие переезд со стороны путей, при АПС предусматривают с одним запрещающим или с запрещающим и разрешающим огнями; при скорости движения железнодорожных составов не более 40 км/ч данные светофоры разрешается предусматривать карликовыми и устанавливать на расстоянии не ближе 2 м от края проезжей части автомобильной дороги.

Нерегулируемую и полурегулируемую переездную сигнализацию предусматривают с одним желтым постоянно мигающим огнем.

Необходимость и тип звуковых сигналов определяют по проекту.

5.12.28 Время извещения о приближении железнодорожных составов к переезду на подъездных и соединительных путях категорий II-п и III-п при оборудовании его АПС следует рассчитывать с учетом длины и скорости движения расчетного автомобиля; расстояние от стоп-линии до переездного светофора и гарантийное время разрешается принимать равными нулю.

Время извещения для подъездных и соединительных путей категорий I-п, II-п и III-п должно быть не менее 30, 15 и 10 с соответственно.

5.12.29 АПС проектируют с центральными зависимостями и питанием, на действующих предприятиях – с местными зависимостями и питанием, но с центральным контролем.

5.12.30 Устройства сигнализации на переездах, расположенных вне зоны ЭЦ, на которых не установлены дежурства, следует относить к электроприемникам I категории, при этом целесообразно руководствоваться [8] – для путей категории I-п и ко II категории – для путей категорий II-п и III-п, при этом на линиях, питающих устройства переездной сигнализации, следует предусматривать контроль наличия напряжения.

5.12.31 Подземные кабельные линии СЦБ и связи следует прокладывать вдоль путей на расстоянии по горизонтали не менее 2,5 м от оси пути при глубине их заложения 0,7 м, в трудных условиях 2,25 и 0,5 м соответственно; глубина кабельных траншей под путями должна быть 1,1 м от поверхности балласта или дорожного покрытия.

Для прокладки кабелей СЦБ, парковой и телефонной связи в общих траншеях и общей кабельной канализации, по строительным конструкциям, в том числе по опорам технологических эстакад, целесообразно руководствоваться [8].

На путях перевозки горной массы на открытых горных разработках и перевозки горячих грузов на металлургических заводах кабельные линии следует выносить за крайние пути.

При скальном, солончаковом, шлаковом и других, неподходящих для прокладки кабеля грунтах, а также при поэтапном строительстве кабельные линии следует проектировать с применением железобетонных или хризотилцементных желобов.

5.12.32 Монтаж напольных и постовых устройств СЦБ и парковой связи кроме внешнего электроснабжения следует выполнять с использованием сигнально-блокировочного кабеля или аналогичных по характеристикам марок кабеля, а также установочных, монтажных проводов и силового кабеля с медными жилами (для проводов большого сечения). Для кабельных линий избирательной связи следует применять кабель дальней связи, преимущественно волоконно-оптический.

5.12.33 Для оперативного руководства технологическим процессом работы промышленного железнодорожного транспорта следует проектировать:

- распорядительную телефонную связь дежурных по станциям и начальника смены железнодорожного цеха предприятия;
- двустороннюю парковую связь, маневровую радиосвязь, вагонную диспетчерскую связь, межстанционную телефонную связь.

Для станций, на которых осуществляют приемо-сдаточные операции, проектируют поездную диспетчерскую связь.

5.12.34 Вид оперативной телефонной связи промышленной станции или промышленного предприятия со станцией примыкания (в зависимости от организации работы и структуры штата), а также вид линейных устройств связи (кабельная или воздушная линия) между этими станциями определяют по проекту. Коммутаторы распределительной телефонной связи следует предусматривать общепромышленного типа.

5.12.35 Устройства внешней связи (автоматические телефонные станции, линии оперативной связи для абонентов за пределами промышленных железнодорожных станций, радиофидерные линии) следует предусматривать в комплексном проекте связи предприятия.

5.12.36 Местную телефонную связь для работников железнодорожного транспорта, общее радиовещание следует предусматривать с использованием сетей и узлов связи предприятия. При соответствующем обосновании проектируют собственные средства связи.

5.12.37 Помещения СЦБ и связи следует оборудовать автоматической охранной сигнализацией и пожарной автоматикой в соответствии с требованиями ТНПА. Приемную станцию устанавливают в помещении дежурного по станции с организацией соединительной линии к приемной станции предприятия.

Обслуживание электрических часов на постах ЭЦ предусматривают от местных первичных часов.

Оборудование постов ЭЦ охранной сигнализацией следует предусматривать только в случаях расположения их вне охраняемых зон предприятий.

5.12.38 На станциях и в обособленных парках с количеством путей более 20, а при переработке пожароопасных грузов – также и на грузовых фронтах через каждые 150 м следует устанавливать ручные извещатели пожарной сигнализации, а помещения дежурных по этим станциям (паркам) – обеспечивать прямой телефонной связью с пожарным постом.

5.12.39 Эксплуатационные участки и службы СЦБ и связи необходимо обеспечивать помещениями для обслуживающего персонала, регулировочной, радиомастерской, контрольно-испытательным пунктом и складом, а на предприятиях с количеством централизуемых стрелок более 150 – также мастерской для ремонта напольного оборудования, техническим бюро и гаражом. При количестве централизуемых стрелок более 350 следует предусматривать центр технического обслуживания.

При количестве централизуемых стрелок более 100 и удаленности от другой станции более 3 км следует предусматривать передвижную испытательную станцию на автомобильном ходу.

5.13 Автоматизированные системы управления

5.13.1 При проектировании промышленного железнодорожного транспорта следует предусматривать автоматизированную систему управления железнодорожным транспортом (далее – АСУЖТ), основными функциями которой должны быть:

- автоматизированный контроль наличия, размещения, состояния и использования вагонов на предприятии;
- автоматизированный учет приема и сдачи вагонов, их подачи, уборки и простоя по этапам технологического процесса;
- автоматизированное формирование соответствующей отчетности, взаиморасчеты с железной дорогой общего пользования и обслуживаемыми производствами (предприятиями);
- предоставление руководству и оперативному персоналу данных, характеризующих текущую ситуацию и итоги работы транспорта;
- организация электронного документооборота при выполнении внутривозовских перевозок, приеме вагонов с сети общего пользования и их сдаче на сеть общего пользования;
- автоматизированное формирование комплекта перевозочных документов на отправляемые с предприятия вагоны с готовой продукцией;
- информационная поддержка процессов оперативного управления железнодорожным транспортом предприятия;
- другие специфические для конкретного объекта информационные, расчетные и управленческие задачи.

В проекте АСУЖТ следует предусматривать комплекс технических средств ввода-вывода, обработки и передачи информации, достаточный для решения функциональных задач системы и обеспечения ее требуемой надежности.

5.13.2 При транспортном обслуживании предприятий юридическим лицом АСУЖТ следует проектировать как отдельную систему, а при обслуживании перевозок предприятия его транспортным подразделением – как подсистему автоматизированной системы управления (далее – АСУ) предприятия.

В случае, если АСУЖТ проектируют как самостоятельную систему, в ее состав наряду с АСУ транспортным процессом включают и другие подсистемы, стандартные для АСУ предприятия: подсистемы бухгалтерского учета, управления финансами, персоналом, материально-техническим обеспечением, ремонтами и содержанием подвижного состава и транспортной инфраструктуры и др.

В случае, если АСУЖТ проектируют как подсистему АСУ предприятия, все перечисленные задачи (за исключением управления транспортным процессом) решают в составе корпоративной системы управления.

5.13.3 По уровню автоматизации управления АСУЖТ проектируют информационными или управляющими, а информационные системы – с ручным или автоматическим вводом исходной информации. Принимаемый в проекте уровень автоматизации управления следует определять исходя из технической возможности и технико-экономической целесообразности автоматизации.

5.13.4 В АСУЖТ следует выделять подсистемы по функциональным и территориальным признакам в зависимости от типа и особенностей предприятия.

При проектировании АСУЖТ для существующих систем промышленного железнодорожного транспорта перечень подсистем, очередность их разработки и внедрения должны определяться заказчиком в техническом задании на разработку АСУЖТ.

5.13.5 Подсистемы управления транспортом на участках технологических перевозок (горячего чугуна, стали, шлака на металлургических предприятиях, карьерные перевозки) следует разрабатывать в составе технологических подсистем АСУ предприятия, обеспечивая их взаимодействие с АСУЖТ.

5.13.6 В составе АСУЖТ в качестве ее основной части следует предусматривать разработку информационной транспортной системы для ввода, обработки и выдачи информации о прибытии вагонов на предприятие, межстанционных перемещениях внутри предприятия, начале и окончании грузовых операций, отправлении вагонов с предприятия.

На крупных предприятиях с развитой сетью путей информационную транспортную систему разрешается разрабатывать и внедрять поэтапно – по районам и станциям.

5.13.7 При разработке АСУЖТ следует предусматривать ее взаимодействие с другими подсистемами АСУ предприятия (сырьевого обеспечения, сбыта готовой продукции), с подсистемами корпоративного уровня и с АСУ железной дороги общего пользования и обмен с ними необходимой информацией.

Взаимодействие с АСУ железной дороги общего пользования должно предусматривать передачу в АСУЖТ информации о вагонах, следующих на предприятие и находящихся на сети общего пользования (прогноз подхода вагонов и грузов); передачу в АСУЖТ информации о собственных вагонах на любой стадии их оборота; обмен электронными сообщениями о принятых и сданных вагонах; обмен электронными перевозочными документами на прибывающие и отправляемые вагоны, контейнеры, грузы.

5.13.8 Для ввода информации в систему (за исключением информации, вводимой автоматически), ее первичной обработки и вывода из системы для основных категорий оперативных работников промышленного железнодорожного транспорта (приемосдатчиков пункта обмена вагонами со станцией примыкания, приемосдатчиков заводских станций или районов, весовщиков, диспетчеров и др.) и взаимодействующих с транспортом технологических цехов следует предусматривать автоматизированные рабочие места (далее – АРМ), создаваемые на базе персональных компьютеров.

Перечень АРМ, их размещение, организацию их работы в сети и с базой данных определяют при разработке АСУЖТ.

Для автоматического ввода информации в систему следует предусматривать специальные датчики информации: устройства идентификации подвижного состава, электронные весы, спутниковые навигационные системы, а также устройства железнодорожной автоматики и телемеханики, взаимодействующие с АСУЖТ.

5.13.9 Для связи АРМ и датчиков АСУЖТ с серверами системы, с АСУ предприятия и АСУ станции примыкания следует предусматривать каналы связи, удовлетворяющие техническим требованиям к системам передачи данных.

5.13.10 При разработке АСУЖТ следует максимально использовать типовые проектные решения, стандартное общесистемное пользовательское программное обеспечение.

Стадийность разработки АСУ ПЖТ и состав работ на каждой стадии должны соответствовать комплексу стандартов и иным документам на автоматизированные системы управления.

5.14 Ремонтное хозяйство

5.14.1 В проектах промышленного железнодорожного транспорта следует предусматривать объекты ремонтного хозяйства, предназначенные для поддержания в исправном и работоспособном состоянии железнодорожного подвижного состава, путевых машин и механизмов, грузоподъемных кранов на железнодорожном ходу:

- ремонтные заводы;
- ремонтные базы;
- локомотивно-вагонные депо;

- пункты технического обслуживания вагонов;
- экипировочные устройства.

На отдельных крупных предприятиях разрешается проектировать депо по ремонту путевых машин и механизмов, депо по ремонту кранов на железнодорожном ходу и другие объекты.

Состав и мощность сооружений и устройств ремонтного хозяйства следует принимать в зависимости от количества, видов и типов подвижного состава.

Ремонтное хозяйство промышленного железнодорожного транспорта также должно обеспечивать подготовку под погрузку вагонов общей сети, передаваемых под сдвоенные операции, с площадкой для текущего отцепочного ремонта.

5.14.2 Принятые в проекте состав и мощность ремонтного хозяйства должны обеспечивать своевременное и качественное выполнение капитальных и текущих ремонтов подвижного состава, а также бесперебойную эксплуатацию рабочего парка подвижного состава при условии наименьших затрат непосредственно на ремонтное хозяйство, и ремонт подвижного состава, путевого и подъемно-транспортного оборудования.

5.14.3 Капитальный ремонт подвижного состава следует предусматривать на специализированных заводах.

5.14.4 Локомотивно-вагонное ремонтное хозяйство следует проектировать объединенным для ремонта локомотивов, вагонов, подъемно-транспортного оборудования, путевых машин и механизмов.

В локомотивно-вагонных депо промышленных предприятий следует предусматривать техническое обслуживание и текущий ремонт локомотивов и ремонт вагонов с учетом следующих требований:

- во всех депо осуществляют техническое обслуживание и текущий ремонт ТР-1 локомотивов, а также все виды ремонта вагонов собственного парка, но имеющих право выхода на сеть общего пользования;

- в крупных депо (четыре стойла и более) выполняет текущий ремонт ТР-2 и, при необходимости, ТР-3;

- строительство депо и их техническое оснащение предусматривают в соответствии с индивидуальными проектными решениями, а также типовыми проектами (типовыми решениями) и проектами-аналогами, предусматривающими применение прогрессивных строительных конструкций и технологического оборудования.

Стойла, где выполняют окрасочные работы, следует отделять от других помещений и сооружений противопожарными преградами в соответствии с ТКП 45-2.02-315. В данных стойлах необходимо предусматривать механические устройства (лебедки) для перемещения локомотива в нерабочем состоянии. При этом механические устройства, располагаемые внутри помещения депо, следует предусматривать во взрывобезопасном исполнении.

При проектировании депо предприятий по возможности необходимо обеспечивать:

- максимальную концентрацию и кооперацию ремонта подвижного состава смежных предприятий;

- выполнение технического обслуживания и текущего ремонта ТР-1 локомотивов без выхода на сеть общего пользования.

5.14.5 При проектировании ремонтных предприятий промышленного железнодорожного транспорта следует предусматривать организацию их работы в две смены, а отдельных участков – в три смены.

5.14.6 Для пунктов технического обслуживания следует предусматривать подъемно-транспортное и технологическое оборудование, обеспечивающее проведение технического обслуживания, текущего и профилактического ремонтов груженых и порожних вагонов с отцепкой от состава. Пункты технического обслуживания следует проектировать в зависимости от количества и типов обслуживаемых вагонов в сутки и вида технического обслуживания и ремонта.

При проектировании пункта технического обслуживания следует предусматривать:

- пути для технического обслуживания и безотцепочного ремонта;
- пути для отцепочного ремонта;
- тупики для смены колесных пар при отцепочном ремонте и отстоя неисправных вагонов.

В проектах пунктов подготовки подвижного состава под погрузку заявленного к перевозке объема необходимо применять ресурсосберегающие и экологически эффективные технологии с минимизацией человеческого труда.

5.14.7 Мощность и размещение экипировочных устройств должны обеспечивать бесперебойное снабжение локомотивов и других машин и механизмов необходимыми видами топлива, смазочными и другими материалами.

Экипировочные пункты следует проектировать общими для локомотивов, кранов и других механизмов на железнодорожном ходу и размещать их в районах с наибольшей концентрацией маневровой и поездной работы локомотивов.

Для хранения установленного запаса дизельного топлива и масел следует предусматривать склады ГСМ. Противопожарную защиту складов системами пожарной автоматики следует предусматривать в соответствии с ТНПА.

Открытые экипировочные устройства, расходные емкости и склады ГСМ следует размещать с учетом обеспечения противопожарных разрывов в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315.

5.14.8 Для текущего содержания сооружений и устройств путевого хозяйства на предприятиях следует предусматривать следующие подразделения путевого хозяйства при развернутой длине путей, км:

- до 10 – пункты обслуживания и хранения путевого инструмента и средств малой механизации путевых бригад;
- более 10 до 30 – эксплуатационные пункты околотков пути;
- более 30 до 200 – эксплуатационные базы службы пути.

Для ремонта, обслуживания и стоянки средств механизации путевых работ следует предусматривать пути общей полезной длиной, м:

- до 300 – на эксплуатационных базах служб пути, обслуживающих предприятия с развернутой длиной путей более 100 до 200 км;
- 200 – обслуживающие предприятия с развернутой длиной путей более 30 до 100 км;
- до 50 – на эксплуатационных пунктах околотков.

Указанные базы и пункты обслуживания должны иметь автодорожные подъезды, централизованное электроснабжение для питания ремонтного электроинструмента и путевых механизмов на местах производства работ, а также теле- и радиосвязь.

5.14.9 Проектом следует предусматривать оснащение подразделений путевого хозяйства машинами, механизмами, оборудованием и инструментом, необходимыми для ремонта и содержания путей, и, при возможности, подключение электроинструментов к постоянным источникам электроснабжения.

Для хранения и обслуживания путевых машин, механизмов и инструмента бригад и околотков (при отсутствии ремонтного хозяйства) на станциях или территории предприятий следует предусматривать необходимые депо, гаражи или другие помещения, а также помещения для обогрева и укрытия от непогоды и сушки одежды путейцев и работников других подразделений промышленного железнодорожного транспорта.

5.15 Размещение служебно-технических зданий

5.15.1 Сооружения и устройства ремонтных служб пути в зависимости от развернутой длины обслуживаемых путей следует предусматривать согласно 5.14.8, а дежурные пункты на электрифицированных участках путей – согласно 5.10.32.

5.15.2 При удаленности места работы от служебных помещений, размещаемых на станциях и предприятиях, более 2 км на перегонах путей следует предусматривать

помещения для обогрева и укрытия от непогоды работников служб промышленного железнодорожного транспорта.

5.15.3 Основные административно-технические здания и устройства по обслуживанию транспорта следует размещать с учетом:

- обеспечения технологии обработки поездов и вагонов, поездных и вагонных документов;
- приближения служебных помещений к месту непосредственной работы с максимальной их блокировкой;
- обеспечения проездов стоянок автотранспорта;
- возможности дальнейшего развития станции;
- обеспечения взрыво- и пожаробезопасности.

Административные и технические здания необходимо оснащать средствами автоматического пожаротушения и сигнализации в соответствии с требованиями ТНПА.

5.15.4 Помещения управления железнодорожного цеха (если они не размещаются в административных зданиях), поста ЭЦ или узла связи следует предусматривать в общем здании, а при возможности – размещать в одном здании с центральным постом управления, располагаемым на станции.

5.15.5 На объединенных станциях, имеющих промышленный парк и парк железной дороги общего пользования, должно быть раздельное управление. Совместное (в одном здании) или раздельное размещение оперативного персонала (дежурных, диспетчеров и т. п.) определяют по проекту.

5.15.6 Станционный технологический центр следует размещать в здании станции, а на станциях, оборудованных сортировочной горкой, – в здании центрального (горочного) поста. При необходимости создания филиала товарной конторы станции примыкания его следует размещать в здании центрального поста управления станцией, а при размещении дежурного по парку отправления сети общего пользования в отдельном помещении – в общем с ним здании.

В этом же здании необходимо размещать приемосдатчиков предприятия, представителей таможенной и других служб, участвующих в оформлении перевозочных документов на отгружаемую продукцию.

6 Железнодорожный транспорт колеи 750 мм

6.1 Область применения

6.1.1 Требования настоящего раздела распространяются на проектирование, строительство и реконструкцию путей колеи 750 мм, зданий, сооружений и устройств на данных путях.

6.1.2 Пути колеи 750 мм подразделяются на:

- внутренние (далее – технологические), расположенные на территории предприятия, в том числе станционные, погрузочно-разгрузочные, ремонтные и др.;
- соединительные технологические, связывающие станции или отдельные производства между собой или с погрузочно-разгрузочными, ремонтными и другими путями и различными сооружениями;
- подъездные, соединяющие предприятие с другими предприятиями, сырьевыми базами, пристанями, станциями железных дорог сети общего пользования.

Границей между внешними и технологическими путями является входная стрелка станции предприятия, а при ее отсутствии – первая стрелка разветвления (веера) технологических путей либо ограждение территории предприятия (производства). На лесовозных и торфяных путях границу между подъездными и технологическими путями устанавливают по проекту.

6.2 Общие положения

6.2.1 Подъездные, а также технологические пути с поездным характером движения подразделяют на три категории в зависимости от расчетной годовой грузонапряженности, для лесовозных дорог – от объема перевозок на расчетный срок эксплуатации (таблица 31).

Таблица 31

Категория пути	Годовая грузонапряженность, тыс. ткм/км	Объем перевозок леса, тыс. м ³ /год
I-пу	Св. 500	Св. 600
II-пу	» 200 до 500 включ.	» 250 до 600 включ.
III-пу	» 200 »	» 250 »

Технологические пути с поездным характером движения на категории не подразделяют и проектируют согласно требованиям настоящего раздела.

6.2.2 Пути от нижнего до верхнего склада лесозаготовительных предприятий, а также до места их разветвления к отдельным производственным участкам склада (лесовозные магистрали) следует проектировать соответствующей категории, а после разветвления (лесовозные ветки) – по нормам для подъездных путей.

6.2.3 Расчетные скорости движения поездов, км/ч, следует принимать на путях:

- категорий I-пу и II-пу – 50;
- категории III-пу и на остальных – 40.

6.2.4 Основные параметры проектирования (принципиальная схема, руководящий уклон, размещение отдельных пунктов, длина станционных площадок, вид тяги, размещение ремонтного хозяйства), определяющие пропускную и провозную способность подъездных путей, мощность отдельных устройств следует устанавливать по результатам технико-экономических расчетов на перспективу с учетом обеспечения необходимых первоначальных затрат и возможности последующего поэтапного наращивания мощностей по мере увеличения объема транспортной работы.

6.2.5 При проектировании новых и реконструкции существующих путей, сооружений и устройств необходимо соблюдать габариты приближения строений по ГОСТ 9720.

6.3 План и продольный профиль

6.3.1 Пути на перегонах

6.3.1.1 Кривые участки пути следует проектировать с возможно большими радиусами, но не более 2000 м на путях категории I-пу и 1000 м на путях других категорий.

Наименьшую допускаемую величину радиусов кривых в плане принимают по таблице 32.

Таблица 32

Категория и назначение пути	В метрах	
	Радиус кривой в плане для условий трудных	особо трудных
Подъездные пути, а также технологические пути с поездным характером движения категории:		
I-пу	300	200
II-пу	200	150
III-пу	150	100
Технологические пути, кроме соединительных с поездным характером движения	150	80
Технологические пути, кроме соединительных с поездным характером движения при типе локомотива с осевой формулой 2–2	100	60

6.3.1.2 Радиусы кривых для путей, на которых обращается подвижной состав с базой длиной 6,9 м и более или выполняют сцепку вагонов, должны быть не менее 100 м.

В особо сложных топографических условиях на подходах к станциям, искусственным сооружениям, нижним складам и лесозаготовительным предприятиям при соответствующем обосновании и по согласованию с заказчиком разрешается уменьшать радиусы кривых до 100 м на путях категорий I-пу и II-пу и до 60 м на путях категории III-пу и остальных путях.

6.3.1.3 Радиус кривой, примыкающей к стрелочному переводу, должен быть не менее радиуса переводной кривой прилегающего стрелочного перевода.

6.3.1.4 Прямые и криволинейные участки пути, а также смежные круговые кривые разных радиусов следует сопрягать посредством переходных кривых, длину которых принимают по таблице 33.

Таблица 33

В метрах				
Радиус круговой кривой	Длина переходной кривой при категории пути			
	I-пу, II-пу		III-пу	
	в зоне скорости			
	первой	второй	первой	второй
До 100 включ.	10	10	10	10
Св. 100 » 300 »	20	10	20	10
» 300 » 600 »	20	10	10	—
» 600	10	—	10	—
<i>Примечание</i> – Участки подразделяются на зоны скоростей движения поездов (подач) в зависимости от конфигурации продольного профиля: — первая зона – углубления продольного профиля и примыкающие к ним участки, а также другие участки, проходимые грузовыми поездами с максимальными или близкими к ним скоростями; — вторая зона – все прочие участки продольного профиля.				

6.3.1.5 Прямые вставки между переходными кривыми, а при их отсутствии – между круговыми кривыми следует предусматривать длиной не менее указанной в таблице 34.

Таблица 34

Категория и назначение пути	В метрах	
	Длина прямой вставки между кривыми, направленными	
	в одну сторону	в разные стороны
Пути категории I-пу	45	30
Пути категорий II-пу и III-пу, технологические пути с поездным характером движения	25	15
Технологические пути, кроме соединительных с поездным характером движения	15	15

Примечания
 1 В трудных условиях длину прямых вставок между кривыми, направленными в разные стороны, разрешается уменьшать до 15 м для путей категории I-пу; для технологических путей прямые вставки не предусматривают. Кривые, направленные в одну сторону, заменяют общей кривой.
 2 В особо трудных условиях разрешается предусматривать сопряжения обратных кривых без прямых вставок.

На технологических путях с маневровым характером движения, на подходах к рабочим горизонтам карьеров и на путях для перевозки горячих грузов переходные кривые не предусматривают.

6.3.1.6 Расстояние между осями смежных путей на прямых участках перегонов следует принимать равным 3 м, на кривых участках пути – увеличивать в соответствии с ГОСТ 9720.

6.3.1.7 Величину руководящего уклона следует выбирать на основании тяговых и технико-экономических расчетов в зависимости от объема и характера перевозок, предусматриваемой массы поездов (их частей), типа локомотива и кратности тяги, полезной длины станционных путей, топографических и других местных условий, при этом она не должна превышать 40 ‰.

На путях с резко выраженным и устойчивым в перспективе различием размеров грузопотоков по направлениям движения при обосновании следует применять различные руководящие уклоны по направлениям. Наибольшая крутизна спусков должна обеспечивать возможность своевременной остановки состава имеющимися в нем тормозными средствами.

Применение подъемов круче руководящего, преодолеваемых за счет инерции поезда (скоростных подъемов), не разрешается.

6.3.1.8 Уклоны круче руководящего, преодолеваемые двумя локомотивами одинаковой или разной мощности, следует применять в местах сосредоточенных высотных препятствий, требующих при руководящем уклоне значительного увеличения объемов земляных работ или удлинения пути. Данное решение необходимо обосновывать в проекте.

Уклон при тяге двумя локомотивами одинаковой мощности следует устанавливать в соответствии с таблицей 35.

При малых размерах движения взамен тяги двумя локомотивами следует предусматривать вывозку груженных составов на перевальном участке по частям при условии обеспечения необходимой пропускной способности.

Таблица 35

В промилле			
Руководящий уклон	Наибольший уклон при тяге двумя локомотивами	Руководящий уклон	Наибольший уклон при тяге двумя локомотивами
5	11	15	29
6	13	16	30
7	15	17	32
8	17	18	34
9	18	19	35
10	20	20	36
11	22	21	37
12	24	22	38
13	26	23	39
14	28	24 и более	40
Примечание – При величине руководящего уклона, не кратного 1 ‰, значение наибольших уклонов определяют интерполяцией.			

6.3.1.9 Крутизну руководящего уклона и уклона кратной тяги i_r , ‰, на криволинейных участках пути необходимо уменьшать на величину определяемую по формулам:

– при длине кривой, равной или больше длины поезда,

$$i_r = 425 / R, \quad (6.1)$$

где R – радиус кривой, м;

– при длине кривой менее длины поезда

$$i_r = 7,5 \square / L, \quad (6.2)$$

где $\square$ – угол поворота кривой, ...°;

L – длина поезда или длина смягчающего элемента профиля, если она меньше длины поезда, м.

6.3.1.10 Продольный профиль пути следует проектировать из элементов возможно большей длины. Длина элементов продольного профиля должна быть не менее половины длины поезда или маневровой подачи, принятой на перспективу, но не менее 100 м для подъездных путей и не менее 50 м для технологических путей.

6.3.1.11 Алгебраическая разность сопрягаемых уклонов не должна превышать значений, указанных в таблице 36.

Таблица 36

Масса поезда, брутто, т	Алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, ‰	
	в углублении и на уступе продольного профиля	на возвышении продольного профиля
До 150 включ.	14	20
Св. 150 » 200 »	10	14
» 200 » 300 »	6	9
» 300 » 500 »	4	6
» 500	2,4	4

При обращении подвижного состава, полностью оборудованного автосцепкой, разрешается алгебраическую разность сопрягаемых уклонов увеличивать вдвое.

Смежные элементы продольного профиля, алгебраическая разность уклонов которых превышает значения, указанные в таблице 36, следует сопрягать посредством разделительных площадок или элементов переходной крутизны длиной не менее указанной в таблице 37.

Таблица 37

Масса поезда, брутто, т	Наименьшая длина разделительной площадки или элемента переходной крутизны, м	
	в углублении и на уступе продольного профиля	на возвышении продольного профиля
До 150 включ.	50	50
Св. 150 » 200 »	75	50
» 200 » 300 »	100	75
» 300 » 500 »	150	100
» 500	200	150

Примечание – Длину элементов переходной крутизны при алгебраической разности сопрягаемых уклонов менее указанной в таблице 36 следует уменьшать пропорционально уменьшению алгебраической разности, но не менее чем до 50 м.

6.3.1.12 При обосновании длину разделительных площадок и элементов переходной крутизны следует уменьшать до 100 м при массе поезда более 300 т и до 50 м при массе поезда 300 т и менее в следующих случаях:

- на возвышениях продольного профиля, ограниченных затяжными подъемами;
- на подходах к пересечениям дорог, станциям, рабочим горизонтам карьеров, мостам (кроме расположенных у подошвы крутых затяжных спусков);
- при переустройстве путей и смягчении продольных уклонов в пределах кривых участков пути.

6.3.1.13 Горизонтальные разделительные площадки, располагаемые в выемках длиной более 400 м разрешается заменять двумя уклонами крутизной не менее 2 ‰ и 4 ‰ соответственно со спуском в сторону концов выемки.

6.3.1.14 Смежные прямолинейные элементы продольного профиля при алгебраической разности сопрягаемых уклонов 6 ‰ и более для путей категории I-пу и 8 ‰ и более для путей других категорий и технологических путей следует сопрягать в вертикальной плоскости круговыми кривыми радиусом не менее: 5000 м – для путей

категории I-пу, 2000 м – для путей других категорий и 1000 м – для технологических путей.

6.3.1.15 При проектировании криволинейного продольного профиля общая длина сопряжения должна быть не менее длины, получаемой при проектировании этого участка профиля, длина отдельных элементов криволинейного профиля – кратна длине рельсов, но не менее 20 м.

Алгебраическая разность уклонов смежных элементов криволинейного продольного профиля не должна превышать 2 ‰.

6.3.1.16 При проектировании путей, располагаемых в районах, подверженных снежным заносам, следует:

- избегать по возможности мелких выемок и нулевых мест;
- проектировать продольный профиль пути в малопересеченной незаселенной местности преимущественно в виде насыпей высотой не менее расчетной толщины снежного покрова с вероятностью превышения 1:20 (5 %) для путей круглогодичного действия и 1:10 (10 %) для путей зимнего действия.

Для насыпей, не удовлетворяющих указанным требованиям, а также для выемок и нулевых мест, проектом следует предусматривать средства защиты от снежных заносов.

6.3.1.17 Второй путь при его расположении на общем земляном полотне с существующим путем необходимо проектировать таким образом, чтобы на прямых участках головки рельсов обоих путей после капитального ремонта существующего пути находились на одном уровне. На кривых участках пути на одном уровне должны быть головки внутренних рельсов.

Разность уровней головок рельсов не должна превышать 75 мм, в местах, где исключена возможность заноса пути снегом, – 150 мм.

6.3.2 Пути на раздельных и погрузочно-разгрузочных пунктах

6.3.2.1 Станции, разъезды и обгонные пункты, а также отдельные парки следует располагать на прямых участках пути. В трудных условиях разрешается размещать их на кривых, обращенных в одну сторону, в особо трудных условиях, при соответствующем обосновании, следует располагать раздельные пункты на обратных кривых. Радиусы кривых в этих случаях должны быть не менее 300 м, а при расположении раздельного пункта с небольшим путевым развитием (до трех путей) на территории предприятий, лесовозных веток, внутренних торфяных путях – не менее 150 м.

В отдельных случаях при переустройстве раздельных пунктов необходимо, при обосновании, сохранять радиусы существующих кривых, если их величина не менее 60 м.

При наличии обратных кривых во всех случаях следует обеспечивать видимость, достаточную для безопасности маневровой работы.

Кривые на путях раздельных пунктов (кроме главных и смежных с ними приемо-отправочных путей, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов), а также на путях в пределах погрузочно-разгрузочных фронтов следует проектировать без возвышения наружного рельса, переходных кривых и прямых вставок между смежными кривыми.

6.3.2.2 Стрелочные переводы на главных путях следует располагать на прямых участках пути. В трудных условиях и при переустройстве существующих раздельных пунктов разрешается, при обосновании, располагать стрелочные переводы на кривых.

Радиус закрестовинной кривой должен быть не менее радиуса переводной кривой прилегающего стрелочного перевода.

6.3.2.3 Вытяжные пути следует располагать на прямых участках. В трудных условиях разрешается размещать их на кривых, направленных в одну сторону, радиусом не менее 300 м. Пути для перестановки вагонов или групп вагонов разрешается располагать на кривых радиусом не менее 200 м.

Располагать вытяжные пути на обратных кривых не разрешается. В исключительных случаях, при обосновании, при переустройстве станций следует сохранять обратные

кривые на существующих вытяжных путях. При этом должна быть обеспечена видимость, достаточная для безопасности проведения маневровой работы.

6.3.2.4 Радиусы кривых участков путей, соединяющих отдельные парки станций, путей следования одиночных локомотивов и путей локомотивно-вагонного хозяйства, должны быть не менее 100 м, а в трудных условиях – не менее 60 м.

6.3.2.5 Пути в пределах грузовых фронтов следует располагать на прямых участках.

В трудных условиях при сооружении новых и переустройстве существующих путей, если они размещаются вне пределов высоких платформ, пути в пределах грузовых фронтов разрешается размещать на кривых радиусом не менее 100 м.

Погрузочно-разгрузочные пути в зоне работы лебедок, обеспечивающих передвижение вагонов в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных операций, следует проектировать только на прямых участках и на горизонтальной площадке или на подъеме не более 1,5 ‰ в сторону передвижки вагонов лебедкой.

Использование главных и соединительных путей в качестве погрузочно-разгрузочных не разрешается.

6.3.2.6 Пути, предназначенные для перегрузки из подвижного состава колеи 750 мм на подвижной состав колеи 1520 мм и наоборот следует располагать на прямых участках. При обоснованном расположении их на кривых участках их радиусы должны соответствовать требованиям раздела 5.

Расположение специализированных путей, предназначенных для погрузки и разгрузки взрывчатых материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также других грузов повышенной пожарной опасности, следует принимать по нормам проектирования соответствующих складов и грузовых фронтов в их составе.

6.3.2.7 Пути в зданиях и сооружениях следует располагать на горизонтальных и прямых участках.

Расстояние от ворот зданий или начала грузового фронта, оборудованного высокими рампами, до начала круговой кривой в плане должно быть не менее длины наиболее длинной единицы подвижного состава, подаваемого под погрузку, выгрузку или ремонт. В трудных условиях данное расстояние не предусматривают при условии соблюдения габарита приближения строений.

6.3.2.8 Станции, разъезды и обгонные пункты следует располагать на горизонтальных площадках или на уклонах не более 1,5 ‰.

Разъезды и обгонные пункты, на которых не предусматриваются производство маневровой работы и отцепка локомотива или вагона от состава, следует располагать на уклонах не более 12 ‰.

6.3.2.9 При расположении раздельного пункта на переломном продольном профиле длина и сопряжение элементов профиля должны соответствовать нормам, установленным для путей на перегонах.

В трудных условиях длину элементов продольного профиля на раздельных пунктах уменьшают до 50 м, радиус вертикальной кривой вне пределов стрелочных горловин – до 1000 м. В особо трудных условиях радиус вертикальной кривой следует уменьшать до 500 м.

6.3.2.10 При переустройстве существующих разъездов и обгонных пунктов, на которых не предусматривается производство маневров, при удлинении приемо-отправочных путей станции разрешается размещать пути на уклонах не более 12 ‰, а в исключительных случаях – на уклонах не более руководящего. При переустройстве существующих раздельных пунктов разрешается сохранять существующие уклоны и длины отдельных элементов в не переустраиваемой части.

6.3.2.11 Во всех случаях расположения раздельных пунктов на уклонах более 2,5 ‰ следует обеспечивать условия удержания поездов установленной и перспективной весовой нормы вспомогательными тормозами локомотива, а также условия трогания с места этих поездов.

Продольный профиль путей отдельных пунктов, на которых предусматриваются отцепка локомотива или вагонов от составов и производство маневровых операций, должен исключать возможность самопроизвольного ухода подвижного состава.

6.3.2.12 Пути, соединяющие отдельные парки станций, а также пути для перестановки составов (в том числе перестановочные вытяжки) проектируют с уклонами, определяемыми тяговыми расчетами с учетом массы обращающихся по этим путям составов.

Пути, предназначенные для передвижения по ним только одиночных локомотивов, следует располагать на уклонах не более 40 ‰.

6.3.2.13 Сортировочные пути в пределах стрелочной зоны со стороны вытяжного пути следует располагать по мере возможности на спуске не более 4 ‰ в сторону сортировки вагонов или на горизонтальной площадке.

Вытяжные пути за пределами стрелочной горловины станции следует располагать на спуске не более 2,5 ‰ в сторону обслуживаемых ими путей или на горизонтальной площадке. В трудных условиях, а также при переустройстве существующих путей вытяжные пути разрешается располагать на подъеме не более 2 ‰ в сторону обслуживаемых ими путей.

Продольный профиль вытяжных путей, используемых только для перестановки составов или групп вагонов и для сортировки вагонов осаживанием, разрешается принимать в соответствии с продольным профилем участка смежного пути при условии обеспечения трогания с места этих составов или групп вагонов при маневрах, а также их фиксированной остановки при выключенных тормозах вагонов.

6.3.2.14 Погрузочно-разгрузочные пути, а также пути для ремонта вагонов, экипировки и стоянки локомотивов и отдельных вагонов без локомотивов следует располагать на горизонтальной площадке, в трудных условиях – на уклоне не более 1,5 ‰.

При производстве погрузочно-разгрузочных операций без отцепки локомотивов от состава при условии обеспечения трогания состава с места разрешается располагать пути в пределах грузовых фронтов на уклонах, не превышающих руководящего.

При невозможности устройства погрузочных пунктов на основных путях в связи с наличием крутых уклонов следует располагать их в стороне от основного пути на специально предусматриваемых путях.

6.3.2.15 Крутизна спусков на подходах к погрузочно-разгрузочным фронтам при подаче на них составов с включенными тормозными средствами вагонов не должна превышать 20 ‰. В случаях, когда требуется или возможна фиксированная остановка подаваемого состава с выключенными тормозными средствами вагонов, крутизна спусков не должна превышать значений, приведенных в таблице 38.

Таблица 38

Масса состава, брутто, т	Наибольшая величина спуска, ‰, на подходе к погрузочно-разгрузочному фронту при подаче локомотива	
	в хвосте состава	в голове состава
Св. 300	12	15
» 200 до 300 включ.	6	8
» 100 » 200 »	4	5
» 100 »	3	4
<i>Примечание</i> – При установлении величины уклона дополнительное сопротивление от кривых учитывать не следует.		

6.3.2.16 Стрелочные горловины (улицы), на которых предусматривается производство маневров осаживанием, за исключением тех, на которых сортируют вагоны толчками или спуском с горки, следует располагать на горизонтальной площадке или уклоне не более 2,5 ‰.

Стрелочные горловины, диспетчерские съезды, а также отдельные стрелочные переводы, в пределах которых не предусматриваются маневры, следует располагать на уклоне, не превышающем руководящего.

6.3.2.17 Стрелочные переводы на главных и приемо-отправочных путях отдельных пунктов следует располагать вне пределов вертикальной кривой.

Стрелочные переводы в трудных условиях следует размещать в пределах вертикальной кривой радиусом не менее 1000 м, а на переустраиваемых путях отдельных пунктов, где предусматривается движение организованных поездов – в пределах вертикальной кривой радиусом не менее 500 м.

6.4 Земляное полотно

6.4.1 Ширину однопутного земляного полотна (основной площадки) поверху на прямых участках пути с открытым балластным слоем после полной осадки следует принимать по таблице 39.

Таблица 39

Категория и назначение пути	В метрах Ширина земляного полотна на прямом участке пути на грунтах	
	глинистых и недренирующих мелких и пылеватых песках	скальных, крупнообломочных и песчаных дренирующих
Подъездные и технологические пути с поездным характером движения категории:		
I-пу	4,0	3,8
II-пу	3,8	3,6
III-пу	3,5	3,3
Технологические пути (кроме соединительных с поездным характером движения)	3,2	3,0

Ширину земляного полотна технологических путей с поездным характером движения следует принимать на одну категорию ниже указанной в таблице 39.

6.4.2 Ширину выемок понизу при устройстве подпорных стен, а также выемок в устойчивых скальных породах (слабовыветривающихся при отсутствии падения пластов массива в сторону полотна) следует уменьшать. При этом расстояние от оси крайнего пути до подпорных стен или откосов в уровне подошвы шпалы должно быть не менее 2,25 м, в противоположную сторону – не менее 2 м. В указанных выемках через 300 м с каждой стороны пути следует проектировать камеры шириной 4 м, глубиной 2 м и высотой 2,8 м. В промежутках между камерами через 60 м с каждой стороны пути следует устраивать ниши шириной 3 м, глубиной 1 м и высотой 2 м.

6.4.3 Ширину земляного полотна для отдельных пунктов следует устанавливать в соответствии с проектируемым путевым развитием. При этом расстояние от оси крайних станционных путей до бровки земляного полотна должно быть не менее значений половины ширины, приведенных в таблице 39, на стрелочных улицах и вытяжных путях – не менее 2,25 м.

6.4.4 Ширину земляного полотна для кривых участков пути следует увеличивать на 0,2 м с наружной стороны кривой радиусом 600 м и менее на путях категорий I-пу и II-пу и радиусом 300 м и менее на путях категории III-пу, а также на технологических путях при расчетной скорости движения поездов (подач) более 15 км/ч. На станционных и погрузочно-разгрузочных путях уширение земляного полотна не предусматривают.

6.4.5 Земляное полотно под укладку путей с заглубленным балластным слоем следует проектировать только на планируемых территориях при необходимости обеспечения требований благоустройства и застройки промышленной площадки. При

этом расстояние от оси пути до края корыта (в уровне верха балластного слоя), в котором помещается балластный слой, следует принимать не менее 1,2 м.

6.4.6 Поперечное очертание верха однопутного земляного полотна (сливной призмы) из недренирующих грунтов с открытым балластным слоем следует проектировать в виде трапеции шириной поверху 1,2 м, высотой 0,1 м и с основанием, равным ширине земляного полотна. Верх земляного полотна, сооружаемого под два пути, следует проектировать в виде треугольника высотой 0,15 м с основанием, равным ширине земляного полотна.

Верх земляного полотна из недренирующих грунтов пристраиваемого второго пути проектируют односкатным с поперечным уклоном от существующего полотна, равным 0,04 для выемок и 0,02 для насыпей.

6.4.7 Поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок в зависимости от количества путей и вида грунта следует проектировать односкатным или двускатным. При значительной ширине площадки применяют пилообразный поперечный профиль с устройством в междупутьях с пониженными отметками закрытых продольных лотков с уклоном не менее 2 ‰.

Верх однопутного и двухпутного земляного полотна, а также станционных площадок из скальных, крупнообломочных и песчаных дренирующих грунтов следует проектировать горизонтальным.

6.4.8 Высоту насыпей над поверхностью болота по условию прочности верхнего строения пути следует определять расчетом. По условию прочности верхнего строения пути высота насыпи должна быть не менее указанной в таблице 40.

Таблица 40

Вид грунта насыпи	Высота насыпи, м, при влагосодержании торфа, г/г, в природном состоянии болота			
	5,0	7,5	10,0	12,5
Песок:				
крупный гравелистый	0,60	0,60	0,60	0,60
средней крупности	0,60	0,60	0,60	0,85
мелкий	0,60	0,60	0,75	1,00
пылеватый	0,60	0,80	1,20	1,50
Супесь легкая крупная	0,60	0,70	1,05	1,35
Примечание – Для промежуточных значений влагосодержания высоту насыпи определяют интерполяцией.				

При круглогодичной эксплуатации железной дороги минимальную высоту насыпи уточняют из условия снегозаносимости.

6.4.9 Земляное полотно на подходах к нижним складам и складских путях лесозаготовительных предприятий, а также на путях с сезонным характером работы разрешается проектировать затопляемым при соответствующем его укреплении от размыва, а верхнее строение пути – от сноса.

6.4.10 Бровка земляного полотна должна возвышаться над наивысшим уровнем грунтовых вод или над уровнем длительного (более 20 сут) стояния поверхностных вод на значение, достаточное для предохранения земляного полотна от пучения и просадок.

При соответствующем обосновании вместо повышения отметок бровки земляного полотна следует предусматривать понижение уровня грунтовых вод, замену грунта или другие мероприятия.

6.4.11 Ширину транспортной бермы между подошвой откоса насыпи и бровкой резерва или водоотводной канавы следует предусматривать не менее 2 м. Для насыпей высотой до 2 м, отсыпаемых из резервов, следует уменьшать ширину до 1 м. Поверхности берм следует придавать уклон 0,02 ‰ в сторону канавы или резерва. Ширина транспортной бермы между подошвой откоса и бровкой водоотводной канавы на болотах должна быть не менее 3 м.

В благоприятных гидрогеологических условиях насыпи высотой до 1 м разрешается проектировать с переходом откоса насыпи в откос резерва (канавы) без оставления бермы. При этом крутизну откоса насыпи и внутреннего откоса резерва (канавы) следует принимать равной 1:3, при криволинейном очертании: в верхней части – 1:1,5; в нижней – до 1:5.

6.4.12 Размеры поперечного сечения нагорных канав и водосбросов следует определять по расходам воды с вероятностью превышения 1:20 (5 %) на подъездных путях и 1:10 (10 %) на технологических путях и лесовозных ветках.

Размеры поперечного сечения продольных (у насыпей) и поперечных водоотводных канав следует определять по расходам воды с вероятностью превышения 1:10 (10 %).

Бровка канавы должна возвышаться не менее чем на 0,2 м над уровнем воды, соответствующим расходу с указанной вероятностью превышения.

Размеры водоотводных канав для технологических путей следует определять по расходу воды с вероятностью превышения, принятой для предприятия в целом.

Глубина продольных и нагорных канав и их ширина по дну должны быть, м, не менее: 0,6 – на подъездных путях; 0,5 – на лесовозных ветках, а расположенных на болотах – 0,8.

Глубину кюветов на внешних путях следует принимать не менее 0,5 м, на лесовозных ветках – не менее 0,4 м; ширину по дну – не менее 0,4 м. На водораздельных точках в выемках, расположенных на уклонах менее 2 % и на горизонтальных площадках, глубину кюветов разрешается уменьшать до 0,2 м при условии сохранения ширины кюветов по дну и ширины выемки на уровне бровки земляного полотна.

6.4.13 Высота насыпи над поверхностью болота после осадки должна быть не менее 0,6 м при полном удалении торфа из-под основания насыпи, а также удовлетворять условию прочности верхнего строения пути – при частичном удалении или сохранении торфа.

Для болот, заполненных до дна торфом устойчивой или неустойчивой консистенции со степенью разложения от 60 % до 100 %, независимо от их глубины, следует применять безвыторфовочный метод проектирования насыпей.

Насыпи, возводимые на болотах, следует предусматривать из дренирующих грунтов.

При наличии поперечного уклона дна болота следует проверять устойчивость насыпи и при необходимости предусматривать соответствующие противодеформационные устройства.

6.4.14 Пути на полях добычи торфа следует проектировать без выторфовывания с учетом предварительного осушения торфяного месторождения.

Высота насыпи над поверхностью торфозалежи должна быть не менее 0,6 м; путевые канавы, предусматриваемые с двух сторон насыпи, должны иметь глубину от 1,0 до 1,5 м, ширину по дну 0,4 м и продольный уклон не менее 0,01 с выпуском воды в осушительную сеть предприятия по добыче торфа.

При укладке путей вдоль каналов осушительной сети путевая канава, располагаемая с противоположной стороны пути, должна иметь поперечное сечение, равное сечению канала.

6.4.15 Высоту насыпей над поверхностью болота следует определять расчетом в зависимости от вида грунта насыпи, физико-механических характеристик торфяного основания, типа подвижного состава, конструкции верхнего строения пути.

По условию прочности верхнего строения пути высота насыпи должна быть не менее, указанной в таблице 40.

6.4.16 Конечную осадку насыпи, возводимой на болоте, следует определять расчетом, а ориентировочно определяют по таблице 41.

Таблица 41

Высота насыпи, м	Конечная осадка насыпи, %, от глубины торфяного слоя при влагосодержании торфа, г/г, в природном состоянии болота			
	5,0	7,5	10,0	12,5
0,6	20	25	30	35
1,0	25	30	35	40
1,5	30	35	40	45
2,0	35	40	45	50
2,5	40	45	50	55

Примечание – Для промежуточных значений влагосодержания высоту насыпи определяют интерполяцией.

6.5 Верхнее строение пути

6.5.1 Мощность верхнего строения пути в зависимости от категории и назначения путей, а также от нагрузки на ось локомотива следует принимать по таблице 42.

Таблица 42

Категория и назначение пути	Нагрузка на ось локомотива, кН	Тип рельса	Количество шпал на 1 км	Толщина балластного слоя под шпалой, см
Подъездные и технологические пути с поездным характером движения категории: I-пу II-пу III-пу	Св. 60	P24	1750	25
	» 45 до 60 включ.	P24	1625	20
	» 60	P24	1750	25
	» 45 » 60 »	P24	1625	20
	» 45 »	P24	1625	20
	» 45 » 60 »	P24	1625	20
	» 45 »	P18	1500	15
Технологические пути с поездным характером движения	Св. 60	P24	1625	20
	До 60 включ.	P18	1500	15

Для кривых участков пути радиусом менее 600 м для дорог категорий I-пу и II-пу и менее 300 м для дорог категории III-пу количество шпал на 1 км пути следует увеличивать на 125 шт.

6.5.2 Рельсы следует предусматривать новые по ГОСТ 5876 и ГОСТ 6368 и старогонные рельсы не тяжелее Р43.

Укладку длинномерных рельсовых плетей выполняют со сваркой на базах или на месте укладки в путь.

6.5.3 Для главных путей раздельных пунктов и приемо-отправочных путей, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов, тип рельсов, количество шпал на 1 км пути и толщину балластного слоя под шпалой следует принимать как для главных путей на перегонах.

6.5.4 Шпалы следует предусматривать деревянные I и II типа по ГОСТ 8993. Разрешается укладка шпал III типа на внешних путях категории III-пу, лесовозных ветках и станционных путях.

Применение железобетонных шпал следует обосновывать технико-экономическими расчетами. При этом на дорогах, оборудованных автоблокировкой, необходимо обеспечить электрическую изоляцию рельсов от шпал.

Деревянные шпалы следует применять пропитанными антисептиками, а на участках, оборудованных рельсовыми цепями, – пропитанными антисептиками, не проводящими электрический ток.

6.5.5 В качестве балласта следует использовать местные материалы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 7392 и ГОСТ 7394.

6.5.6 При земляном полотне из скальных, крупнообломочных и песчаных грунтов (кроме мелких и пылеватых песков) толщину балластного слоя, приведенную в таблице 42, следует уменьшать на 0,05 м, но следует принимать не менее 0,15 м, а на лесовозных ветках – не менее 0,10 м.

Толщину балластного слоя под подошвой шпалы на путях с заглубленным балластным слоем следует принимать на 0,05 м больше указанной в таблице 42. При дренирующих грунтах утолщение балластного слоя не предусматривают.

6.5.7 Ширину балластной призмы поверху на прямых однопутных участках с деревянными шпалами следует принимать 1,7 м, а при обращении подвижного состава с нагрузкой на ось более 80 кН (8 тс) – 1,8 м, на участках с железобетонными шпалами – 1,8 и 1,9 м соответственно.

Для кривых участков пути балластную призму следует проектировать с учетом возвышения наружного рельса при условии сохранения под внутренним рельсом балластного слоя толщиной, установленной для прямых участков по таблице 42.

На кривых участках внешних путей категорий I-пу и II-пу радиусом менее 600 м балластную призму необходимо уширять с наружной стороны на 0,10 м, а при радиусе 300 м и менее – на 0,30 м.

Крутизна откосов балластной призмы при всех видах балласта должна быть 1:1,5.

Верх балластной призмы следует принимать в одном уровне с верхней постелью деревянных шпал и верхом средней части железобетонных шпал, а на путях, где рельсовые нити используются как электрические цепи, поверхность балластной призмы должна быть на 0,03 м ниже верхней поверхности деревянных шпал и переводных брусьев.

Балластную призму на путях со сроком службы до 5 лет следует отсыпать на половину высоты шпал, за исключением участков, опасных в отношении угона пути.

6.5.8 Междупутья на отдельных пунктах при расстоянии между осями смежных путей до 4,5 м следует заполнять балластом. Поверхности балласта между торцами шпал смежных путей следует придавать поперечный уклон в соответствии с поперечным уклоном верха земляного полотна, при этом разность отметок головок рельсов смежных путей должна быть не более 0,10 м.

Балластную призму при расстоянии между осями смежных станционных путей более 4,5 м, а на подходах к отдельным пунктам – более 3,5 м следует проектировать отдельной, при этом следует обеспечивать отвод воды из междупутного пространства.

6.5.9 Стрелочные переводы должны соответствовать типу укладываемых рельсов и иметь крестовины не круче указанных в таблице 43.

Таблица 43

Назначение пути	Марка крестовины для стрелочного перевода	
	все, кроме симметричного	симметричного
Главные и прямо-отправочные пути, примыкания на перегонах и пути следования сцепов с длинномерными грузами	1/9	1/6
Прочие станционные, погрузочно-разгрузочные пути и другие технологические пути	1/7	1/6

Для главных и прямо-отправочных путей предприятий по добыче торфа разрешается укладка стрелочных переводов с маркой крестовины 1/8.

Для переустраиваемых путей, а также располагаемых в трудных условиях при соответствующем обосновании следует применять глухие пересечения.

6.5.10 Стрелочные переводы, включенные в ЭЦ, а также стрелочные переводы сортировочных парков в пределах тормозных позиций следует укладывать на щебеночный балласт при условии обеспечения соответствующего водоотвода.

6.5.11 При укладке на одном пути смежных стрелочных переводов с направлением боковых путей в одну сторону или в разные стороны от прямого направления между

переводами следует предусматривать прямые вставки, достаточные для обеспечения необходимого междупутья на отклоняющихся путях, а также для установки светофоров и изолирующих стыков.

6.5.12 На путях перегонов и раздельных пунктов, на которых возможен угон пути, на подходах к мостам и путепроводам с безбалластным пролетным строением, а также на стрелочных переводах и прилегающих к ним участках пути в пределах одного звена необходимо предусматривать закрепление пути от угона по типовым схемам.

6.5.13 У путей следует предусматривать установку сигнальных и путевых знаков. Для указания границ полосы отвода, а также обозначения на поверхности земли сооружений, скрытых в земляном полотне, следует предусматривать установку особых знаков. Сигнальные, путевые и особые знаки должны быть установленного типа.

6.5.14 Путь на мостах и путепроводах, допускающих укладку балласта, следует укладывать на щебеночном балласте толщиной 200 мм от нижней постели шпалы.

6.5.15 Путь на подходах к постоянным мостам и путепроводам, независимо от рода балласта, принятого на пути, следует укладывать на щебеночном (гравийном) балласте в каждую сторону на расстоянии, м, не менее:

20 – при длине мостов, м	до 25 включ.;
30 – »	св. 25 » 50 »;
50 – »	» 50 » 100 »;
100 – »	» 100.

6.6 Железнодорожные станции и другие раздельные пункты

6.6.1 Станции, разъезды, обгонные пункты следует размещать исходя из требуемой пропускной и провозной способности путей при полной расчетной мощности проектируемых предприятий, предусматриваемого типа локомотива и массы поезда и с учетом поэтапного сооружения и развития отдельных раздельных пунктов по мере роста объема перевозок с увязкой с проектами генеральных планов размещения отдельных предприятий (цехов, производств), складов и транспортных коммуникаций, с технологической схемой передвижения отдельных грузов (сырья, топлива, полуфабрикатов, готовой продукции).

На лесовозных и торфяных ветках и путях (в местах заготовки леса, погрузки торфа и других массовых грузов) следует предусматривать возможность размещения пунктов, предназначенных для формирования состава полного веса, обмена составов, на расстоянии от 1,5 до 3 км друг от друга с примыканием к одному формировочному пункту нескольких лесовозных веток или переносных торфовозных путей.

6.6.2 Станции, разъезды и обгонные пути следует проектировать однотипными и по поперечной схеме.

В пунктах перегрузки грузов с путей одной ширины колеи на другую ширину при соответствующем обосновании следует проектировать перегрузочные станции с последовательным расположением парков для каждой колеи.

Путевые схемы и техническое оснащение станций следует проектировать с учетом возможности их дальнейшего развития. При необходимости следует обеспечить переход к схемам с последовательным расположением парков и на более производительные сортировочные устройства.

6.6.3 Количество приемо-отправочных путей следует устанавливать в зависимости от количества прибывающих и отправляемых поездов (подач), характера выполняемых с ними операций и типов сортировочных устройств, но принимать не менее:

- двух – на станциях;
- одного – на разъездах и обгонных пунктах.

Количество сортировочных путей на станциях следует определять в зависимости от принятой системы организации сортировочной работы, количества назначений сортировки, суточного количества перерабатываемых вагонов, длины сортировочных

путей, длины формируемых составов, и оно должно соответствовать перерабатывающей способности грузовых фронтов.

На отдельных станциях при соответствующем обосновании сортировочные пути не проектируют, а выполнение маневровой работы по переработке передач и подсортировке вагонов по пунктам погрузки и выгрузки предусматривают на приемо-отправочных и прочих путях.

6.6.4 Полезную длину приемо-отправочных путей на станциях и разъездах следует назначать в соответствии с расчетной длиной обращающихся поездов (подач) с учетом установки выходных сигналов и запаса длины на неточность установки поезда (10 м).

Полезную длину приемо-отправочных путей отдельных пунктов, располагаемых на участках с резко выраженным грузовым направлением, следует устанавливать отдельно для грузового и негрузового направления.

6.6.5 Полезную длину сортировочных путей следует устанавливать в зависимости от суточного количества перерабатываемых вагонов и технологического процесса работы станции. Полезная длина сортировочного пути должна соответствовать длине формируемого поезда или группы вагонов, увеличенной не менее чем на 10 %.

6.6.6 Вытяжные пути для маневровой работы следует проектировать при объемах движения по главному пути более восьми пар поездов, а также при меньших объемах при условии, что план и продольный профиль главного пути на подходах к маневровому району исключают возможность производства маневров на этом пути.

Полезную длину вытяжных путей следует устанавливать равной половине длины поезда, а в трудных условиях – не менее $\frac{1}{3}$ его длины. При обосновании полезную длину вытяжных путей следует принимать равной полной длине поезда.

6.6.7 Расстояние между осями смежных путей на станциях, разъездах и обгонных пунктах следует принимать по ГОСТ 9720.

6.6.8 В отдельных пунктах, где предусматриваются посадка и высадка людей, следует проектировать низкие пассажирские платформы высотой не более 0,2 м над уровнем верха головки рельсов и шириной не менее 2 м с устройством навесов для защиты людей от атмосферных осадков.

Длина пассажирской платформы должна соответствовать длине обращающихся пассажирских поездов с учетом запаса длины на неточность установки поезда (10 м).

На лесовозных и торфовозных ветках в пунктах, где предусматриваются временная посадка и высадка рабочих, вместо низких пассажирских платформ разрешается устройство спланированных посадочных площадок длиной, равной длине пассажирского поезда, и шириной не менее 3 м.

6.7 Примыкания и пересечения

6.7.1 Примыкания подъездных и технологических путей с поездным характером движения следует проектировать к стрелочным горловинам отдельных пунктов, предусматривая возможность параллельного выполнения операций по приему и отправлению поездов и маневровым передвижениям на путях основного направления и примыкания. Примыкание на перегоне устраивают при технико-экономическом обосновании.

6.7.2 Взаимное пересечение путей колеи 750 мм в одном уровне устраивают при технико-экономическом обосновании и обеспечении безопасности движения.

6.7.3 Продольный профиль пути на подходе к примыканию или глухому пересечению должен обеспечивать условия для остановки поезда перед входным сигналом или стрелочным переводом (глухим пересечением) и возможность трогания поезда с места.

В случаях, когда примыкающие пути имеют спуск в сторону примыкания более 4 ‰, для предупреждения ухода с них подвижного состава в местах примыкания необходимо предусматривать предохранительные тупики полезной длиной не менее 25 м, а при

небольшом количестве подач в нулевых местах продольного профиля и выемках – сбрасывающие стрелочные переводы.

6.7.4 Пересечения новых подъездных и технологических путей колеи 750 мм с путями колеи 1520 мм следует предусматривать в разных уровнях.

При технико-экономическом обосновании на технологических путях промплощадок, станциях и узлах, мостовых переходах следует проектировать пересечения в одном уровне и сплетения путей с образованием на отдельных участках трех- и четырехниточного пути для пропуска по нему подвижного состава колеи 750 и 1520 мм.

6.7.5 Пересечения путей колеи 750 мм с автомобильными дорогами следует проектировать в соответствии с разделами 5 и 7 настоящих строительных норм, СН 3.03.04 и ТКП 543 как для железных дорог колеи 1520 мм.

6.7.6 Пешеходные переходы через пути, располагаемые в одном уровне с существующими путями, следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 539.

6.8 Погрузочно-разгрузочные, перегрузочные и складские сооружения и устройства

6.8.1 На станциях, предназначенных для производства грузовых операций, следует предусматривать соответствующее путевое развитие, а также следующие погрузочно-разгрузочные сооружения и устройства: крытые и открытые склады и платформы; эстакады; устройства для перегрузки грузов из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи или на автотранспорт; платформы и площадки для разгрузки сыпучих грузов, колесной техники и других грузов; товарные конторы и другие необходимые вспомогательные здания и помещения; устройства, обеспечивающие бесперебойную работу погрузочно-разгрузочных машин и механизмов; вагонные весы; габаритные ворота и другие устройства и сооружения.

6.8.2 Необходимость сооружения грузовых устройств, их количество, тип и производительность оборудования следует устанавливать по проекту в зависимости от вида перерабатываемых грузов, размера и характера грузовой работы с учетом комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и перегрузочных работ.

6.8.3 Погрузочно-разгрузочные и складские сооружения и устройства на путях колеи 750 мм следует проектировать в соответствии с 5.7 с учетом требований настоящего подраздела.

6.8.4 В пунктах стыкования участков железных дорог колеи 750 и 1520 мм в зависимости от характера работы следует предусматривать грузовые склады, перегрузочные платформы, эстакады и другие устройства и сооружения для механизированной перегрузки грузов из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи.

В пунктах стыкования участков железных дорог разной колеи при технико-экономическом обосновании и с учетом мнения организации, в ведении которой находится путь, предусматривают укладку совмещенного трех- или четырехниточного рельсового пути для пропуска по нему подвижного состава колеи 750 и 1520 мм.

6.8.5 Длина погрузочно-разгрузочных путей должна соответствовать расчетной длине группы вагонов, подаваемых к грузовому фронту, с учетом длины, необходимой для передвижки вагонов в процессе выполнения грузовых операций.

6.8.6 Высоту грузовых платформ над уровнем верха головки рельса и расстояние от оси пути до края платформы следует принимать по ГОСТ 9720. Высота грузовых платформ со стороны автомобильного подъезда должна быть не менее 1200 мм над уровнем проезжей части.

6.8.7 Размеры складов, крытых и открытых грузовых платформ следует устанавливать по проекту в зависимости от количества и вида хранимого груза, характера производимых с ним операций и применяемых средств механизации и автоматизации.

6.8.8 Количество, тип и местоположение вагонных весов необходимо определять по проекту с учетом количества и вида грузов, а также требований технологии производства.

Пути к вагонным весам должны быть сквозными, прямыми и горизонтальными длиной не менее 15 м с каждой стороны вагонных весов.

Расстояние между весовым путем и смежным с ним должно быть не менее 7 м, а в стесненных условиях – не менее 6,8 м.

6.8.9 На станциях, где требуется проверка очертания грузов на открытом подвижном составе, следует предусматривать габаритные ворота или специальные устройства для автоматической сигнализации о негабаритности грузов.

6.9 Водоснабжение, канализация, теплоснабжение

6.9.1 Наружные сети водоснабжения, канализации и теплоснабжения, а также инженерное оборудование зданий и сооружений железнодорожного транспорта колеи 750 мм следует проектировать по нормам, установленным для соответствующих сетей и оборудования с учетом требований 5.8 и настоящего подраздела.

6.9.2 Для водоснабжения следует использовать районные, городские, промышленные и сельские системы водоснабжения, а в случае отсутствия или невозможности их использования – предусматривать самостоятельные источники водоснабжения.

При использовании воды для производственных целей (охлаждение агрегатов, обмывка оборудования и подвижного состава и др.) следует предусматривать оборотное водоснабжение или повторное.

6.10 Искусственные сооружения

6.10.1 Проектирование мостов и труб, а также расчеты их несущих конструкций и оснований следует производить в соответствии с СН 3.03.01, с учетом требований настоящего подраздела.

6.10.2 Расчеты отверстий мостов и труб, а также пойменных насыпей на воздействие водного потока следует производить по расчетному максимальному расходу паводков для дорог категорий I-пу и II-пу с вероятностью превышения 2 %, а для путей категории III-пу и технологических путей – 3 %.

Примечания

1 Вероятность превышения расчетных расходов и уровней воды для малых искусственных сооружений, располагаемых на планируемых территориях и входящих в состав водоотводной сети, должна соответствовать вероятности превышения, принятой для расчета этой сети.

2 При необходимости следует предусматривать увеличение отверстий малых мостов для использования их в качестве скотопрогонов, пешеходных переходов, автомобильных проездов с обеспечением соответствующих габаритов.

6.10.3 Толщину засыпки всех типов водопропускных труб следует принимать не менее 0,7 м (до подошвы рельса).

6.10.4 Значения нормативных эквивалентных нагрузок для загрузки однозначных и отдельных участков двузначных линий влияния приведены в приложении Б.

6.10.5 Вертикальную нагрузку от порожнего состава следует принимать 5 кН/м.

6.10.6 Поверхность подвижного состава, подверженную давлению ветра, предусматривают в виде сплошной полосы высотой 2,2 м.

6.10.7 Центробежную силу C для мостов и путепроводов, расположенных на кривых, в процентах временной вертикальной нагрузки без учета ее динамического действия, определяют по формуле

$$C = 2000 / R \text{ (где } R \text{ – радиус кривой, м),} \quad (6.3)$$

но принимают не менее 5 %.

6.10.8 Нормативную горизонтальную поперечную нагрузку от ударов подвижного состава с одного пути необходимо принимать в виде равномерно распределенной нагрузки, приложенной в уровне верха головки рельса и равной 1,5 кН/м.

6.10.9 Нормативную горизонтальную нагрузку от торможения, поперечную ветровую нагрузку и центробежную силу следует принимать приложенными на высоте 1,6 м от головки рельса.

6.10.10 При возможности движения транспортных средств с негабаритными грузами перила моста должны быть откидными или съёмными.

6.11 Энергетическое хозяйство

6.11.1 Электроэнергией следует обеспечивать все железнодорожные станции, разъезды, обгонные пункты и поселки при них, а также линейно-путевых потребителей.

На отдельных пунктах освещение следует предусматривать на путях и в парках приема и отправления поездов, в местах производства погрузочно-разгрузочных и маневровых работ, экипировки, на объектах технического обслуживания и ремонта подвижного состава, а также в местах встречи поездов дежурным по станции, на переездах, а при необходимости – и на других путях и в пунктах.

Уровни освещенности должны соответствовать установленным нормам с учетом обеспечения безопасности движения поездов и маневровых передвижений, бесперебойной безопасной работы обслуживающего персонала и охраны грузов.

6.11.2 По надежности устройства электроснабжения следует относить к той категории нагрузок, к которой относится обслуживаемое предприятие.

Вне зависимости от категории нагрузок, к которой относится обслуживаемый объект, по условиям I категории следует проектировать устройства электроснабжения, противопожарного водоснабжения, аварийной противодымной вентиляции и пожарной автоматики, устройства СЦБ и связи в пунктах технического обслуживания и экипировочных устройств подвижного состава, а также в местах скопления людей, где не может быть обеспечена их безопасность.

Устройства электроснабжения должны обеспечивать аварийное освещение.

6.11.3 При отсутствии в районе расположения путей источников электропитания необходимой мощности при соответствующем технико-экономическом обосновании, следует проектировать собственные электростанции преимущественно для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.

Количество агрегатов на электростанциях следует принимать не менее двух с таким расчетом, чтобы при выходе из строя одного из них автоматически обеспечивалось включение электроснабжения всех потребителей.

6.11.4 Для обеспечения электроэнергией станций, разъездов, обгонных пунктов и линейных потребителей (здания на перегонах, переезды и др.) следует проектировать продольные линии электропередачи или автономное электроснабжение.

Для путей без автоблокировки варианты электроснабжения выбирают на основании сравнения технико-экономических показателей автономного и продольного электроснабжения.

Линии продольного электроснабжения должны быть секционированы разъединителями.

6.12 Сигнализация, централизация, блокировка и связь

6.12.1 Движение поездов на перегонах следует предусматривать при блокировке (автоматической и полуавтоматической) по приказам поездного диспетчера или дежурного по станции (разъезду), передаваемым поездной бригаде.

Для организации движения поездов следует оборудовать перегоны устройствами электрожелезнодорожной системы (при наличии оборудования).

6.12.2 В местах примыкания путей на перегоне следует предусматривать необслуживаемые посты. В этом случае устройства СЦБ должны обеспечивать

управление стрелкой примыкания с ближайшей станцией; положение и замыкание стрелки должны контролироваться.

Стрелки примыкания путей на перегонах малодеятельных участков разрешается оборудовать контрольными замками, ключи от которых должны храниться у дежурного по станции или разъезду, с которых осуществляется заезд.

6.12.3 Стрелки, включаемые в электрическую централизацию, следует оборудовать стрелочными электроприводами для железных дорог колеи 1520 мм. На технологических путях разрешается применение отжимных стрелок.

6.12.4 Рельсовые цепи следует проектировать с применением нормалей.

6.12.5 Расстояние от оси пути, по которому не предусматривается перевозка негабаритных грузов, до напольных устройств (светофоров, стрелочных электроприводов, приборов рельсовых цепей) следует принимать в соответствии с требованиями ГОСТ 9720, а в случае перевозки негабаритных грузов – в зависимости от размеров данных грузов.

6.12.6 Входные, маршрутные, выходные и маневровые светофоры совмещенных путей колеи 1520 и 750 мм следует проектировать общими. Светофоры, указывающие тип колеи, следует дополнять маршрутными указателями.

6.12.7 На участке с совмещенной колеей 1520 и 750 мм следует предусматривать блокировку, исключающую возможность одновременного нахождения на этом участке подвижного состава разной колеи.

6.12.8 На мостах с совмещенным железнодорожным и автомобильным движением следует предусматривать устройства сигнализации и ограждения, исключающие возможность одновременного нахождения на проезжей части моста автомобилей и железнодорожного подвижного состава.

6.12.9 Устройства связи на путях колеи 750 мм следует проектировать аналогично требованиям для колеи 1520 мм согласно разделу 5.

6.13 Ремонтное хозяйство

6.13.1 Локомотивно-вагонное депо следует блокировать с ремонтной мастерской, автогаражом, материальным складом и другими вспомогательными объектами промышленного предприятия.

6.13.2 Количество стойл и основного оборудования следует определять расчетом.

В случаях, когда количество ремонтируемого подвижного состава недостаточно для загрузки стойл одним видом ремонта, следует предусматривать ремонт в общих, неспециализированных стойлах.

6.13.3 Для производства технического обслуживания вагонов следует предусматривать пункты технического обслуживания вагонов, размещаемые на станциях, а также в местах массовой погрузки вагонов. При пунктах технического обслуживания следует предусматривать сооружения для текущего и профилактического ремонта вагонов, хранения и выдачи смазочных материалов, а при необходимости – концепропиточную установку для регенерации масел и подбивочных материалов; оборудование для проверки автоматических тормозов; помещение для хранения неснижаемого запаса частей по ходовой части, автоматической и ручной сцепке, автотормозному оборудованию.

6.13.4 Для экипировки локомотивов следует проектировать устройства для снабжения локомотивов дизельным топливом, песком, смазочными и обтирочными материалами, водой, а также устройства для обдувки тяговых двигателей и оборудования систем охлаждения воды и масла дизелей.

Открытые экипировочные пункты для снабжения локомотивов дизельным топливом и смазочными материалами следует размещать с учетом обеспечения противопожарных разрывов, при этом целесообразно руководствоваться [5].

На экипировочных пунктах для осмотра локомотивов следует предусматривать смотровые канавы.

6.13.5 Экипировочные устройства следует размещать в местах сосредоточения работы локомотивов с учетом использования общезаводского складского хозяйства. Все операции по экипировке локомотивов должны быть максимально механизированы, по возможности автоматизированы и выполняться с одной постановки локомотива.

6.13.6 Хранение запасов сухого песка для зимней работы следует предусматривать в закрытых складах вместимостью, равной 3–7-месячному расходу песка локомотивами (в зависимости от климатической зоны).

Мощность сушилок для песка необходимо определять из расчета потребления песка для текущей эксплуатационной работы и создания зимнего запаса сухого песка.

6.13.7 Вместимость резервуара для хранения дизельного топлива и масел следует определять из расчета хранения необходимого их запаса.

Для слива дизельного топлива и масел следует проектировать необходимые устройства и сливные пути.

Для нефтепродуктов, застывающих при низких температурах, необходимо предусматривать устройства для их подогрева в цистернах, резервуарах и трубопроводах.

6.14 Размещение служебно-технических зданий

6.14.1 Служебно-технические здания и устройства различных служб железнодорожного транспорта следует проектировать с учетом максимального их кооперирования между собой, а также с помещениями и устройствами, предусматриваемыми для обслуживания промышленного предприятия в целом (использование общих систем энергоснабжения, водоснабжения, канализации и других инженерных коммуникаций, жилых комплексов, организации питания, медицинского и культурно-бытового обслуживания).

6.14.2 Объем строительства жилых и общественных зданий следует устанавливать в зависимости от штатов администраций и с учетом местных условий, а также существующих в данном районе культурно-бытовых, лечебно-профилактических и других общественных учреждений.

6.14.3 Жилые и служебно-технические здания, предназначенные для административных подразделений, следует размещать в поселках при отдельных пунктах или в поселках промышленных предприятий. Для работников по ремонту пути, сигнализации, связи и электрификации следует предусматривать стационарные или передвижные пункты для обогрева, располагаемые на перегонах.

При расположении обслуживаемых производственных единиц (насосных станций, тяговых подстанций и т. п.) или охраняемых сооружений (мостов, переездов, обвальных мест и т. п.) на расстоянии более 3 км от ближайших поселков жилые дома для работников, обслуживающих эти производственные единицы или пункты охраны, разрешается, при соответствующем обосновании, размещать в районе объектов.

7 Автомобильный транспорт

7.1 Область применения

7.1.1 Требования настоящего раздела распространяются на проектирование автомобильных дорог промышленных предприятий (далее – автомобильные дороги) и устройств на этих автомобильных дорогах, а также зданий и сооружений автотранспортной и автодорожной служб предприятия.

7.1.2 Настоящие строительные нормы не распространяются на подъездные автодороги к промышленным предприятиям, которые проектируют в соответствии с СН 3.03.04.

7.2 Общие положения

7.2.1 Автомобильные дороги в зависимости от характера деятельности предприятия подразделяются на следующие категории:

- в – автомобильные дороги заводов, фабрик и т. п.;
- л – автомобильные дороги лесного комплекса;
- к – автомобильные дороги открытых горных разработок.

7.2.2 По месту расположения на предприятии автомобильные дороги классифицируются на:

- внутриплощадочные;
- межплощадочные.

К внутриплощадочным автомобильным дорогам относятся дороги, расположенные на территории промышленных площадок заводов, фабрик, промыслов, в карьерах, на торфяных и лесных разработках и т. п. и обеспечивающие технологические и пассажирские перевозки.

Межплощадочные автомобильные дороги, соединяющие отдельные обособленные производства промышленных предприятий (цехи заводов, месторождения открытых горных разработок с обогатительными и сортировочными фабриками) или промышленных районов, обеспечивающие наряду с технологическими перевозками транспортирование хозяйственных грузов и пассажиров, подразделяются на:

1) по назначению:

- основные;
- вспомогательные.

К основным автомобильным дорогам относятся дороги, которые предназначены для перевозки технологических грузов с расчетным объемом, а также хозяйственных грузов и пассажиров.

Вспомогательные дороги предназначены для перевозки хозяйственных и вспомогательных грузов, обеспечения подъезда к заправочным пунктам, складам, проезда пожарных, ремонтных и аварийных машин, а также для проезда вдоль линий непрерывного промышленного транспорта, линий электроснабжения и коммуникаций. Для данной категории дорог не устанавливается расчетный объем перевозок;

2) по срокам использования:

- постоянные;
- временные.

К временным дорогам относятся дороги со сроком службы до 3-х лет, а также дороги сезонного действия;

3) по объему перевозок – см. таблицу 44.

Таблица 44

Назначение дороги	Расчетный объем перевозок, млн т нетто/год	Категория дороги
Основные автомобильные дороги заводов, фабрик и т. п.	Св. 0,70	I-в
	» 0,35 до 0,70 включ.	II-в
	0,35 »	III-в
Основные автомобильные дороги предприятий открытых горных разработок	Св. 15,0	I-к
	» 5,0 до 15,0 включ.	II-к
	» 5,0 »	III-к
Вспомогательные автомобильные дороги и дороги с невыраженным грузооборотом	–	IV-в, IV-к
<i>Примечание</i> – За расчетный объем перевозок принимают наибольший годовой объем из ожидаемого в строительный и эксплуатационный периоды.		

7.2.3 Лесохозяйственные дороги проектируют в соответствии с требованиями ТКП 500.

7.2.4 При проектировании автомобильных дорог следует предусматривать обустройство дороги техническими средствами организации дорожного движения и при необходимости – освещение, остановочные и посадочные площадки с павильонами для пассажирского транспорта, отвод воды в дождевую канализацию.

7.2.5 Временные дороги проектируют по нормам для дорог категории III-к независимо от объема перевозок.

7.2.6 На автомобильных дорогах категорий «в», предназначенных для перевозки горячих грузов, должно исключаться движение других видов транспорта.

7.2.7 Геометрические элементы автомобильных дорог принимают в зависимости от категории дороги и габарита расчетного автомобиля по таблице 45. Расчет конструкций дорожных одежд для групп расчетных нагрузок A_1 , A_2 , A_3 выполняют в соответствии с ТКП 45-3.03-112, ТКП 45-3.03-244, при этом требования указанных ТНПА, установленные для категорий автомобильных дорог общего пользования, применяют при проектировании автомобильных дорог по настоящим строительным нормам с учетом расчетной интенсивности движения. Расчет дорожных одежд нежесткого типа для карьерных автосамосвалов производят в соответствии с приложением В.

Таблица 45

Категория автомобильных дорог	Количество полос движения	Ширина проезжей части внутриплощадочных дорог при габарите автомобиля, м			Ширина проезжей части межплощадочных дорог при габарите автомобиля, м			Ширина обочин внутриплощадочных дорог при габарите автомобиля, м			Ширина обочин межплощадочных дорог при габарите автомобиля, м		
		до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10,0	до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10,0	до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10,0	до 2,5	от 3,0 до 5,0	от 3,0 до 10,0
I-в	2	7,5	9,0–15,0	–	8,0	11,0–18,0	–	1,5	1,5	–	2,0	2,0	–
II-в	2	7,0	8,0–14,0	–	7,5	10,0–17,0	–	1,5	1,5	–	1,5	1,5	–
III-в	2	6,0	7,0–13,0	–	6,5	9,0–15,0	–	1,5	1,5	–	1,5	1,5	–
IV-в	1	4,5	4,5–6,5	–	4,5	4,5–7,0	–	1,0	1,0	–	1,0	1,0	–
I-л	2	7,5	9,0–15,0	–	8,0	11,0–18,0	–	1,5	1,5	–	2,0	2,0	–
II-л	2	7,0	8,0–13,0	–	7,5	10,0–15,0	–	1,5	1,5	–	2,0	2,0	–
III-л	1	4,5	4,5–6,5	–	4,5	4,5–7,0	–	1,0	1,0	–	1,0	1,0	–
IV-л	1	4,5	4,5–6,5	–	4,5	4,5–7,0	–	1,0	1,0	–	1,0	1,0	–
I-к	2	–	–	10,0–33,0	8,0	–	12,0–40,0	–	–	1,5–3,0	–	–	3,0–4,0
II-к	2	8,0	–	9,5–32,0	9,5	–	11,5–38,0	1,5	–	1,5–3,0	2,5	–	2,0–4,0
III-к	2	7,5	–	9,0–30,0	9,0	–	11,0–36,0	1,5	–	1,5–2,5	2,0	–	2,5–3,0
IV-к	2	7,0	–	8,0–27,0	4,5	–	9,0–29,0	1,5	–	1,5–2,5	1,5	–	1,5–2,5

Примечания

1 Ширина проезжей части приведена в габаритах расчетного автомобиля.

2 Для промежуточных значений габаритов автомобилей по ширине минимальные значения параметров поперечного профиля определяются интерполяцией с округлением в большую сторону до 0,5 м.

3 Ширину проезжей части однополосных дорог категорий I-к, II-к, III-к, I-в, II-в, III-в, II-л, III-л (внутриплощадочных и межплощадочных) принимают равной не менее двух габаритов ширины расчетного автомобиля при условии кольцевого движения и отсутствии встречного движения и обгонов. В стесненных условиях для дорог категорий II-к, III-к, II-в, III-в, II-л, III-л ширину проезжей части однополосных дорог следует принимать в размере 1,5 габарита расчетного автомобиля при условии обеспечения безопасности дорожного движения (установка дорожных знаков, ограждения, освещения и т. п.). Ширину обочин принимают не менее 1,5 м.

7.3 Расчетные скорости движения

Расчетные значения скорости движения автомобилей, определяющие предельные значения геометрических элементов участков дорог, следует принимать по таблице 46.

Таблица 46

Категории дорог	Расчетная скорость движения автомобиля, км/ч, для категорий автомобильной дорог	
	внутриплощадочных	межплощадочных
I-в, I-л	50	70
II-в, II-л	40	60
III-в, III-л	30	50
I-к	30	40
II-к	25	35
III-к	20	30
IV-в, IV-к	20	30

Примечание – В зависимости от местных топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, климатических и планировочных условий, а также при реконструкции предприятий расчетные значения скорости движения разрешается снижать до величины, обеспечивающей безопасность дорожного движения, но не менее чем до 15 км/ч для внутриплощадочных дорог и не менее чем до 20 км/ч для межплощадочных дорог.

7.4 План и продольный профиль

7.4.1 Параметры элементов плана и продольного профиля автомобильных дорог следует принимать по таблице 47.

Таблица 47

Параметры плана и продольного профиля автомобильных дорог	Значения параметров для дорог		
	внутриплощадочных	межплощадочных	вспомогательных
Продольный уклон, ‰, не более	30	30	40
Расстояние видимости, м, не менее:			
поверхности дороги	75	150	75
встречного автомобиля	150	300	150
Радиусы кривых в плане, м, не менее	300	600	150
Радиусы кривых в продольном профиле, м:			
выпуклых, не более	2500	5000	1000
вогнутых, не менее	1500	2000	800

Примечание – Расстояние видимости определяется из условия расположения глаз водителя автомобиля на высоте 2 м над поверхностью проезжей части при нахождении автомобиля на расстоянии 1,5 м от кромки проезжей части.

Если по условиям рельефа местности или планировочных решений территории предприятия невозможно обеспечить требуемые параметры, приведенные в таблице 47, или их применение значительно увеличивает объемы работ и стоимость строительства, то при проектировании разрешается снижать нормативные параметры до значений, приведенных в таблице 48.

Таблица 48

Параметры плана и продольного профиля	Значение параметров при расчетной скорости движения транспортных средств, км/ч							
	70	60	50	40	30	25	20	15
Наибольший продольный уклон, ‰	60	70	80	90	100	100	100	100
Расстояние видимости, м:								
поверхности дороги	150	125	100	75	50	40	30	25
встречного автомобиля	300	250	200	150	100	80	60	50

Наименьшие радиусы кривых в плане, м	200	150	100	60	50	40	30	20
Наименьшие радиусы кривых в продольном профиле:								
выпуклых при высоте глаз водителя над поверхностью дороги, м:								
2,0	5600	3900	2500	1400	650	400	250	160
2,5	4500	3100	2000	1100	500	320	180	125
3,0	3750	2600	1700	900	420	270	150	100
4,0	—	—	1250	700	300	200	110	80
5,0	—	—	1000	600	250	160	90	60
6,0	—	—	850	500	200	130	75	50
7,0	—	—	700	400	180	120	65	45
вогнутых при высоте фар над поверхностью дороги, м:								
0,7	3400	2700	2100	1400	800	600	370	270
1,0	3100	2400	1800	1200	650	470	300	220
2,0	2400	1900	1300	850	430	300	180	130
3,0	—	—	1100	650	320	220	130	90
4,0	—	—	900	550	260	170	100	70
5,0	—	—	750	450	210	140	80	60
6,0	—	—	650	400	180	120	70	50
7,0	—	—	600	350	160	100	60	40

Примечания

1 Значения продольного уклона приведены для автомобилей с колесной формулой 4х2. На отдельных участках дорог, а также для автомобилей с другой колесной формулой разрешается увеличение продольного уклона в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя и типа покрытия дороги.

2 Для автопоездов и при перевозке горячих грузов величину наибольшего продольного уклона определяют расчетом с учетом технических характеристик автотранспортных средств и требований к перевозке опасных грузов.

3 Для дорог категорий I-к, II-к, III-к, располагаемых в нагорных карьерах и находящихся в сложных климатических условиях (частые туманы, гололед) наибольшие продольные уклоны следует рассчитывать с учетом вида трансмиссии и безопасной скорости движения и принимать не более 70 %.

4 В стесненных условиях минимальный радиус кривой в плане принимают не менее двух значений конструктивного радиуса поворота – для одиночных специализированных автомобилей и не менее трех значений – для тягачей с полуприцепами.

7.4.2 На участках горизонтальных кривых радиусом 50 м и менее наибольший продольный уклон, по сравнению с требованиями таблицы 48, следует уменьшать на значения, приведенные в таблице 49.

Таблица 49

Радиус горизонтальной кривой, м	Уменьшение наибольшего продольного уклона, %
50	10
40	20
30	30
20	40
15	50

7.4.3 На участках дорог с затяжными продольными уклонами 60 % и более через каждые 600 м следует устраивать остановочные площадки для автомобилей с продольными уклонами до 20 %. Ширина остановочной площадки должна быть более ширины расчетного автомобиля, который эксплуатируется на данном участке дороги, на 1 м. Длина площадки должна соответствовать длине расчетного автомобиля, который эксплуатируется на данном участке дороги, с увеличением длины площадки на 10 м в каждую сторону. Для заезда на остановочную площадку и выезда с нее необходимо предусматривать отгоны, длина которых должна быть не менее пятикратной ширины площадки.

7.4.4 При проектировании автомобильных дорог в карьерах и лесных участках с затяжными продольными уклонами 80 ‰ и более через каждые 600 м необходимо предусматривать противоаварийные съезды с устройством в конце улавливающих тупиков с обратными уклонами от 150 ‰ до 200 ‰.

7.4.5 Продольные уклоны внутриплощадочных дорог и участков межплощадочных дорог, расположенных в зоне застройки, следует назначать в соответствии с проектом вертикальной планировки, прилегающей к дороге территории, из условия эффективного обеспечения отвода воды с поверхности дороги.

Продольные уклоны лотков при условии устройства проезжей части с бортовым камнем должны соответствовать требованиям ТКП 45-3.03-227. В случае невозможности выполнять данных требований, следует применять пилообразный профиль.

7.4.6 Смежные продольные уклоны сопрягают вертикальными кривыми при алгебраической разности уклонов, ‰:

– св. 10 до 20 включ. – на внутриплощадочных и межплощадочных дорогах категорий I-в, I-к, I-л, II-в, II-к;

– » 20 » 30 » – на внутриплощадочных и межплощадочных дорогах категорий III-в, III-к;

– » 30 – на вспомогательных дорогах и дорогах с невыраженным грузооборотом.

Расстояние между точками перелома проектной линии в продольном профиле должно обеспечивать размещение вертикальных кривых.

Смежные вертикальные кривые разрешается сопрягать без прямых вставок или проектировать продольный профиль в форме сплайн-функций.

7.4.7 Радиусы горизонтальных кривых в плане, приведенные в таблице 48, следует удваивать на участках дорог в конце затяжных спусков протяженностью 1000 м и более с уклоном 60 ‰ и выше.

7.4.8 При радиусах горизонтальных кривых 300 м и менее следует устраивать переходные кривые, длину которых принимают по таблице 50. Для стесненных условий проектирования при невозможности устройства переходных кривых необходимо вводить ограничение скоростного режима для обеспечения безопасности дорожного движения.

Таблица 50

Расчетная скорость движения, км/ч	Длина переходной кривой, м, при радиусе круговой кривой в плане												
	20	25	30	35	40	50	60	80	100	125	150	200	300
15	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20	15	15	10	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25	–	25	20	20	15	15	10	–	–	–	–	–	–
30	–	–	40	35	30	25	20	15	10	–	–	–	–
35	–	–	–	–	45	35	30	25	20	15	10	–	–
40	–	–	–	–	–	–	45	35	25	20	20	15	10
50	–	–	–	–	–	–	–	–	55	45	35	30	20
60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	75	60	45	30
70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	75	50

Примечание – В стесненных условиях переходные кривые не устраивают.

7.4.9 Для разворота автомобилей в конце тупиковых дорог и для маневрирования в пунктах разгрузки и погрузки следует предусматривать петлевые объезды или площадки, размеры которых определяют расчетом в зависимости от габаритов транспортных средств и перевозимых грузов, но во всех случаях принимают:

– для одиночных автотранспортных средств общего назначения – не менее 12х12 м прямоугольного очертания или радиусом не менее 12 м (для петлевых объездов);

– для специализированных автотранспортных средств, включая автомобили особо большой грузоподъемности – диаметром не менее 2,5 м (для тягача с полуприцепом – не менее 3,5 м) конструктивных радиусов разворота по переднему наружному колесу.

7.4.10 В случае перевозки длинномерных грузов на участках дорог с горизонтальными кривыми, с внешней стороны которых расположены здания, сооружения и зеленые насаждения, значения расстояний до кромки проезжей части, предусмотренные ТКП 45-3.01-155, следует увеличивать на значение, приведенное в таблице 51.

Таблица 51

Радиус кривой в плане	В метрах Увеличение расстояний при длине хлыста дерева или других длинномерных грузов		
	до 20 включ.	св. 20 до 25 включ.	св. 25 до 30 включ.
30	3,2	4,7	6,5
40	2,5	3,7	5,2
60	1,8	2,6	3,7
80	1,4	2,0	2,8
100	1,1	1,7	2,3
150	0,8	1,2	1,6
200	0,6	0,9	1,3
300	0,4	0,7	0,8
400	0,3	0,5	0,6
600	—	0,3	0,4
800	—	—	0,3

Примечание – При использовании автомобилей, оборудованных уширенными (св. 2,75 м) кониками, к указанным значениям увеличения расстояний следует добавлять 0,3 м при габарите коника до 3,3 м и 0,5 м при габарите коника св. 3,3 м.

7.4.11 Серпантины проектируют согласно таблице 52.

Таблица 52

Параметр элемента серпантины	Значение параметра при скорости движения автомобилей, км/ч		
	30	20	15
Наименьший радиус кривой в плане, м	50	30	20
Поперечный уклон проезжей части на вираже, ‰	40	40	40
Длина переходной кривой, м	25	10	10
Наибольший продольный уклон, ‰	30	35	40
Уширение проезжей части, м	Минимальную величину уширения принимают согласно приложению В		

Расстояние между концом кривой одной серпантины и началом кривой другой серпантины должно быть, м, не менее:

- 300 – для автомобильных дорог категорий I-к, II-к, I-в;
- 200 – то же III-к, II-в;
- 100 – » IV-к, III-в, IV-в.

7.4.12 В местах разгрузки автомобилей на отвалах устраивают насыпной вал вне призмы возможного обрушения яруса отвала. На приемном бункере устанавливают предохранительный брус (стенку) высотой не менее радиуса колеса расчетного автомобиля. Брус должен выдерживать фронтальный наезд автомобиля задним ходом со скоростью не более 5 км/ч.

7.5 Поперечный профиль

7.5.1 Поперечный профиль автомобильных дорог следует предусматривать с обочинами (без бортового камня) и с открытым водоотводом во всех случаях, когда это возможно по архитектурно-планировочным условиям, санитарным нормам и правилам и условиям водоотвода.

Поперечный профиль автомобильных дорог, располагаемых на застроенной территории, кроме дорог предприятий открытых горных разработок, проектируют с бортовым камнем, с устройством тротуаров, газонов и с отводом поверхностных вод в закрытую систему дождевой канализации в соответствии с ТКП 45-3.03-227.

Ширину обочин внутриплощадочных и межплощадочных дорог при расположении на них ограждающих устройств устанавливают на основании требований ТНПА или на основе индивидуального решения с учетом основных параметров ограждения, физико-механических свойств пород и климатических условий района.

При этом минимальное допустимое расстояние от кромки проезжей части должно быть, м:

- до внутреннего края грунтового вала – 0,5;
- до металлических и бетонных ограждений – 1,5.

Минимальное расстояние от бровки земляного полотна должно быть, м:

- до наружного края грунтового вала – 1,0;
- до металлических и бетонных ограждений:
 - для стандартных автомобилей – 0,5;
 - для автомобилей особо большой грузоподъемности – 1,0.

7.5.2 Основные параметры поперечного профиля автомобильных дорог следует принимать по таблице 45.

Поперечный профиль автомобильных дорог предприятий открытых горных разработок, располагаемых на транспортных бермах, проектируют с ограждением с низовой стороны и водоотводным сооружением с верховой стороны.

Ширину транспортной бермы автомобильных дорог категории «к» определяют поперечными размерами закуветной полки для сбора осыпей с вышележащего откоса, водоотводного сооружения, проезжей части, обочин, ограждения и полосы безопасности (призмы обрушения), отделяющей бровку земляного полотна от ограждения.

Ширину закуветной полки и полосы безопасности определяют расчетом с учетом физико-механических свойств горной породы, слагающей вышележащий и нижележащий откосы, и климатическими условиями района и назначают не менее 1 м.

7.5.3 При наличии в составе движения автопоездов, являющихся расчетными, ширину каждой полосы проезжей части необходимо увеличивать на 0,5 м для транспортных средств шириной до 2,5 м и на 1,0 м для транспортных средств шириной более 2,5 м.

7.5.4 Для дорог с бортовым камнем между проезжей частью и бортовым камнем необходимо предусматривать предохранительную полосу шириной 0,5 м для внутриплощадочных дорог и 0,75 м для межплощадочных дорог.

При реконструкции участков дорог или строительстве новых участков дорог в условиях застройки для дорог категории III-в при соответствующем обосновании предохранительную полосу не устраивают и проектирование осуществляют по нормам как для дорог категории IV-в.

7.5.5 Для внутриплощадочных дорог категории «в», которые расположены на застроенной территории, расчетные значения элементов поперечного профиля за пределами проезжей части (тротуаров, дорожек, инженерных сетей, санитарно-защитных зон и др.) принимают согласно требованиям ТКП 45-3.01-155.

7.5.6 При необходимости устройства разделительных полос между разными направлениями движения (проезжая часть в разных уровнях, полосы озеленения, прокладка коммуникаций и др.) их ширина должна быть не менее 5 м. В местах плотной застройки, на путепроводах и других сложных участках разрешается уменьшать ширину разделительной полосы до 2 м на длине перехода не менее 50 м.

7.5.7 Для обеспечения эпизодического разъезда автомобилей на однополосных автомобильных дорогах необходимо предусматривать остановочные площадки. Ширина остановочной площадки должна быть более ширины наибольшего автомобиля, который эксплуатируется на данном участке дороги, на 1 м. Длина площадки должна соответствовать длине наибольшего автомобиля, который эксплуатируется на данном участке дороги, с увеличением длины площадки на 10 м в каждую сторону. Для заезда

на остановочную площадку и выезда с нее необходимо предусматривать отгоны, длина которых должна быть не менее пятикратной ширины площадки. Расстояние между остановочными площадками принимают равным расстоянию видимости встречного транспорта, но не более 500 м.

7.5.8 Проезжую часть следует проектировать с двухскатным поперечным профилем на всех участках дорог, где не требуется устройство виража.

Поперечные уклоны проезжей части в зависимости от типа покрытия принимают по СН 3.03.04 или ТКП 45-3.03-227 в соответствии с условиями проектирования.

7.5.9 Поперечные уклоны обочин при двухскатном поперечном профиле следует принимать на 10 %–20 % более поперечных уклонов проезжей части.

Для районов с продолжительностью снегового покрова менее 30 дней в году и отсутствием гололеда на обочинах, укрепленных одерновкой, разрешается принимать поперечный уклон от 50 % до 80 %. При устройстве земляного полотна из крупнозернистых или среднезернистых песков, а также из тяжелых суглинков и глин поперечный уклон обочин, укрепляемых засевом трав, разрешается принимать 40 %.

7.5.10 Для однополосных дорог, кроме внутриплощадочных, серповидный поперечный профиль с одинаковым уклоном проезжей части и обочин принимают равным, %:

50–60 – для гравийных, щебеночных и других материалов покрытия;

30–40 – для материалов покрытия, укрепленных вяжущими.

Для участков дорог на транспортных бермах карьеров при косогорах круче 1:2 поперечный профиль проезжей части и обочин разрешается проектировать одинаковым односкатным с уклоном 20 % в сторону вышележащего уступа.

7.5.11 Поперечные уклоны поверхности земляного полотна при бескорытном профиле принимают от 20 % до 40 % в зависимости от дренирующих свойств подстилающего слоя.

При устройстве дорожной одежды серповидного профиля поверхности земляного полотна придают двухскатный профиль с уклоном от 20 % до 30 %, при устройстве дорог с покрытием низшего типа – от 40 % до 50 %. Поперечный уклон dna корыта при полукорытном и корытном профиле должен быть равным уклону проезжей части.

7.5.12 На кривых в плане радиусом 600 м и менее, кроме дорог, расположенных в зонах застройки, примыканий и пересечений, необходимо предусматривать устройство виражей.

Поперечные уклоны проезжей части на виражах принимают по таблице 53. Переход от двухскатного профиля к односкатному предусматривают на протяжении переходной кривой, а при ее отсутствии – на прилегающем прямом участке. Поперечный уклон внешней обочины на виражах следует принимать одинаковым с уклоном проезжей части. Уклон внутренней обочины не изменяют, если он не менее уклона виража, или увеличивают до уклона виража. Переход от принятого уклона обочин к уклону проезжей части при двухскатном профиле следует устраивать на протяжении 10 м до начала отгона виража.

Таблица 53

Расчетная скорость движения, км/ч	Поперечный уклон, %, при радиусе горизонтальной кривой, м									
	600–500	500–400	400–300	300–200	200–100	100–80	80–60	60–40	30	15
70	30	30	40	40	50	–	–	–	–	–
60	30	30	30	40	50	50	–	–	–	–
50	30	30	30	30	40	50	50	–	–	–
40	20	20	30	30	30	40	40	50	–	–
30	20	20	20	20	30	30	30	40	50	–
15	20	20	20	20	20	20	20	30	30	40

Примечание – Поперечный уклон виража в районах с гололедом более трех дней в году не должен превышать 40 %.

Результрующий уклон в любой точке отгона виража должен быть не менее 4 %.

7.5.13 При радиусах кривых в плане до 500 м на внутриплощадочных дорогах и до 1000 м на межплощадочных дорогах с внутренней стороны проезжей части устраивают уширение проезжей части за счет обочины, ширина которой после уширения должна быть не менее 1 м. Величину полного уширения проезжей части принимают согласно приложению Г.

7.6 Пересечения и примыкания

7.6.1 Пересечения автомобильных дорог между собой следует предусматривать в одном уровне. Пересечения подъездных и технологических путей с межплощадочными и внутриплощадочными дорогами, по которым осуществляется перевозка горячих грузов, разрешается в одном уровне при условии оборудования переезда автоматической светофорной сигнализацией.

Если по условиям рельефа местности или планировочных решений территории предприятия не возможно обеспечить требуемые значения расстояний видимости на дорогах, пересекающихся с производственными внутриплощадочными дорогами, в пределах перекрестков разрешается уменьшать данные значения до 40 м.

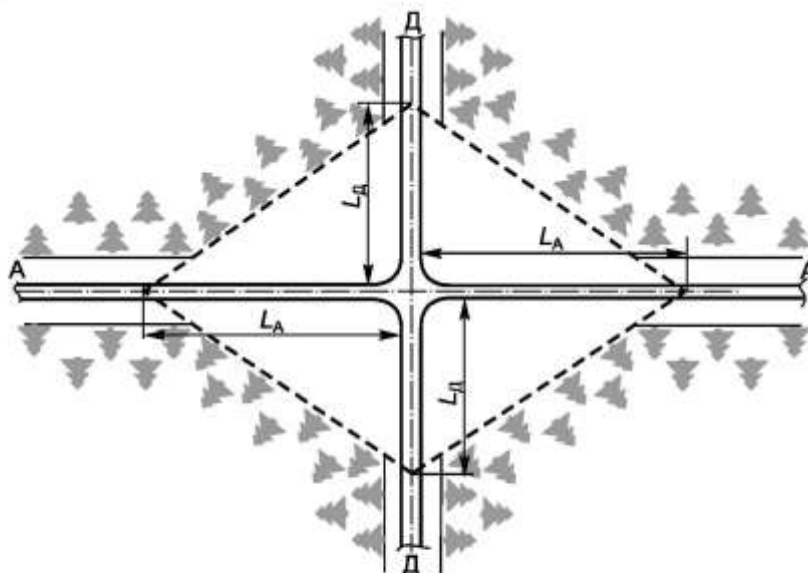
7.6.2 На пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне необходимо обеспечивать расстояния видимости пересекающего или примыкающего направления согласно таблице 54.

Таблица 54

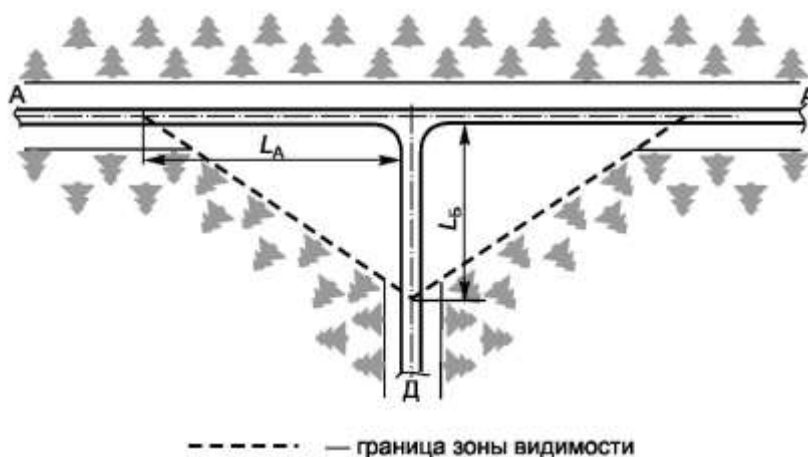
Продольный уклон, ‰	Минимальной расстояние видимости поверхности дороги, м, при расчетной скорости движения, км/ч							
	70	60	50	40	30	25	20	15
40 (подъем)	130	105	80	65	40	30	20	15
20 (подъем)	140	115	90	70	45	35	25	20
0	150	125	100	75	50	40	30	25
20 (спуск)	160	135	110	85	60	50	40	35
40 (спуск)	170	145	120	95	70	60	50	45

На рисунке 7.1 приведены схемы обеспечения видимости на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в одном уровне.

а)



б)



----- граница зоны видимости

L_A – расстояние видимости поверхности главной дороги;

L_D – расстояние второстепенной дороги;

L_B – расстояние боковой видимости

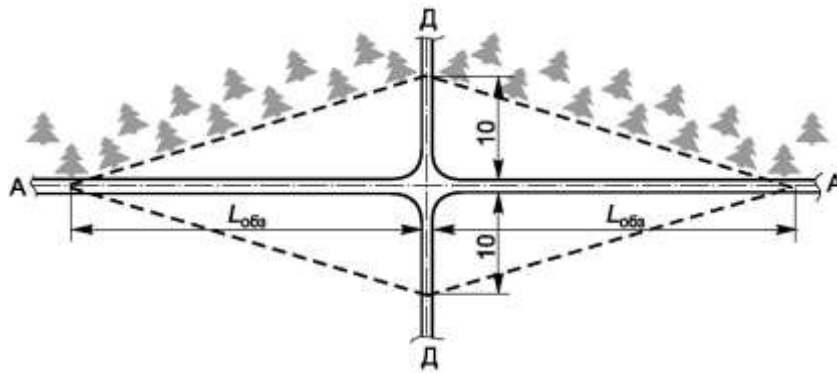
Рисунок 7.1 – Схемы обеспечения видимости:

а – на пересечениях автомобильных дорог в одном уровне;

б – на примыканиях автомобильных дорог в одном уровне

7.6.3 В случае расположения перекрестка дорог в зоне вертикальных или горизонтальных кривых принимают расстояние обзора $L_{обз}$, м (рисунок 7.2):

300 –	при скорости движения по главной дороге 70 км/ч;
200 –	то же 60 км/ч;
100 –	» 40 км/ч.



А – главная дорога; Д – второстепенная дорога

Рисунок 7.2 – Схема обеспечения видимости с главной дороги и обзорности со второстепенной дорогой

Указанные расстояния обеспечивают обзорность водителям в зоне пересечения при условии остановки автомобиля на второстепенной дороге на расстоянии 10 м от кромки проезжей части главной дороги.

При расширении (реконструкции) промышленного предприятия в зоне видимости не разрешается размещать здания и сооружения, приводящие к ухудшению условий обзора.

Радиусы кривых по кромке проезжей части и уширение проезжей части на кривых при въездах в производственные здания следует определять расчетом в зависимости от габаритов расчетного автомобиля.

Пересечения в разных уровнях устраивают в следующих случаях:

- при перевозке горячих грузов (см. также 7.1);
- при пересечении между собой автомобильных дорог категорий I-к и II-к, а также автомобильных дорог категорий I-в и I-к.

В остальных случаях проектирование пересечений в разных уровнях необходимо обосновывать расчетом.

7.6.4 Наименьший радиус кривых, м, при сопряжениях дорог в местах пересечений или примыканий принимают в зависимости от категории дороги, с которой происходит съезд, независимо от угла пересечения и примыкания при съездах с дорог:

25 – категории I-в, II-в;

20 – то же III-в;

15 – » IV-в.

При расчете на регулярное движение автопоездов (более 25 % в составе потока) радиусы кривых на съездах следует увеличивать до 30 м для всех категорий дорог.

При движении автомобилей особо большой грузоподъемности наименьший радиус в местах примыкания и пересечения для всех категорий дорог принимают 30 м.

Пересечения и примыкания межплощадочных автомобильных дорог с автомобильными дорогами общего пользования проектируют согласно требованиям ТКП 509 и настоящих строительных норм. Радиус сопряжения съездов на дороги необщего пользования полевых и лесных дорог следует принимать по ТКП 509.

7.6.5 Пересечения вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог промышленных предприятий между собой и с дорогами общего пользования выполняют в одном уровне под прямым углом или близким к нему.

Слияние или разветвление транспортных потоков разрешается осуществлять под любым углом при условии обеспечения необходимого расстояния видимости. В этом случае регулирование движением предусматривают с помощью технических средств подразделения организации дорожного движения.

7.6.6 Регулирование дорожного движения с помощью светофоров при пересечении автомобильных дорог с дорогами общего пользования предусматривают, если интенсивность движения транспортных средств в течение 8 ч (суммарно) рабочего дня недели по дорогам не менее значений, указанных в таблице 55.

Таблица 55

Количество полос движения в одном направлении для дорог		Интенсивность движения автомобилей, ед/ч, по дороге	
общего пользования	автомобильных	общего пользования в двух направлениях	автомобильной в одном направлении
Одна	Одна	500	30 и менее
		400	50
		350	75
		300	100
Две и более	Одна	650	30 и менее
		550	50
		450	75
		350	100

Примечание – В случае регулярного движения маршрутных транспортных средств по дорогам общего пользования светофорное регулирование необходимо предусматривать при любой интенсивности движения по данным дорогам.

В остальных случаях организацию дорожного движения осуществляют в соответствии с СТБ 1300.

Пересечения автомобильных дорог с железными дорогами общей сети следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 543.

Расстояние, при котором обеспечивается удовлетворительная видимость для водителей транспортных средств по отношению к установленной видимости в зоне переезда в зависимости от установленной скорости движения поездов, следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 543.

7.6.7 Места пересечений автомобильных дорог в одном уровне с путями, на которых имеются грузовые фронты, следует проектировать на расстоянии от погрузочно-разгрузочных фронтов не менее полуторной длины поезда. При эпизодическом движении автотранспорта через переезд разрешается проектировать пересечение на любом расстоянии от грузового фронта.

7.6.8 Пересечения автомобильных дорог с наземными, подземными и воздушными коммуникациями (трубопроводами различного назначения, кабельными и воздушными линиями электропередачи и связи) следует предусматривать в соответствии с нормами проектирования данных коммуникаций.

7.6.9 Все сооружения, проходящие над внутриплощадочными дорогами, следует располагать над поверхностью проезжей части на высоте, превышающей высоту расчетного автомобиля с грузом не менее чем на 1 м, а для контактных проводов – не менее чем на 1,5 м.

При реконструкции промышленных объектов, если максимальная высота транспортного средства с грузом с запасом 1 м не превышает 4,5 м, низ строительных конструкций сооружений или низ трубопроводов разрешается проектировать над поверхностью проезжей части дорог на высоте 4,5 м.

7.6.10 Путепроводы транспортных развязок на автомобильных дорогах всех категорий следует проектировать согласно требованиям СН 3.03.01.

7.6.11 Ширина проезжей части двухполосных автомобильных дорог на пересечении с путями в одном уровне должна быть равна ширине проезжей части на подходе к пересечению; для однополосных автомобильных дорог – не менее 6 м на расстоянии 50 м в обе стороны от переезда и обеспечивать возможность двухполосного движения.

Конструкцию дорожной одежды на расстоянии не менее 20 м от крайнего рельса с каждой стороны пересечения следует проектировать с покрытием капитального или облегченного типа, с укреплением обочин каменным материалом на всю ширину.

7.7 Земляное полотно

7.7.1 Основные элементы земляного полотна проектируют в соответствии с генеральным планом и проектом вертикальной планировки предприятий, СН 3.03.04, ТКП 200 и требованиями настоящего раздела.

7.7.2 Типы грунтов земляного полотна и степень их уплотнения в местах устройства автомобильных дорог должны соответствовать требованиям СН 3.03.04. При этом требования, установленные для категорий автомобильных дорог общего пользования, применяют при проектировании согласно настоящим строительным нормам с учетом расчетной интенсивности движения.

7.7.3 Возвышение поверхности покрытия дороги над уровнем грунтовых или поверхностных вод на участках с необеспеченным стоком проектируют в соответствии с требованиями СН 3.03.04. При невозможности обеспечения требуемого возвышения следует предусматривать:

- устройство дренажей для понижения уровня грунтовых вод или их перехвата;
- замену неустойчивого грунта;
- устройство гидроизолирующих или капилляропрерывающих прослоек толщиной от 150 до 200 мм из гравия, гравелистого песка, щебня или других дренирующих материалов.

В сложных инженерно-геологических, гидрологических, геоморфологических и других природных условиях при проектировании земляного полотна для автомобильных дорог необходимо соблюдать требования, соответствующие проектированию земляного полотна для железных дорог согласно разделу 5 настоящих строительных норм, СН 3.03.04, ТКП 200 и ТКП 45-3.03-163.

7.7.4 Систему поверхностного водоотвода проектируют открытой, закрытой или смешанной в зависимости от типа поперечного профиля проезжей части.

Сечение водоотводных канав или лотков назначают по гидравлическому расчету, при этом ширину кюветов и лотков понижу следует принимать от 0,4 до 0,5 м. Крутизна откосов канав и кюветов должна быть не менее 1:1,5 при устройстве их в песчаных грунтах и не менее 1:2 при устройстве их в глинистых грунтах.

Дно канав и лотков должно иметь продольный уклон не менее 5 ‰ в сторону ближайшего водопрпускного сооружения или пониженного места, при невозможности обеспечения данного уклона – не менее 3 ‰.

Вероятность превышения расчетного расхода воды при проектировании водоотводных сооружений следует принимать по таблице 56.

Таблица 56

Категория дороги	Вероятность превышения расчетного расхода воды, %	
	для кюветов, нагорных канав, водосбросов	для прочих водоотводных канав
I-в, I-к, II-в, II-к	3	6
III-к, III-в, IV-к, IV-в	5	10

Необходимо предусматривать укрепление водоотводных канав от размыва, тип которого определяют в зависимости от скорости течения воды и грунтовых условий.

7.7.5 При проектировании насыпей из грунтов и отходов промышленности необходимо применять мероприятия, обеспечивающее их прочность и устойчивость в течение расчетного срока эксплуатации.

7.8 Дорожные одежды

7.8.1 Дорожные одежды автомобильных дорог следует проектировать в соответствии с требованиями СН 3.03.04, ТКП 45-3.03-244, ТКП 45-3.03-112 и настоящего подраздела.

Дорожные одежды для автомобилей с нагрузкой на ось 130 кН и более проектируют в соответствии с приложением В.

7.8.2 Типы дорожных одежд и область их применения приведены в таблице 57.

Таблица 57

Тип дорожной одежды и область ее применения	Основной вид, материал дорожного покрытия и способ его укладки
Капитальный для дорог категорий I-в, II-в, III-в, I-к, II-к	Цементобетонные монолитные и сборные; железобетонные монолитные и сборные; асфальтобетонные плотные из смесей, укладываемых в горячем и теплом состоянии; вышеперечисленные покрытия, армированные геосинтетическими материалами
Облегченный для дорог категорий III-в, IV-в, II-к, III-к	Асфальтобетонные плотные из смесей, укладываемых в горячем и теплом состоянии; из подобранного щебеночного или гравийного материала, обработанного вязким или жидким битумом в смесительной установке; из фракционированного щебня, обработанного вязким битумом в смесительной установке или методом пропитки с поверхностной обработкой; из щебеночных или гравийных смесей, обработанных жидким битумом по способу смешения на дороге; из крупнообломочных (с размером фракций до 40 мм) и песчаных грунтов, обработанных битумной эмульсией с добавкой цемента в установке с поверхностной обработкой; из вышеперечисленных покрытий, армированных геосинтетическими материалами
Переходный для дорог категорий III-в, IV-в, III-к, IV-к	Из прочного фракционированного щебня, укладываемого по способу заклинки; из подобранного щебеночного и гравийного материала; из шлака требуемой прочности; из местных каменных и гравелисто-песчаных грунтов, обработанных органическими или минеральными вяжущими с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ); из вышеперечисленных покрытий, армированных геосинтетическими материалами
Низший для дорог категорий IV-в, III-к, IV-к и прочих дорог при ограниченном сроке эксплуатации	Из выровненного скального или крупнообломочного грунта; из грунтов, укрепленных или улучшенных местными материалами; из вышеперечисленных покрытий, армированных геосинтетическими материалами
<i>Примечание</i> – Для устройства дорожной одежды разрешается применять и другие материалы (отходы промышленности и т. п.), которые удовлетворяют требованиям санитарных норм и других ТНПА.	

Конструкцию дорожных одежд автомобильных дорог определяют на основании индивидуального расчета в зависимости от общего грузооборота за срок службы дороги, типа расчетного автомобиля, наличия местных строительных материалов, грунтово-геологических и климатических условий.

7.8.3 При выполнении расчетов и проектировании дорожных одежд необходимо руководствоваться расчетными значениями их сроков службы до капитального ремонта, приведенными в таблице 58.

Таблица 58

Тип дорожной одежды	Категория дороги	Срок службы дорожной одежды, лет
Капитальный жесткий	I-к, I-в	20
	II-к, II-в	17
	III-в	15
Капитальный нежесткий	I-к, I-в	15
	II-к, II-в	13
	III-в	12
	II-к	11
	III-в, III-к, IV-в	10
	III-в, III-к, IV-к, IV-в	3

7.8.4 Выбор вида покрытия для конкретных случаев проектирования осуществляют с учетом величины осевой нагрузки автотранспортных средств, грузооборота, срока службы дороги, наличия местных строительных материалов и других факторов.

7.8.5 Цементобетонные монолитные покрытия следует применять на дорогах при эксплуатации по ним автотранспортных средств с осевыми нагрузками от 100 до 800 кН и высоким грузооборотом (категорий I-к, I-в) в случаях:

- строительства дорог на дисперсных грунтах;
- в районах с отсутствием местных каменных материалов, необходимых для устройства покрытий и верхних слоев основания.

Для автомобильных дорог, по которым эксплуатируются транспортные средства с осевыми нагрузками более 800 кН следует применять железобетонные покрытия.

7.8.6 Сборное покрытие из железобетонных плит, а также дорожные одежды, армированные геосинтетическими материалами, рекомендуется использовать в случаях:

- строительства дорог с большим количеством подземных коммуникаций;
- на внутриплощадочных дорогах при слабых грунтах;
- необходимости строительства дорог в короткие сроки при отсутствии местных строительных материалов.

7.8.7 Капитальные и облегченные типы дорожных одежд с применением органических вяжущих следует устраивать на межплощадочных и внутриплощадочных дорогах под осевые нагрузки до 115 кН. При осевых нагрузках более 115 кН указанные дорожные одежды устраивают на крупноблочных грунтах, а на дисперсных грунтах – с применением геосинтетических материалов.

Покрытия переходного и низшего типов устраивают на внутриплощадочных дорогах категории «к».

7.8.8 Участки обочин шириной 0,5 м, прилегающие к проезжей части дорог категорий I-в, II-в, I-к и II-к, следует предусматривать с твердым покрытием, прочность которого должна соответствовать нагрузке расчетного автомобиля. Поверхность остальной части обочин в зависимости от объема грузоперевозок по дороге и состава движения, типа грунта земляного полотна и особенностей климатических условий следует укреплять слоем щебня, гравия, шлака и других местных крупнозернистых материалов, допускающих по своей прочности систематические выезды транспортных средств на обочины без существенных их деформаций. На участках дорог, где по санитарным нормам и правилам не разрешается применение в конструкциях проезжей части материалов, способствующих интенсивному пылеобразованию при движении транспортных средств, для укрепления обочин следует применять материалы, обработанные органическими вяжущими.

Укрепление обочин однополосных дорог категорий II-в и II-к, а также однополосных лесовозных дорог необходимо предусматривать на всю их ширину.

7.9 Внутриплощадочные дороги для малогабаритных моторных тележек, велосипедные дорожки и тротуары

7.9.1 Специальные дороги для движения малогабаритных моторных тележек следует проектировать только на участках, не совпадающих с направлениями внутриплощадочных автомобильных дорог.

7.9.2 Основные параметры дорог для движения малогабаритных моторных тележек (количество полос движения, ширину проезжей части и обочин) следует принимать по таблице 59, при этом для тележек на монолитных шинах следует предусматривать проезжую часть с покрытиями (в составе дорожных одежд капитального типа), имеющими мелкошероховатую поверхность.

Ширину проезжей части двухполосных дорог при установке бортового камня следует увеличивать на 0,5 м. На однополосных дорогах установку бортового камня выполняют только в пределах въездов в цеха.

7.9.3 При регулярном движении малогабаритных моторных тележек по внутриплощадочным производственным дорогам с объемом перевозок более 0,7 млн т нетто/г. проезжую часть этих дорог следует уширять, проектируя специальные дополнительные полосы, или предусматривать движение малогабаритных моторных тележек по специальным дорогам.

7.9.4 Параметры дорог в плане и продольном профиле для малогабаритных тележек следует принимать по таблице 59.

Таблица 59

Параметры дорог	Значение параметров дорог при движении тележек					
	одностороннем			двустороннем		
	при ширине тележек, м					
	до 1,25 включ.	св. 1,25 до 1,7 включ.	св. 1,7 до 2,1 включ.	до 1,25 включ.	св. 1,25 до 1,7 включ.	св. 1,7 до 2,1 включ.
Количество полос движения	1	1	1	2	2	2
Ширина проезжей части, м	2	2,5	3	4; 4,5	5; 5,5	6; 6,5
Ширина обочины, м	1,5	1,5	2	1	1	1
Примечание – Меньшие значения параметров следует применять для аккумуляторных тележек, большие – для автотележек.						

Таблица 60

Параметры дорог в плане и продольном профиле	Значения параметров дорог для малогабаритных моторных тележек	
	аккумуляторных	с двигателями внутреннего сгорания
Наименьший радиус кривой в плане по оси проезжей части, м, при: одной полосе движения двух полосах движения	1,5R, 2R 2R	1,5R, R 2R
Наименьшее расстояние видимости поверхности дороги, м	15	25
Наименьший радиус кривых в продольном профиле (выпуклых, вогнутых), м	100	100
Наибольший продольный уклон, %: при въезде на пандус или в цех на свободных участках	80; 40 40	60; 50 50
Уширение двухполосной проезжей части при наименьших радиусах кривых в плане, м	0,5	0,5
<i>Примечания</i> 1 R – наименьший конструктивный радиус поворота посередине наружной точки моторной тележки. 2 Меньшие значения радиусов кривых в плане и большие значения продольных уклонов характерны для движения, одиночных малогабаритных моторных тележек; большие значения радиусов и меньшие значения продольных уклонов – для движения тягачей с прицепами.		

7.9.5 Велосипедные дорожки на территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий следует проектировать при интенсивности движения 50 и более велосипедов и мопедов в час пик.

Велосипедные дорожки, тротуары и пешеходные дорожки вдоль межплощадочных дорог следует проектировать в соответствии с СН 3.03.04, ГОСТ 33150.

Тротуары на территории промышленных предприятий следует проектировать в соответствии с ТКП 45-3.01-155.

Пересечения пешеходных переходов с автомобильными дорогами следует проектировать в соответствии с ГОСТ 33150.

7.9.6 Пересечения пешеходных переходов с соединительными и подъездными железнодорожными путями следует проектировать в одном уровне в соответствии с ТКП 539.

Пересечение пешеходных переходов с путями в разных уровнях следует предусматривать в случаях:

- пересечения станционных путей;
- перевозок и перемещений по путям горячих грузов;
- маневровой работы на пересекаемых путях;
- отстоя на путях вагонов;
- интенсивности движения более 50 пар поездов в сутки.

7.10 Обустройство дорог

7.10.1 Технические средства организации дорожного движения размещают в соответствии с принятой схемой организации дорожного движения на предприятии. При въезде на территорию крупного предприятия следует устанавливать общие схемы автомобильных дорог с указанием объектов погрузки и выгрузки, а также информационно-указательные знаки маршрутного ориентирования.

Дорожные знаки и их установка должны соответствовать требованиям СТБ 1300 и СТБ 1140.

Освещение проезжей части дорог различных категорий промышленных предприятий следует проектировать исходя из норм средней горизонтальной освещенности в соответствии с требованиями таблицы 61.

Таблица 61

Категория дороги	Средняя горизонтальная освещенность, лк
I-в, I-к	15
II-в, II-к	10
III-в, III-к	8
IV-в, IV-к	8

7.10.2 Разметка проезжей части дорог с усовершенствованным покрытием должна соответствовать СТБ 1231, а ее применение – СТБ 1300.

7.10.3 Проектирование дорожных удерживающих ограждений барьерного и парапетного типов на участках автомобильных дорог, где эксплуатируются автомобили с осевой нагрузкой до 115 кН, осуществляют в соответствии с СТБ 1300.

На участках дорог категорий I-в, II-в, III-в, I-к, II-к и III-к, предназначенных для эксплуатации автомобилей с осевой нагрузкой более 115 кН, расположенных на насыпях высотой 5 м и более, на склонах с крутизной откоса более 1:4 или на расстоянии до 15 м от края проезжей части до путей, оврагов, водных потоков глубиной более 1 м, границ горных выработок, устанавливают удерживающие ограждения капитального типа, конструкцию которых определяют индивидуальным расчетом. На внутриплощадочных дорогах категории «к» в качестве удерживающего и направляющего ограждения разрешается использовать грунтовый вал, высоту которого принимают согласно таблице 62.

Таблица 62

Грузоподъемность автомобиля, т	Высота дорожного удерживающего ограждения, м	Уровень удерживающей способности	Высота грунтового вала, м	
			направляющего	удерживающего
25–36	0,8	У3	0,8	1,6
42–45	1,0	У4	1,0	2,0
50–60	1,1	У5	1,1	2,2

75–100	1,4	У6	1,4	2,8
110–160	1,5	У7	1,5	3,0
180–280	1,8	У8	1,8	3,6
320–500	2,0	У9	2,0	4,0

7.10.4 Высота конструкций удерживающих ограждений на участках автомобильных дорог, где эксплуатируются автомобили с осевой нагрузкой более 115 кН, в зависимости от грузоподъемности автомобилей должна быть не менее значений, приведенных в таблице 62.

7.10.5 На снегозаносимых участках следует предусматривать мероприятия по защите от снежных заносов.

7.10.6 Стационарное электрическое освещение в темное время суток следует предусматривать на всех дорогах, по которым осуществляются перевозки грузов в две или три смены. Освещенность покрытия опасных участков дороги (пунктов погрузки и выгрузки, пересечений с путями или другими дорогами в одном уровне и т. п.) должна быть не ниже 15 лк, в остальных случаях – принимают по таблице 61.

Электрическое освещение автомобильных дорог следует проектировать согласно требованиям СН 3.03.04, ТКП 45-2.04-153 и настоящего раздела.

7.10.7 Опоры светильников наружного освещения следует устанавливать в соответствии с требованиями СН 3.03.04 или ТКП 45-3.03-227 в зависимости от условий проектирования.

7.10.8 Автобусные остановки следует устраивать на автомобильных дорогах с регулярным автобусным движением и оборудовать остановочными и посадочными площадками, автопавильонами для ожидания автобусов, переходно-скоростными полосами, знаками сервиса и другими элементами в соответствии с СН 3.03.04.

7.11 Автотранспортная и автодорожная службы предприятия

7.11.1 В проектах промышленных предприятий при необходимости следует предусматривать автотранспортные и автодорожные службы со строительством соответствующих зданий и сооружений. Проектирование таких зданий и сооружений осуществляют по нормам для предприятий по обслуживанию автомобилей с учетом требований настоящего подраздела.

7.11.2 Необходимость проектирования для предприятия собственной автотранспортной службы определяют требуемым для него парком автотранспортных средств с учетом перспективы его развития, а также целесообразностью использования подвижного состава соседних автохозяйств.

7.11.3 В комплекс зданий и сооружений автодорожной службы включают: административно-бытовой корпус, производственный корпус по ремонту и техническому обслуживанию дорожных машин и автомобилей, стоянки (холодные и теплые) на списочный состав парка машин, цех по ремонту технических средств организации дорожного движения, базу по приготовлению и хранению противогололедных материалов.

7.11.4 В комплекс зданий и сооружений автотранспортной службы включают: административный корпус, гаражи для хранения автомобилей, ремонтные мастерские, открытые стоянки, пункты мойки автомобилей, склады для хранения запчастей.

7.11.5 Обустройство мест хранения производственного инвентаря, стоянки дорожных машин и автомобилей следует предусматривать с учетом природных и производственных условий.

7.11.6 Здания и сооружения автодорожной службы следует проектировать на основании заданий, учитывающих организационную структуру службы ремонта и содержания дорог и в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-241 и СН 3.02.03.

7.11.7 Техническое оснащение и численный состав автодорожной службы определяют из условия обеспечения проектного режима работы предприятия в целом с учетом эффективного использования автомобилей.

7.11.8 Все параметры сооружений автотранспортной и автодорожной служб принимают на 10-летнюю перспективу развития с учетом расчетных объемов перевозок транспортных средств и протяженности автомобильных дорог предприятий.

8 Гидравлический транспорт

8.1 Область применения

8.1.1 Требования настоящего раздела следует соблюдать при проектировании промышленных гидравлических транспортных систем (далее – ПГТС), включая системы безнапорного (самотечного) гидравлического транспорта (далее – гидротранспорт), для перемещения в виде гидросмесей (пульпы) разработанных полезных ископаемых, грунтов вскрыши карьеров, отходов обогащения и переработки рудных и нерудных материалов, золы и шлака тепловых электростанций.

8.1.2 Требования настоящего раздела не распространяются на проектирование сооружений для гидравлической добычи полезных ископаемых, получения и приготовления гидросмеси, складирования транспортируемого материала, а также транспортирования вязких суспензий.

8.1.3 Безнапорный (самотечный) гидротранспорт следует применять при естественном уклоне местности по трассе, обеспечивающем надежное перемещение гидросмеси по лоткам, желобам или трубам. В остальных случаях следует применять самотечно-напорный или напорный гидротранспорт по трубам за счет естественного напора, создаваемого разностью высотных отметок, или искусственного напора, создаваемого насосами.

8.2 Трубопроводы (пульпопроводы)

8.2.1 В зависимости от назначения трубопроводы, по которым перемещается гидросмесь (пульпопроводы), подразделяются на карьерные (расположенные в пределах карьера), магистральные (главные), внутриплощадочные и намывные, предназначенные для перемещения гидросмеси в отвал, хвостохранилище или на карту намыва.

8.2.2 Для профилактического обслуживания и ремонта сооружений и устройств гидротранспорта следует предусматривать вдоль трассы пульпопровода спланированные полосы с подъездами. При технико-экономическом обосновании разрешается проектировать патрульные автодороги в соответствии с разделом 7.

8.2.3 Положение магистральных пульпопроводов в плане в зависимости от местных условий следует назначать по возможности по кратчайшему расстоянию.

8.2.4 Продольный профиль пульпопроводов должен соответствовать рельефу местности и обеспечивать возможность самотечного опорожнения трубопроводов на период их ремонта или в случае аварии в специальные емкости, устраиваемые в пониженных местах. При этом объем аварийных емкостей должен быть не менее объема опорожняемых участков пульпопроводов.

8.2.5 При изменении направления трассы пульпопровода радиус в углах поворота должен быть:

- до 30° – не менее трех диаметров пульпопровода;
- более 30° до 45° – то же пяти диаметров пульпопровода;
- более 45° до 90° – » семи диаметров пульпопровода.

В местах резкого изменения направления трассы пульпопровода, когда стыки труб не могут воспринимать возникающие осевые усилия, следует устанавливать анкерные опоры.

Поворот пульпопроводов, располагаемых на эстакадах под разными углами, следует предусматривать только при наличии анкерных опор.

8.2.6 Расстояние в свету между наружными поверхностями параллельно укладываемых магистральных пульпопроводов следует принимать с учетом возможности сварки стыков, поворота и замены отдельных участков трубопровода, ремонта арматуры, а также в зависимости от материала труб, внутреннего давления и величины смещения труб при самокомпенсации пульпопровода, но не менее: 500 мм – для труб с внутренним диаметром 900 мм и менее; 600 мм – для труб с внутренним диаметром более 900 мм.

8.2.7 Магистральные пульпопроводы следует укладывать по спланированной поверхности земли на поперечные бетонные или деревянные подкладки. Подземный способ прокладки пульпопроводов, прокладка на надземных эстакадах и опорах разрешаются при соответствующем обосновании. При подземной прокладке пульпопроводов глубину заложения труб следует определять в соответствии с СН 4.01.01.

На заболоченных территориях пульпопроводы следует укладывать на лежневые или свайные опоры, а при обосновании – на специально возводимую насыпь.

Во всех случаях необходимо обеспечивать возможность работы кранов, трубоукладчиков и другого вспомогательного оборудования для проведения монтажных и ремонтных работ.

8.2.8 Подъем пульпопроводов на сооружения, где это требуется по условиям производства, следует предусматривать под углом не более 30°.

8.3 Расчетные параметры

К расчетным параметрам гидротранспорта относят: удельные потери напора в пульпопроводе, скорость транспортирования, диаметр труб, удельный износ трубы в пульпопроводе и плотность гидросмеси.

Расчеты параметров гидротранспорта следует производить с учетом физико-механических свойств транспортируемого материала.

8.4 Пересечения

8.4.1 Пересечение пульпопроводов с железными и автомобильными дорогами следует предусматривать под углом не менее 45°.

8.4.2 Переходы пульпопроводов под железными и автомобильными дорогами и городскими магистралями следует проектировать преимущественно в местах прохождения дорог по насыпям или в местах с нулевыми отметками. При этом пульпопроводы в местах перехода следует прокладывать в кожухах или тоннелях, внутренний диаметр которых должен быть на 200 мм более наружного диаметра пульпопровода. Концы кожуха должны выступать за очертание насыпи не менее чем на 3 м.

8.4.3 При пересечении с оврагами следует предусматривать укладку пульпопроводов по отдельно стоящим опорам с пролетом, определяемым в соответствии с несущей способностью труб (с учетом их гидроабразивного износа) по таблице 63.

Таблица 63

Условный проход трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Расстояние между опорами, м
100	4,5	3
150	5,0	7
200	8,0	9
250	8,0	11
300	8,0	12
400	9,0	14
500	9,0	14
600	9,0	15

700	9,0	15
800	9,0	16
900	9,0	18
1000	10,0	20

8.4.4 Расстояние по вертикали от подошвы рельса пути, от верха покрытия автомобильных дорог и улиц до верха трубы или кожуха подземного пульпопровода в зависимости от способа производства работ следует принимать, м, не менее:

1,0 – при открытом способе;

1,5 – при закрытом способе (методами продавливания, горизонтального бурения или проходки).

При надземном переходе расстояние по вертикали от низа конструкции следует принимать:

– до головки рельса пути – в соответствии с ГОСТ 9238;

– до верха покрытия автомобильных дорог и улиц – не менее 5 м, а при высоте обращающихся автомобилей более 4 м – не менее высоты автомобиля плюс 1 м;

– до поверхности земли на незастроенной территории – не менее 2,5 м.

При пересечении с воздушными ЛЭП высокого напряжения целесообразно руководствоваться [8].

8.4.5 Для переходов пульпопроводов через реки следует использовать существующие мосты.

При отсутствии мостов для перехода следует предусматривать: на несудоходных участках рек – пульпопроводы, уложенные на понтоны или эстакады; на судоходных и сплавных участках – дюкеры, количество которых должно быть не менее двух на каждую рабочую нитку пульпопровода. При этом их необходимо сооружать из стальных труб с усиленной антикоррозионной изоляцией, защищенной от механических повреждений.

Стыковые соединения труб следует усиливать лепестковыми муфтами.

Проект дюкера через судоходные реки необходимо осуществлять с учетом мнения органов, в ведении которых находятся водные пути.

При укладке пульпопроводов следует учитывать ледовый режим водного потока.

8.4.6 Скорость движения гидросмеси в дюкере должна быть на 10 % выше, чем на остальных участках пульпопровода.

8.4.7 При укладке подводной части дюкера расстояние от дна реки до верха трубы должно быть не менее 0,5 м, а в пределах фарватера на судоходных реках – не менее 1 м, при этом следует учитывать возможность размыва и переформирования дна реки.

8.4.8 Створ дюкера должен быть перпендикулярным оси водного потока. Расстояние между внутренними поверхностями в свету должно быть не менее 1,5 м. Проект дюкера должен предусматривать мероприятия, предотвращающие произвольное его всплытие (пригрузку бетонными монолитами или свайную анкеровку).

8.4.9 При пересечении надземных пульпопроводов с воздушными ЛЭП и связи следует принимать меры, препятствующие попаданию гидросмеси на провода в случае разрыва трубопровода (устройство защитных козырьков, применение труб повышенной прочности).

При пересечении с ЛЭП напряжением более 35 кВ трубы следует укладывать в защитных кожухах, расстояние между концами которых и крайними проводами в плане должно быть не менее 10 м с каждой стороны.

8.5 Перекачивающие станции

8.5.1 Перекачивающие станции в зависимости от условий эксплуатации проектируют стационарными или передвижными. Они должны обеспечивать бесперебойную подачу расчетного количества гидросмеси в принятом режиме работы системы гидротранспорта.

8.5.2 По месту расположения на трассе пульпопровода перекачивающие станции подразделяются на головные (первого подъема) и последующих подъемов.

Для головных станций и станций последующих подъемов, работающих с разрывом потока гидросмеси, следует предусматривать приемные емкости. В целях обеспечения бесперебойной работы приемная емкость должна соответствовать не менее чем 2–3-минутному суммарному расходу гидросмеси рабочих грунтовых насосов или углесосов.

8.5.3 При проектировании перекачивающих станций с приемными емкостями следует соблюдать следующие условия:

- аварийный водослив должен обеспечивать сброс всего расхода грунтового насоса при глубине переливающегося слоя не более 300 мм;
- уклон отводящих лотков аварийного слива должен быть не менее 3 ‰;
- в стационарных условиях следует устанавливать насосы «под залив». Ось грунтового насоса должна быть расположена ниже уровня рабочего горизонта в емкости не менее чем на 1 м; узел всасывания насоса – на глубине, исключающей подсос воздуха;
- количество приемных емкостей (или их отсеков) должно соответствовать количеству технологических насосных агрегатов.

8.5.4 Двухступенчатая работа грунтовых насосов должна быть предварительно согласована с заводом – изготовителем насосов.

Количество грунтовых насосов, находящихся в резерве или ремонте, следует определять по проекту в зависимости от требуемого уровня и надежности насосных агрегатов.

8.5.5 При проектировании перекачивающих станций следует предусматривать:

- подачу чистой воды для собственных нужд (гидроуплотнение грунтовых насосов и охлаждение подшипников), при этом количество и качество потребной воды и необходимый напор определяют в соответствии с техническими условиями заводов – изготовителей насосов;
- монтажные площадки для производства ремонтных работ и переходы для обслуживающего персонала – в соответствии с требованиями техники безопасности;
- подъемно-транспортные средства грузоподъемностью не менее веса наиболее тяжелой составной части установленного оборудования;
- оборудование и инструмент для текущего ремонта;
- помещения для бытовых нужд – в соответствии с санитарными нормами и правилами;
- дренажные насосы;
- аварийный сброс.

8.5.6 Стационарные перекачивающие станции следует проектировать закрытыми, а при обосновании с учетом производственных (сезонного режима работы, непродолжительного срока действия) и климатических условий – открытыми.

8.5.7 В перекачивающих станциях ширина проходов между выступающими частями насосов должна быть не менее 1,0 м; при установке насосов шириной до 0,6 м и высотой до 0,5 м ширину проходов разрешается уменьшать до 0,7 м.

8.5.8 В перекачивающих станциях необходимо предусматривать возможность промывки всасывающих и напорных трубопроводов.

8.6 Обратное водоснабжение

8.6.1 В определенных случаях ПГТС включают трубопроводы обратного водоснабжения или возврата осветленной воды. Восполнение потерь от испарения и утечек при этом осуществляется из внешних источников.

Пригодность сбросных вод для повторного использования необходимо подтверждать лабораторными исследованиями.

Прямоточную систему водоснабжения гидротранспорта применяют в исключительных случаях при технико-экономическом обосновании.

Оборотное водоснабжение ПГТС следует осуществлять по трубопроводу, укладываемому в одну линию.

8.6.2 Расчетную подачу воды из источника водоснабжения ПГТС для восполнения ее потерь принимают равной 10 % от необходимого расхода воды.

8.7 Строительные конструкции

8.7.1 Для низконапорных пульпопроводов с рабочим давлением до 1 МПа материал труб следует выбирать на основе технико-экономического расчета.

Лотки и желоба для безнапорного гидротранспорта следует применять неметаллические. При необходимости их следует защищать износоустойчивыми элементами (из каменного литья, чугуна и т. д.).

8.7.2 Толщину стенок труб необходимо рассчитывать на воздействие давления от транспортируемой массы, временных нагрузок и от гидравлического удара.

При использовании полиэтиленовых труб также следует учитывать снижение механических характеристик материала за счет его старения.

Нагрузки и воздействия и соответствующие им коэффициенты надежности (частные коэффициенты безопасности) по нагрузкам целесообразно принимать по [11].

8.7.3 Для увеличения сроков службы пульпопроводов следует предусматривать возможность их поворота вокруг оси на 90°–120° в процессе эксплуатации.

8.7.4 Для стыковки стальных труб магистральных участков пульпопроводов следует предусматривать сварные соединения, для карьерных участков – фланцевые соединения, намывных участков – быстроразъемные соединения. При подключении фасонных частей и арматуры следует применять фланцевые соединения.

Для удобства поворота вокруг оси сварные магистральные пульпопроводы следует разбивать на плети, соединяемые между собой фланцами.

8.7.5 Наружные поверхности пульпопроводов следует защищать от атмосферной коррозии путем нанесения битумных покрытий по ГОСТ 9812 или лакокрасочных покрытий в соответствии с ТКП 45-2.01-111.

8.7.6 Пульпопроводы и другие сооружения гидротранспорта должны быть защищены от коррозии, вызываемой блуждающими токами, в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602.

8.7.7 Для магистральных участков пульпопроводов, имеющих большое количество поворотов и арматуры, или при транспортировании гидросмеси высокой концентрации в верхней части трубы следует предусматривать устройства (специальные отверстия, закрываемые заглушками) для промывки пульпопроводов.

8.7.8 В повышенных точках перелома продольного профиля пульпопровода следует устанавливать вантузы для впуска и выпуска воздуха. Диаметр соединительных патрубков вантузов следует принимать, мм:

240	– для трубопроводов диаметром, мм	800;
200	– то же	600;
150	– »	400, 500;
100	– »	300.

8.7.9 Температурные компенсаторы устанавливают на прямолинейных участках пульпопровода в следующих случаях:

- при отсутствии самокомпенсирующей способности пульпопровода;
- при возможности просадки грунтов основания.

Расстояние между компенсаторами и неподвижными опорами следует определять расчетом.

8.7.10 Для обеспечения безаварийной и надежной работы напорного гидротранспорта следует предусматривать необходимые средства борьбы с гидравлическими ударами, которые определяют в зависимости от схемы пульпопровода, его гидравлических параметров и продольного профиля.

В качестве мер защиты от гидравлических ударов, вызываемых резким повышением внутреннего давления в пульпопроводе, следует применять:

- гасители с упругими рабочими органами, заполненными воздухом;
- пружинные предохранительные клапаны;
- заглушки, разрушающиеся при повышении давления сверх допустимого предела.

Герметичные воздушно-гидравлические колонны в качестве гасителей следует устанавливать в местах возможного гидравлического удара – за обратным клапаном по ходу движения гидросмеси, за грунтовым насосом.

8.7.11 Необходимость применения теплоизоляции пульпопроводов следует определять теплотехническими расчетами.

При применении кольцевой теплоизоляции для ее защиты следует применять штукатурку по проволочной сетке, рулонные изоляционные материалы.

Применять рубероид, мешковину и другие ткани с масляной окраской не разрешается.

8.8 Энергоснабжение, управление, автоматизация, связь

8.8.1 Категория надежности токоприемников системы гидротранспорта должна соответствовать категории надежности электроснабжения предприятия.

Мероприятия по обеспечению безопасности и защите электрооборудования и ЛЭП целесообразно разрабатывать по [8]. Системы гидротранспорта следует оснащать необходимой контрольно-измерительной аппаратурой (расходомерами, манометрами, датчиками уровня, амперметрами и т. д.).

8.8.2 Для системы гидротранспорта следует предусматривать централизованное управление и контроль за отдельными установками и системой в целом (диспетчерское управление).

8.8.3 Основные сооружения системы гидротранспорта необходимо обеспечивать связью (телефонной и др.). Вид связи определяют согласно проектной документации.

Телемеханизацию оборудования и сооружений гидротранспорта следует предусматривать в тех случаях, когда необходима координация работы ряда сооружений (при многоступенчатой работе системы). Объем телемеханизации должен быть обоснован проектной документацией.

8.8.4 Насосные станции производственного водоснабжения следует проектировать с автоматическим управлением. При обосновании следует предусматривать наличие постоянного обслуживающего персонала на насосных станциях.

8.8.5 Для всех насосных агрегатов системы гидротранспорта следует предусматривать автоматическое включение резерва (далее – АВР) и предупредительную сигнализацию.

9 Канатный подвесной транспорт

9.1 Основные положения

9.1.1 При проектировании новых и реконструкции эксплуатируемых грузовых подвесных одно- и двухканатных дорог (далее – ГПКД) с кольцевым и маятниковым движением вагонеток, предназначенных для транспортирования насыпных и штучных грузов, следует соблюдать требования настоящих строительных норм.

9.1.2 Ширину колеи для ГПКД с кольцевым движением вагонеток (расстояние между несущими или несуще-тяговыми канатами) следует назначать в зависимости от габаритов кузова вагонетки и величины пролета между опорами, а также исходя из допустимого зазора (не менее 0,5 м) между встречными вагонетками с учетом их поперечного качания при скорости ветра 20 м/с.

9.1.3 Производительность и режим работы ГПКД необходимо определять потребностями обслуживаемого производства. При определении часовой

производительности дороги следует учитывать необходимость пополнения аварийных и других складов, а также неравномерность подачи и приема материалов в течение смены.

9.1.4 Скорость движения вагонеток на линии следует принимать: для дорог с кольцевым движением вагонеток – не более 5 м/с, для дорог с маятниковым движением вагонеток – не более 12,5 м/с.

Выбор скорости движения вагонеток необходимо определять исходя из расчетной часовой производительности дороги и принятой грузоподъемности вагонеток.

Номинальные рабочие скорости движения вагонеток, м/с, с допуском $\pm 10\%$ следует принимать для дорог:

– с кольцевым движением – 0,8; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 2,8; 3,15; 3,6; 4,0; 5,0;

– с маятниковым движением – 6,3; 8,0; 10,0; 12,5.

Скорость движения вагонеток не должна превышать, м/с:

1,60 (груженых) и 2,0 (порожних) – если на дороге предусмотрен автоматический обвод кривых с помощью горизонтальных обводных шкивов;

3,15 – если на дороге предусмотрен автоматический обвод кривых с помощью горизонтальных роликовых батарей;

3,50 – если на несущих канатах предусмотрены линейные муфты или предохранительные бандажи.

9.2 Трасса грузовых подвесных канатных дорог

9.2.1 Трассу ГПКД следует прокладывать по кратчайшему расстоянию между погрузочной и разгрузочной станциями с минимальным количеством углов поворота. При выборе трассы следует учитывать возможность использования существующих автомобильных дорог.

9.2.2 Расстояние по вертикали от низшей точки вагонетки с учетом килевого качания, а также каната или предохранительного устройства следует принимать:

– над головкой рельса железной дороги – в соответствии с ГОСТ 9238;

– над верхом покрытия автомобильных дорог и улиц – не менее 5 м, а при высоте обращающихся автомобилей более 4 м – не менее высоты автомобиля плюс 1 м;

– над судоходными водоемами и реками – в соответствии с ГОСТ 26775, над наивысшим горизонтом воды несудоходных водоемов и рек – не менее 2 м;

– над территориями поселков, промышленных предприятий, строительных площадок, поверхностью возделываемых полей – не менее 5 м;

– над зданиями и сооружениями – не менее 2 м;

– над незастроенными территориями – не менее 2,5 м.

Разрешается принимать меньшие расстояния до уровня земли, но не менее 0,3 м, при условии ограждения данных участков.

При пересечении с воздушными ЛЭП высокого напряжения целесообразно руководствоваться [8].

При определении нижних габаритов ГПКД следует исходить из условия прохода вагонетки с опрокинутым кузовом с учетом килевого качания, максимального провеса несущих или тяговых канатов; для предохранительных сетей следует исходить из условия максимального их провеса при падении вагонетки или груза.

9.2.3 Свободное боковое пространство между вагонеткой с учетом поперечного качания каната и вагонеток и сооружениями или естественными препятствиями на трассе ГПКД должно быть не менее 1 м, а в местах, где возможен проход людей, – не менее 2 м. При этом тангенс угла отклонения от вертикали оси вагонетки должен быть не более 0,20.

9.2.4 Устройство на трассе ГПКД линейных опор, натяжных и якорных станций следует производить с учетом:

– соблюдения габаритов;

– соблюдения углов перегиба несущих канатов на опорах, обеспечивающих надежное прилегание каната к башмакам опор;

– обеспечения равномерного распределения нагрузок на опоры от несущих канатов;

– равномерности загрузки, обеспечиваемой одновременным подходом к опорам, не более 25 % от общего числа вагонеток, находящихся на линии.

9.2.5 Предельный угол наклона несущего каната к горизонту для дорог с кольцевым движением вагонеток не должен превышать допустимого для зажимного аппарата вагонетки. При маятниковом движении предельный угол наклона определяют конструкцией подвижного состава из условия исключения касания несущего каната кузовом вагонетки при ее продольном качании.

9.2.6 На выпуклом участке продольного профиля необходимо обеспечивать плавный переход посредством сближения опор, установки жесткого перехода или сооружения линейной станции.

На вогнутом участке продольного профиля башмаки опор следует располагать по кривой провеса несущего каната между крайними точками участка с расчетной стрелой провеса.

9.2.7 Длину натяжного участка несущих канатов следует принимать из условия, чтобы увеличение или уменьшение натяжения любого из несущих канатов от трения на шкивах и башмаках не превышало 30 % веса противовеса.

9.3 Расчетные параметры

Расчетными параметрами ГПКД являются:

- суточная и часовая производительность;
- интервал времени между последовательным выходом вагонеток на линию;
- расстояние между вагонетками на линии;
- общее количество вагонеток ГПКД;
- мощность электродвигателя привода.

9.4 Сооружения грузовых подвесных канатных дорог

9.4.1 В состав ГПКД входят следующие основные сооружения: станции, линейные опоры и жесткие переходы, предохранительные устройства (сети и мосты), эстакады и галереи для жестко подвешенных путей.

9.4.2 Станции или части, не требующие постоянного присутствия обслуживающего персонала, разрешается проектировать открытыми (без стен и кровли), предусматривая при необходимости местное покрытие над оборудованием.

9.4.3 На станциях и других сооружениях, защищенных от ветра, габариты приближения строений на прямых участках следует определять с учетом поперечного качания вагонетки при опрокинутом кузове, на закруглениях – кроме того, с учетом отклонения под действием центробежной силы, при этом тангенс угла отклонения должен быть не менее 0,08.

На станциях, не защищенных от ветра, габариты приближения строений следует определять в соответствии с 9.2.2.

9.4.4 На станциях и других сооружениях ГПКД зазоры между габаритом вагонетки (с учетом поперечного и продольного качания и полного круга вращения кузова) и строительными конструкциями должны быть, м, не менее:

- 0,1 – до пола станции или верха груза, лежащего на решетке над бункером;
- 0,2 – до выступающих частей колонн;
- 0,3 – до настила предохранительного моста;
- 0,5 – до предохранительной сети;
- 0,6 – до стен в местах возможного нахождения людей.

9.4.5 На опорах следует предусматривать предохранительные дуги, обеспечивающие попадание тягового каната на поддерживающие ролики. Максимальный угол наклона несущих канатов в прилегающем к станции пролете не должен превышать величины, исключающей возможность задевания тяговым канатом отклоняющих башмаков, установленных на входных фермах станции, при любом положении вагонеток в пролете.

9.4.6 Полы на станциях следует предусматривать горизонтальными или с уклонами. Полы с уклонами более 10 % в местах прохода людей следует проектировать ребристыми или ступенчатыми. На всех станциях, кроме линейных, при необходимости следует предусматривать помещения для обогрева и санитарные узлы в соответствии с СН 3.02.02.

9.4.7 При транспортировании по ГПКД грузов, подверженных смерзанию, помещения погрузочных и узловых станций, в которых располагаются погрузочные бункеры, необходимо проектировать отопливаемыми и с тепловыми завесами на входных участках.

9.4.8 В помещениях станций, где при погрузке и выгрузке грузов образуется пыль, следует предусматривать вентиляцию и аспирацию или местный отсос, а также устройства для пылеподавления.

9.4.9 Помещение для приводов следует располагать внутри станции или рядом с ней и оборудовать их грузоподъемным устройством для обслуживания приводов, а также воротами или монтажными проемами для пропуска наибольшего узла привода.

9.4.10 На станциях необходимо предусматривать механизацию загрузки и разгрузки вагонеток, передвижения вагонеток по станционным путям, возвращения кузова в первоначальное положение после разгрузки, а также устройство для автоматического выпуска вагонетки на линию.

На отдельных участках рельсовых путей разрешается перемещение вагонеток самокатом по уклону.

9.4.11 На станциях, где вагонетки отключаются от тягового каната, следует предусматривать тупиковые рельсовые пути для отвода неисправных вагонеток. Кроме того, на одной из станций ГПКД необходимо устраивать тупиковые пути для размещения вагонеток с одного натяжного участка несущего каната.

9.4.12 В конструкциях станций и опор следует предусматривать приспособления (монтажные стрелы, скобы и др.) для использования при подъеме канатов и оборудования во время монтажа и ремонтных работ.

На станциях, где установлены противовесы, следует предусматривать приспособления для их подъема.

9.4.13 На всех станциях, кроме линейных, следует предусматривать электрические лебедки для периодической замены канатов и ввода на станцию вагонеток, не подключенных к тяговому канату или остановившихся в выключателе.

На рельсовых путях галерей и станций с наклоном к горизонту более 10 % следует устанавливать ловители, препятствующие обратному ходу вагонеток при их движении на подъем.

9.4.14 Движущиеся части оборудования (за исключением вагонеток), а также канаты на станциях и в машинном отделении, находящиеся на высоте менее 2,5 м от пола, следует ограждать.

Для обслуживания оборудования, расположенного на высоте более 2 м, необходимо предусматривать площадки (стационарные или передвижные) с ограждением высотой не менее 1 м и сплошной зашивкой понизу на высоту не менее 0,1 м.

9.4.15 Для обслуживания станций и линейных сооружений ГПКД следует предусматривать строительство патрульных дорог.

9.5 Предохранительные устройства

9.5.1 При пересечении грузовых подвесных канатных дорог с железными и автомобильными дорогами, линиями электропередачи, судоходными реками и каналами, застроенными территориями предприятий, административно-техническими зданиями, строительными площадками, населенными пунктами следует проектировать предохранительные устройства в виде сетей или мостов, а также щиты с предупредительными надписями.

Предохранительные устройства следует рассчитывать на удержание падающей груженой вагонетки и исключение возможности просыпания транспортируемого груза.

Следует предусматривать периодическую очистку предохранительных устройств от накапливающейся просыпи с обеспечением соответствующих мер безопасности в зоне производства работ.

9.5.2 Ширина предохранительных сетей должна обеспечивать перекрытие предохраняемого пространства на 2 м в каждую сторону от оси несущего каната (для пролетов более 250 м – от габарита качающейся вагонетки при расчетной ветровой нагрузке). Высота бортов сетей должна быть не менее 1,2 м.

Длину предохранительных сетей следует принимать исходя из необходимости перекрытия всего предохраняемого пространства с учетом траектории падения вагонетки или груза.

Ширина предохранительных мостов должна обеспечивать перекрытие пространства на 1,25 м в каждую сторону от оси несущего каната. Высота бортов мостов должна быть не менее 1,8 м.

9.5.3 Провесы сетевых канатов с учетом статической нагрузки и нагрузки от упавшей вагонетки должны быть в пределах, допускаемых габаритами приближения строений для перекрываемых сетями сооружений.

9.6 Строительные конструкции

9.6.1 Конструкции опор, станций и других сооружений ГПКД следует рассчитывать с учетом возможных неблагоприятных сочетаний – основных, дополнительных и особых нагрузок и воздействий, которые могут возникнуть при строительстве и эксплуатации объектов.

При расчете с учетом дополнительных или особых сочетаний нагрузок их расчетные значения следует умножать на коэффициенты:

0,9 – при учете дополнительных сочетаний;

0,8 – при учете особых сочетаний.

Основные сочетания состоят из нагрузок: постоянных; временных, длительно действующих (от веса оборудования, силы натяжения канатов, силы сопротивления движению несущих канатов по башмакам); одной из кратковременно действующих (от веса подвижного состава, динамической горизонтальной нагрузки при проходе вагонеток, снеговой нагрузки или от гололеда, веса людей, ветровой, температурной).

Дополнительные сочетания состоят из нагрузок: постоянных; временных, длительно действующих; всех кратковременно действующих.

Особые сочетания состоят из нагрузок: постоянных, временных, длительно действующих; одной или двух кратковременно действующих; одной из особых нагрузок (монтажной, аварийной, сейсмической).

К монтажным относят нагрузки:

– возникающие в процессе монтажа конструкции при отсутствии одного (двух) несущих канатов или при замене канатов в процессе эксплуатации;

– действующие на конструкции при их монтаже и от элементов оборудования при их установке, если эти усилия отличаются от усилий при обычной работе, а также нагрузки от различных монтажных приспособлений.

К аварийным относят нагрузки, возникающие при обрыве одного из несущих или тягового каната при сохранении расчетного натяжения в других канатах, а также ударную нагрузку при падении вагонетки. Обрыв сетевых канатов при расчете на аварийную нагрузку не учитывают.

9.6.2 Нормативные нагрузки от натяжения несущих, тяговых и сетевых канатов следует принимать равными их натяжению.

При расчете сооружений следует учитывать наиболее невыгодные комбинации максимальных и минимальных натяжений канатов, которые могут возникнуть при рассматриваемом сочетании нагрузок.

9.6.3 На участке станции, где вагонетки отключены от тягового каната, нормативную нагрузку от веса вагонеток следует принимать из условия расположения вагонеток

вплотную одна к другой. На участках станций, где вагонетки не отключены от тягового каната, расстояния между вагонетками необходимо принимать исходя из расчетного интервала, принимая условие, что в одном из пунктов две вагонетки расположены вплотную одна к другой.

9.6.4 При определении ветровой нагрузки на канаты и предохранительные сети следует применять коэффициент неравномерности скорости ветра по длине пролета, равный 0,85. При расчете опор следует принимать наиболее невыгодное для конструкции направление ветра.

При определении ветровой нагрузки на защитные сети ее необходимо принимать горизонтальной, действующей на два борта сети. Коэффициент сплошности при двойной сети следует принимать равным 0,3, при одинарной сети – 0,15.

При совместном действии ветра и снега или при гололеде нормативную ветровую нагрузку принимают равной 0,1 кПа; нагрузку на защитные сети от гололеда при одинарной сети – 0,15 кПа, при двойной сети – 0,3 кПа.

9.6.5 Нормативную нагрузку от веса людей, кПа, принимают равной:

2 – при расчете элементов конструкций, непосредственно воспринимающих вес людей;

1 – при расчете основных несущих конструкций сооружений.

9.6.6 Элементы конструкций, непосредственно воспринимающие нагрузку от тягового каната, вагонеток и другого оборудования, следует рассчитывать с коэффициентами динамичности, приведенными в таблице 64.

Таблица 64

Нагрузка	Коэффициент динамичности для элементов конструкции		
	из стали	из бетона	из дерева
Натяжение тягового каната	1,2 (1,5)	1,3 (1,6)	1,1 (1,4)
Вес привода	1,3	1,4	1,2
Вес движущейся вагонетки	1,1	1,1	1,0
<i>Примечание</i> – Значения, указанные в скобках, применяют при расчетах конструкций, для которых нагрузка от тягового каната является основной.			

9.6.7 При расчете станций и других сооружений на прочность и устойчивость следует принимать следующие коэффициенты надежности по нагрузке:

1,0 – от динамической горизонтальной нагрузки сопротивления при проходе вагонетки через опору;

1,1 – от веса оборудования;

1,2 – от натяжения несущих канатов (при расчете конструкций с консольной нагрузкой от несущих канатов для порожнякового каната коэффициент надежности по нагрузкам следует принимать равным 1,0 при минимальном натяжении каната), сетевых и расчалочных канатов, от веса вагонеток, включая вес груза в кузове вагонетки;

1,3 – от трения каната по башмаку;

1,4 – от натяжения тягового каната, от веса людей.

9.6.8 При расчете фундаментов (без отпора грунта) коэффициенты устойчивости следует принимать равными: 1,1 – на сдвиг; 1,3 – на опрокидывание, вырывание.

9.7 Энергетическое хозяйство. Автоматизация. Связь

9.7.1 Главный электропривод ГПКД следует проектировать с учетом следующих основных требований:

– пуск канатной дороги в работу должен осуществляться с пульта управления;

– остановка канатной дороги должна быть предусмотрена как с пульта управления, так и от кнопок «Стоп», установленных на каждой станции, и от аварийных выключателей;

– если для канатной дороги предусмотрено несколько приводных участков, их главные приводы в режиме дистанционного управления должны быть заблокированы.

9.7.2 Вспомогательный электропривод ГПКД следует проектировать с учетом следующих основных требований:

- пуск и остановка канатной дороги должны осуществляться с пульта управления;
- остановку канатной дороги следует осуществлять отключением электродвигателя с одновременным наложением тормоза.

9.7.3 Приводы должны обеспечивать возможность работы канатной дороги с ревизионной скоростью не более 1 м/с.

9.7.4 Приводы для ГПКД с силовым режимом работы должны иметь рабочие тормоза, а с тормозным режимом работы – кроме того, предохранительные тормоза на валу или на ободу приводного шкива. При отключении электроэнергии должны автоматически срабатывать рабочий и предохранительный тормоза.

Срабатывание рабочего и предохранительного тормозов должно быть разномоментным во избежание создания аварийных ситуаций на ГПКД.

9.7.5 На приводе маятниковых ГПКД следует предусматривать системы регулирования и контроля скорости вагонеток в заданных пределах с учетом снижения скорости до 0,5 м/с при подходе к станции и до 5 м/с – при переходе через линейные опоры.

9.7.6 Электрические лебедки для перемонтажа канатов должны иметь местное управление.

9.7.7 ГПКД необходимо оборудовать предупредительной и аварийной сигнализацией. Аварийная сигнализация должна показывать, на каком участке произошло нарушение режима работы ГПКД.

9.7.8 Между станциями, а также между пультом управления и станциями следует предусматривать телефонную связь, а на постоянно обслуживаемых станциях – также и громкоговорящую связь. Для получения информации с трассы и станций на ГПКД следует устанавливать телевизионную систему с мониторами на пульте управления канатной дорогой.

9.8 Ремонтное хозяйство

На одной из станций ГПКД следует предусматривать мастерскую для текущего ремонта вагонеток и другого оборудования, а также пункт механизированной очистки вагонеток от налипшего груза. В этих помещениях необходимо предусматривать грузоподъемные механизмы, а также подвесные рельсовые пути (проходные или тупиковые) для перемещения вагонеток, соединенные с рельсовыми путями станции.

10 Конвейерный транспорт

10.1 Основные положения

10.1.1 При проектировании конвейерного транспорта общего назначения для транспортирования сыпучих неопасных грузов, с насыпной плотностью до 3,15 т/м³, а также тарно-штучных грузов, состоящего из стационарных ленточных конвейеров общего назначения (конвейерные линии) и необходимых сооружений и устройств (галерей, эстакад, погрузочных, разгрузочных и перегрузочных узлов) следует соблюдать требования настоящих строительных норм.

Примечание – Настоящие строительные нормы не распространяются на конвейерный транспорт специального назначения, для подземных горных и шахтных выработок, для перевозки людей, судовых конвейерных перегружателей.

10.1.2 Тип конвейерного транспорта определяется проектной организацией в зависимости от технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей производства с учетом современных требований по:

- энергосбережению;

- повышению безопасности работы конвейерного транспорта;
- улучшению охраны окружающей среды;
- автоматизации системы управления технологическим процессом конвейерного транспорта (поточных линий);
- улучшению условий труда.

10.1.3 Основные параметры и размеры ленточных конвейеров следует принимать в соответствии с ГОСТ 22644, а также по руководящему каталогу заводов-изготовителей конвейерного оборудования.

10.1.4 Конвейерный транспорт на предприятиях горнодобывающей и перерабатывающей промышленности следует проектировать в соответствии с требованиями ТНПА, регламентирующих безопасность работ на данных предприятиях.

10.2 Трасса конвейера (конвейерной линии)

10.2.1 Трассу конвейера (конвейерной линии) следует предусматривать на основе технико-экономического сравнения наиболее конкурентоспособных вариантов. При этом во всех случаях следует рассматривать возможность и технико-экономическую целесообразность прокладки трассы по кратчайшему расстоянию и с наименьшим количеством ее перегибов.

10.2.2 При проектировании конвейерной линии следует предусматривать минимальное количество перегрузочных узлов. Конвейерные линии следует проектировать без резервных конвейеров. Резервную нитку предусматривают при обосновании.

10.2.3 При транспортировании сыпучих грузов на подъем при использовании ленточных конвейеров их наибольшие углы наклона следует принимать согласно приложению Д.

При транспортировании тарно-штучных грузов на подъем наибольший допустимый угол наклона ленточного конвейера следует принимать по таблице 65.

Таблица 65

Вид упаковки	Наибольший допустимый угол наклона ленточного конвейера на подъем, ...°
Картонные коробки	15
Бумажные мешки	17
Льняные и джутовые мешки	20
Деревянные ящики	16
Металлические ящики	12

10.2.4 Допустимые углы наклона ленточных конвейеров при транспортировании грузов на спуск следует принимать на 6°–8° меньше относительно значений согласно приложению Д. При этом во всех случаях они должны быть не более 12°.

10.2.5 Полоса отвода земли для наземной конвейерной линии должна быть очищена от растительности, спланирована и, при необходимости, укатана с обеспечением отвода поверхностных вод от конвейеров.

10.2.6 Вдоль внеплощадочных конвейерных линий следует предусматривать строительство патрульных автомобильных дорог с подъездами к погрузочным, перегрузочным и разгрузочным узлам в соответствии с требованиями раздела 7.

10.2.7 Устройство наземных внеплощадочных конвейерных линий, пересекающих пути организованного движения сельскохозяйственных животных или сезонной миграции диких животных, необходимо предусматривать в техническом задании на проектирование с учетом установки дополнительных сооружений и обустройств для безопасного перемещения животных по этим путям.

10.2.8 Ширину полосы отвода земли под внеплощадочный конвейер (конвейерную линию) при необходимости следует назначать с учетом ширины земляного полотна

для конвейера, патрульной автодороги, ЛЭП, водоотводной канавы, предназначенных для технологического обустройства конвейерной линии.

10.2.9 Защиту открытой наземной внеплощадочной конвейерной линии от снежных заносов следует предусматривать вдоль всех снегозащитных участков. К снегозаносимым участкам следует относить: выемки любой глубины, нулевые места, насыпи высотой над уровнем расчетной толщины снежного покрова не менее 0,5 м, а также площадки погрузочных, перегрузочных и разгрузочных узлов.

10.2.10 Пересечения конвейерных линий с железными, автомобильными, подвесными дорогами и другими коммуникациями следует проектировать под прямым или близким к нему углом. В отдельных случаях при соответствующем обосновании следует принимать угол пересечения не менее 30° в плане.

10.2.11 Расстояние по вертикали от низшей точки надземной конвейерной галереи или эстакады следует принимать:

- до головки рельса железной дороги – в соответствии с ГОСТ 9238;
- до верха покрытия автомобильной дороги и улицы – не менее 5,0 м, а при высоте обращающихся автомобилей более 4 м – не менее высоты автомобиля плюс 1 м;
- до поверхности земли на участках незастроенной территории – не менее 2,5 м.

При пересечении конвейерной линии с ЛЭП высокого напряжения целесообразно руководствоваться [8].

10.2.12 Пересечения конвейерных линий с водотоками и сухими логами следует проектировать с учетом расчетных расходов и уровня воды с вероятностью превышения 1:50 (2 %) для сооружений со сроком службы 20 лет и более и 1:33 (3 %) для сооружений со сроком службы менее 20 лет.

Расстояние по вертикали от низшей точки сооружения (галереи, эстакады и пр.) над расчетным уровнем воды (с учетом подпора и волны) должно быть не менее 1 м.

10.3 Сооружения конвейерного транспорта

10.3.1 Сооружения конвейерного транспорта следует проектировать следующих видов: открытыми с верхним укрытием (без стен); закрытыми неотапливаемыми; закрытыми отапливаемыми. Выбор вида сооружений и соответственно вида климатического исполнения конвейерного оборудования следует производить на основании технико-экономических расчетов и с учетом температурного режима обслуживаемых цехов, физико-механических свойств перевозимых грузов и обеспечения требуемой надежности работы конвейерного транспорта, способа уборки просыпи и пыли.

10.3.2 При проектировании зданий погрузочных, перегрузочных и разгрузочных узлов, галерей и эстакад целесообразно руководствоваться [4]. В отдельно стоящих неотапливаемых зданиях указанных узлов с постоянным присутствием обслуживающего персонала следует предусматривать помещения для обогрева персонала в соответствии с требованиями СН 3.02.02 и других ТНПА.

Размещение конвейеров в производственных зданиях, галереях и на эстакадах должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.022.

10.3.3 Грузы натяжных устройств и натяжные барабаны следует ограждать и располагать таким образом, чтобы при обрыве ленты или каната исключалась возможность падения груза или барабана на людей или оборудование.

10.3.4 Температура внутри отапливаемых галерей, погрузочных, перегрузочных и разгрузочных узлов должна быть не ниже 5 °С. Для отопления следует применять пар давлением не более 0,6 МПа или воду температурой не выше 150 °С.

10.3.5 В целях улучшения санитарных условий, предотвращения скопления пыли и просыпи, при необходимости, следует предусматривать аспирационные или оросительные устройства, а также максимально ограничивать количество выступающих элементов на строительных конструкциях; углы наклона выступающих элементов должны быть не менее 60°. Необходимость укрытия отдельных узлов и элементов конструкций предусматривают в соответствии с требованиями ТНПА и норм технологического

проектирования. При работе на пожароопасных и токсичных производствах следует предусматривать отсос пыли, на взрывоопасных производствах – также применять электроприводы конвейера во взрывоопасном исполнении.

Уборку просыпавшегося материала под ленточными конвейерами следует предусматривать механизированным способом. Головные и хвостовые барабаны конвейеров должны иметь ограждения, исключающие уборку возле барабанов во время работы конвейера.

При уборке пыли и просыпи в галереях путем гидросмыва необходимо предусматривать устройства для стока воды и защиту строительных конструкций от коррозии. Лотки для стока воды следует располагать под конвейерами. Поперечный уклон пола к лотку в пределах проходов должен быть не менее 2 ‰, под конвейерами – не менее 4 ‰. В горизонтальных галереях следует обеспечивать продольный уклон лотков не менее 2 ‰.

10.3.6 Сточные воды от систем гидросмыва необходимо использовать в технологическом процессе, при невозможности их использования сточные воды направляют в производственную канализацию предприятия.

10.3.7 Для обеспечения естественной вентиляции в галереях следует предусматривать открывающиеся окна, располагаемые со стороны основного прохода, дефлекторы и другие устройства.

В галереях шириной более 5 м необходимо предусматривать устройство окон с обеих сторон, открывающихся внутрь галереи. При соответствующем обосновании следует проектировать галереи без естественного освещения (галереи небольшой протяженности до 10 м между промышленными цехами и другое).

10.3.8 При проектировании галерей и эстакад предусматривают следующие противопожарные мероприятия:

- конвейеры, устанавливаемые в подземно-надземных галереях, следует оснащать лентами из трудногорючих материалов по ГОСТ 12.1.044;

- конструкции надземных наружных галерей с конвейерами для транспортирования горючих веществ необходимо выполнять из материалов группы горючести не ниже Г1 по ГОСТ 30244. При этом в местах примыкания галерей к зданиям следует предусматривать зоны шириной не менее 6 м из негорючих материалов;

- при транспортировании негорючих веществ следует предусматривать конструкции галерей из материалов группы горючести не ниже Г2 по ГОСТ 30244: через каждые 100 м, в местах пересечений в одном или разных уровнях, местах примыкания к зданиям, а также в местах размещения галерей над зданиями (длину зоны принимают равной ширине здания, увеличенной на 3 м с каждой его стороны);

- в местах примыкания галерей к зданиям категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности следует предусматривать противопожарные двери 2-го типа, при выборе которых целесообразно руководствоваться [12];

- из каждой противопожарной зоны галереи или эстакады, кроме противопожарных зон, примыкающих к зданию, следует предусматривать выход на металлическую лестницу;

- в местах пересечения галерей и эстакад с путями с тепловозной тягой и при расположении низа галерей и эстакад на высоте до 12 м над головкой рельса следует предусматривать защиту участков галерей и эстакад от возгорания экраном из трудногорючих материалов по ГОСТ 12.1.044, с пределом огнестойкости EI 30, в каждую сторону от оси дороги на 3 м.

10.3.9 Эвакуационные выходы из галерей и эстакад и переходные мостики над конвейерами следует располагать через каждые 100 м. Мостики должны иметь ширину не менее 1 м, сплошной настил с отбортовкой понизу на высоту 0,15 м и ограждения перилами на высоту не менее 1 м.

При выходе на поверхность подземно-надземных галерей большой протяженностью (более 25 м) в них должны быть предусмотрены наружные входы и переходные мостики через конвейер.

10.3.10 По ширине прохода вдоль трассы конвейеров, размещенных в галереях, при их уклоне от 6° до 12°, необходимо устанавливать ходовые трапы с поперечинами, а при их уклоне более 12° – лестничные марши.

10.3.11 Необходимость устройства противопожарного водопровода, количество и места расположения пожарных стояков и пожарных кранов для конвейерного транспорта, а также расходы воды на пожаротушение следует определять в соответствии с СН 4.01.03 и другими ТНПА.

Внутренний хозяйственно-питьевой водопровод и бытовую канализацию в сооружениях конвейерного транспорта не предусматривают.

10.3.12 Размеры и конструктивные решения сооружений конвейерного транспорта следует принимать с учетом размещения грузоподъемных и транспортирующих машин и механизмов для монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования, в том числе для замены и стыковки конвейерных лент.

Для зданий погрузочных, перегрузочных и разгрузочных узлов следует рассматривать необходимость устройства монтажных проемов в зонах обслуживания грузоподъемными механизмами или другими устройствами. Монтажные проемы должны иметь ограждения или другие устройства для безопасной эксплуатации.

10.4 Строительные конструкции

10.4.1 Несущие конструкции шириной не более 3 м для галерей и эстакад, располагаемые на горизонтальных участках, при высоте опор и длине пролета до 12 м следует проектировать железобетонными. Для наклонных участков галерей и эстакад, а также горизонтальных участков при высоте опор и длине пролета более 12 м и в других обоснованных случаях применять стальные конструкции.

10.4.2 Ограждающие конструкции неотапливаемых галерей следует применять из асбестоцементных волнистых листов, а отапливаемых – из асбестоцементных и других типов облегченных панелей.

Для конвейеров, предназначенных для транспортирования трудногорючих материалов по ГОСТ 12.1.044, разрешается применять деревянные ограждающие конструкции, пропитанные огнезащитным составом, обеспечивающим подгруппу огнезащитной эффективности IA по ГОСТ 30219.

10.4.3 Перекрытия галерей и эстакад, на которых располагаются конвейеры и другое оборудование, следует проектировать с применением сборных железобетонных плит.

10.4.4 Галереи и эстакады по длине необходимо разделять температурными блоками с температурными швами. В температурном блоке следует предусматривать неподвижную опору, которая обеспечивает устойчивость конструкции в продольном направлении. В качестве неподвижной опоры разрешается использовать перегрузочные узлы.

10.4.5 При выборе расстояния между осями опор галерей и эстакад целесообразно руководствоваться [4]. При проектировании стальных галерей и эстакад расстояния между осями опор должны быть, м, не менее:

18 – при высоте опор, м	до 12 включ.;
24 – то же	св. 13 » 20 »;
30 – »	» 20.

10.5 Энергоснабжение. Управление. Автоматизация. Связь

10.5.1 Категория надежности токоприемников конвейерного транспорта должна соответствовать категории надежности электроснабжения обслуживаемых предприятий или производств.

10.5.2 Вдоль конвейерной линии и на перегрузочных узлах следует предусматривать пункты для подключения передвижных сварочных аппаратов и переносных трансформаторов ремонтного освещения на напряжение 220/36 В.

10.5.3 В системах конвейерного транспорта следует предусматривать:

- централизованное управление и контроль за отдельными установками и системой в целом (дистанционное управление), при этом схема управления должна предусматривать возможность местного управления во время ремонтных и наладочных работ;
- местную блокировку, предотвращающую дистанционный пуск конвейера или машины с пульта управления при одновременной работе нескольких последовательных конвейеров с другими машинами;
- устройства для контроля натяжения, обрыва, пробуксовки и схода ленты, а при необходимости – устройства, предотвращающие продольный порез ленты, контроль смазки и т. д.;
- громкоговорящую связь (при необходимости);
- телефонную связь между пультами управления конвейерами, при этом центральный пульт управления должен быть оборудован внешней телефонной связью;
- возможность местного управления;
- подачу предупредительного сигнала продолжительностью от 5 до 8 с при пуске конвейеров;
- двухстороннюю предупредительную предпусковую звуковую или световую сигнализацию, включающуюся автоматически до включения привода конвейера, на участках трассы конвейеров, где имеются рабочие места для людей, находящихся вне зоны видимости оператора с пульта управления;
- сигнализацию о работе механизмов на центральном пульте управления;
- последовательный запуск (отключение) приводов линии в направлении, противоположном потоку транспортируемого груза;
- остановку каждого конвейера из любого участка конвейерной линии со стороны основного (рабочего) прохода;
- остановку конвейера при обрыве или сходе ленты с барабана;
- остановку конвейера, работающего на спуск, при повышении номинальной скорости движения ленты;
- автоматическую остановку всех предыдущих конвейеров при аварийной остановке любого конвейера или машины, а также при превышении допустимого уровня материала в бункерах или в местах пересыпок.

10.5.4 В случае питания электродвигателей и цепей управления от разных трансформаторов необходимо предусматривать блокировку, отключающую цепи управления при отключении напряжения электродвигателя.

10.6 Ремонтное хозяйство

10.6.1 Ремонт оборудования конвейерного транспорта должен производиться ремонтной службой соответствующего предприятия. Для предприятий со значительной общей протяженностью конвейеров и конвейерных линий при соответствующем обосновании предусматривают специализированное ремонтное хозяйство в составе участков для ремонта и стыковки лент, оснащенное специализированным оборудованием для механизированной замены лент, в том числе подготовленными бухтами, с помощью установок, смонтированных на базе автотранспортной техники.

10.6.2 Для проведения текущих ремонтов конвейерного и вспомогательного оборудования в зданиях перегрузочных и разгрузочных узлов внеплощадочных конвейерных линий следует предусматривать слесарно-ремонтные мастерские.

Приложение А

Количество приемо-отправочных путей на промышленных
сортировочных и грузовых станциях

Таблица А.1

Характеристика приемо-отправочного пути	Количество приемо-отправочных путей (без ходовых и главных) при среднесуточном количестве принимаемых или отправляемых поездов (подач)													
	до 5	6	7	8	9	10–15	16–18	19–21	22–24	25–36	37–48	49–60	61–72	73–120
Прием поездов с внешней сети в расформирование без формирования поездов на внешнюю сеть и оборудование станции: вытяжным путем горкой	1 1	2 1	2 1	2 1	2 1	3 2	4 2	– 2	– 3	– 3	– 4	– 5	– 5	– –
Прием поездов с внешней сети в расформирование с формированием поездов на внешнюю сеть из немаршрутизированного вагонопотока и оборудование станции: вытяжным путем горкой	1 1	2 1	2 2	2 2	2 2	3 2	– 2	– 2	– 3	– 4	– 5	– 6	– 6	– –
Прием с предприятий подач в расформирование при оборудовании станции: вытяжным путем горкой	1 1	1 1	1 1	1 1	2 1	2 1	2 2	2 2	2 2	3 2	3 3	– 4	– 5	– 6–7
Прием с предприятий подач немаршрутизированного вагонопотока с накоплением до установленной массы поезда и последующим отправлением на станцию примыкания с одним назначением	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Прием с внешней сети маршрутов с последующей их подачей на предприятие: без деления на части	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	–	–
с делением на две части	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	–	–
с делением на три части	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	5	–	–
Прием с предприятий маршрутных групп вагонов с накоплением их до установленной массы поезда и последующим отправлением на внешнюю сеть: целыми маршрутами	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	–	–
двух подач	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	–	–
по 1/2 маршрута	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	4	5	–	–
трех подач														
по 1/3 маршрута														

Примечания

1 В третьей строке указано количество приема подач, полезная длина которых соответствует расчетной длине обращающихся поездов (подач). При увеличении полезной длины этих путей до значений, кратных расчетной длине подачи, их количество пропорционально сокращают.

2 Количество приемо-отправочных путей для приема с внешней сети маршрутов и последующей их передачи на предприятие указано без учета времени ожидания окончания грузовых операций с предыдущим маршрутом. При необходимости это время следует определять специальным расчетом с соответствующим увеличением количества путей.

3 При формировании на промышленной станции поездов на внешнюю сеть и выполнении на ней приемо-сдаточных операций при среднесуточном количестве отправляемых вагонов более 200 следует предусматривать один дополнительный путь.

Приложение Б

Нормативные эквивалентные нагрузки для загрузки однозначных и отдельных участков двузначных линий влияния

Таблица Б.1

Длина загрузки участка, м	Интенсивность эквивалентной нагрузки, кН/м пути, для класса нагрузки			
	$K = 1$		$K = 4$	
	$\square = 0$	$\square = 0,5$	$\square \square = 0$	$\square = 0,5$
1	49,05	49,05	196,20	196,20
1,5	35,89	31,79	143,37	127,14
2	33,33	26,70	133,32	106,79
3	28,85	23,73	115,39	94,93
4	25,00	22,25	99,98	98,00
5	21,61	19,94	86,44	79,75
6	19,04	17,80	76,16	71,20
7	17,51	15,98	70,02	63,93
8	16,48	14,63	65,90	58,50
9	15,55	13,74	62,18	54,97
10	14,64	12,94	58,55	51,75
12	13,34	11,98	53,37	47,93
14	12,69	11,05	50,76	44,18
16	12,49	10,56	49,95	42,24
18	12,06	10,43	48,22	41,70
20	11,69	10,30	46,75	41,20
25	11,36	10,13	45,44	40,50
30	10,98	10,02	43,91	40,06
35	10,81	9,95	43,25	39,81
40	10,61	9,92	42,44	39,69
45	10,51	9,90	42,05	39,58
50	10,38	9,87	41,482	39,48
60	10,24	9,85	40,96	39,41
70	10,14	9,84	40,54	39,35
80	10,06	9,83	40,29	39,31
90	10,00	9,82	39,99	39,32
100	9,95	9,82	39,79	39,27
110	9,91	9,82	39,63	39,26
120	9,87	9,81	39,49	39,25
130	9,84	9,81	39,37	39,24
140	9,82	9,81	39,28	39,24
150 и более	9,81	9,81	39,22	39,22

Примечание – K – класс устанавливаемой нагрузки; для железнодорожных мостов колеи 750 мм принимают равным 4. Значение $\square$ принимают по СН 3.03.01.

Приложение В

Расчет дорожных одежд для автосамосвалов грузоподъемностью от 30 до 450 т с нагрузкой на ось 130 кН и более

В.1 Общие положения по методике расчета дорожных одежд

Общие положения по методике расчета и конструированию дорожных одежд принимают в соответствии с ТКП 45-3.03-112 и 7.8 настоящих строительных норм.

В.2 Расчет дорожных одежд на прочность

В.2.1 Общие положения при расчете дорожных одежд

В.2.1.1 Дорожную одежду следует проектировать в соответствии с требуемым уровнем надежности, под которой понимают вероятность безотказной работы в течение межремонтного периода.

В качестве количественного показателя отказа дорожной одежды как элемента инженерного сооружения линейного характера применяют предельный коэффициент разрушения $K_p^{пр}$, представляющий собой отношение суммарной протяженности (или суммарной площади) участков дороги, требующих ремонта из-за недостаточной прочности дорожной одежды, к общей протяженности (или общей площади) дороги между корреспондирующими пунктами. Значения $K_p^{пр}$ на последний год службы дороги в зависимости от типа дорожной одежды и категории дороги принимают согласно таблице В.1.

Таблица В.1

Критерии прочности	Тип дорожной одежды											
	капитальная				облегченная				переходная			
	для дорог категории											
	I-к	II-к	III-к	IV-к	I-к	II-к	III-к	IV-к	I-к	II-к	III-к	IV-к
Предельный коэффициент разрушения $K_p^{пр}$	0,05	0,10	0,10	–	0,15	0,15	0,15	–	0,30	0,30	0,30	0,30
Заданный уровень надежности	0,95	0,95	0,95	–	0,95	0,95	0,95	–	0,95	0,90	0,80	0,70
Требуемый минимальный коэффициент прочности $K_{пр}^{тр}$ по условию:												
упругого прогиба	1,20	1,15	1,10	–	1,15	1,15	1,10	–	1,15	1,10	1,00	1,00
сдвига и растяжения при изгибе	1,00	1,00	1,00	–	1,00	1,00	1,00	–	1,30	1,00	0,85	0,80

В.2.1.2 Коэффициент прочности вновь проектируемой конструкции должен быть таким, чтобы в заданный межремонтный период не наступил отказ по прочности с вероятностью более заданной, т. е. чтобы была обеспечена заданная (требуемая) надежность. Требуемые минимальные коэффициенты прочности при заданных уровнях надежности для расчета дорожных одежд по критериям прочности приведены в таблице В.1.

В.2.1.3 Для обеспечения заданного уровня надежности коэффициент прочности проектируемой конструкции не должен быть ниже требуемого минимального значения согласно таблице В.1.

В.2.2 Общая процедура и критерии расчета дорожных одежд на прочность

В.2.2.1 Последовательность расчета:

1) определяют требуемый общий модуль упругости конструкции в зависимости от суммарного числа приложений расчетной нагрузки;

2) определяют сдвигоустойчивость слабосвязных материалов конструктивных слоев и грунта;

3) определяют растягивающие напряжения в монолитных слоях. Коэффициенты прочности для этих критериев должны быть не менее значений, указанных в таблице В.1.

Если конструкция не удовлетворяет требованиям прочности, необходимо увеличивать толщину слоев или заменять материалы на более прочные.

В.2.2.2 Дорожные одежды переходного и облегченного типа рассчитывают по упругому прогибу и сдвигоустойчивости.

В качестве расчетной нагрузки принимают нагрузку на заднее колесо груженого автомобиля грузоподъемностью 130 т.

Параметры подвижного состава приведены в таблицах В.2 и В.3.

В.2.2.3 Характер действующей нагрузки (кратковременное многократное нагружение, статическое нагружение) учитывают, принимая соответствующие расчетные характеристики конструктивных слоев, а также коэффициент динамичности при назначении величины нагрузки.

В.2.3 Расчет конструкции по упругому прогибу

В.2.3.1 Последовательность расчета по допустимому упругому прогибу (по требуемому модулю упругости):

1) определяют минимальный требуемый общий модуль конструкции по формулам (В.2)–(В.4);

2) назначают модули и толщину слоев конструкции (предварительно);

3) вычисляют общий расчетный модуль упругости всей конструкции по формуле (В.8);

4) при необходимости увеличивают толщины слоев, начиная с наиболее дешевых материалов.

В.2.3.2 Конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба, если соблюдается условие

$$E_{\text{общ}} \geq E_{\text{тр}} K_{\text{пр}}^{\text{тр}}, \quad (\text{В.1})$$

где $E_{\text{общ}}$ — общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;

$E_{\text{тр}}$ — минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

$K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ — требуемый минимальный коэффициент прочности дорожной одежды по условию упругого прогиба; принимают с учетом заданного уровня надежности по таблице В.1.

Таблица В.2

Грузоподъемность автомобиля, т	Нагрузка на колесо, кН				Удельное давление на покрытие, МПа	Диаметр отпечатка, см			
	Порожний автомобиль		Груженный автомобиль			Порожний автомобиль		Груженный автомобиль	
	Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо		Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо
30	55	58	87	176	0,6	34	32	43	55
45	74	91	129	262	0,57	41	37	45	59
90	186	179	269	546	0,6	63	48	76	78
130	275	265	403	817	0,5	84	67	101	108

180	343	357	528	1072	0,55	89	77	110	120
240	363	441	662	1345	0,7	81	75	110	120
360	639	665	1025	2030	0,7	108	95	137	161
450	1300	500	2025	2025	0,7	198	82	173	158

Таблица В.3

Грузоподъемность автомобиля, т	Нагрузка на колесо, кН				Удельное давление на покрытие, МПа	Диаметр отпечатка, см			
	Порожний автомобиль		Груженный автомобиль			Порожний автомобиль		Груженный автомобиль	
	Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо		Переднее колесо	Заднее колесо	Переднее колесо	Заднее колесо
30	69	73	109	220	0,6	38	34	48	57
45	93	114	161	328	0,57	46	41	60	66
90	233	224	336	682	0,6	70	54	84	88
130	344	331	504	1021	0,5	94	78	113	124
180	429	446	660	1340	0,55	100	90	124	140
240	454	551	828	1681	0,7	91	88	123	139
360	799	831	1281	2600	0,7	121	120	153	191
450	1625	625	2531	2531	0,7	287	96	210	187

В.2.3.3 Минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции вычисляют по эмпирическим формулам:

– для капитальных дорожных одежд

$$E_{тр} = 901g \sum N_p - 140; \quad (B.2)$$

– для облегченных дорожных одежд

$$E_{тр} = 831g \sum N_p - 160; \quad (B.3)$$

– для переходных дорожных одежд

$$E_{тр} = 901g \sum N_p - 240, \quad (B.4)$$

где суммарную интенсивность движения карьерных самосвалов $\sum N_p$ для постоянных дорог определяют по формуле

$$\sum N_p = (N_1^{пер} S_1^{пер} + N_1^{зад} S_1^{зад} + N_2^{пер} S_2^{пер} + N_2^{зад} S_2^{зад} + N_n^{пер} S_n^{пер} + N_n^{зад} S_n^{зад}) \cdot T_{рдг} T_{сл}, \quad (B.5)$$

здесь $N_1^{пер}, N_1^{зад}, \dots, N_n^{пер}, N_n^{зад}$ – интенсивность движения карьерных самосвалов различных типов, включая нагрузку на колеса передней и задней оси;

$S_1^{пер}, S_1^{зад}, \dots, S_n^{пер}, S_n^{зад}$ – коэффициенты приведения нагрузок на колеса передней и задней оси к расчетной нагрузке на заднее колесо груженого самосвала грузоподъемностью 130 т;

S – коэффициент приведения нагрузок, определяемый по формуле

$$S = (D_{\phi}^2 P_{\phi} / D_p^2 P_p)^{\alpha}, \quad (B.2)$$

D_{ϕ} – диаметр отпечатка колеса карьерного самосвала, см;

P_{ϕ} – удельное давление на покрытие, МПа;

D_p – диаметр отпечатка колеса расчетного автомобиля, равный 108 см;

P_p – расчетное удельное давление на покрытие, равное 0,5 МПа;

α – коэффициент; принимают равным:

4,4 – для капитальных дорожных одежд;

3,0 – для облегченных дорожных одежд;

2,0 – для переходных дорожных одежд.

Если нагрузки на передние и задние колеса карьерных самосвалов соответствуют приведенным в таблице В.4, то коэффициент приведения нагрузок принимают по таблице В.4;

$T_{рдг}$ – количество расчетных дней в году;

$T_{сл}$ – срок службы дороги, лет; принимают по таблице В.5.

Таблица В.4

Грузоподъемность, т	Коэффициенты приведения нагрузок											
	Порожний автомобиль						Груженный автомобиль					
	Переднее колесо			Заднее колесо			Переднее колесо			Заднее колесо		
	Капитальные дорожные одежды	Облегченные дорожные одежды	Переходные дорожные одежды	Капитальные дорожные одежды	Облегченные дорожные одежды	Переходные дорожные одежды	Капитальные дорожные одежды	Облегченные дорожные одежды	Переходные дорожные одежды	Капитальные дорожные одежды	Облегченные дорожные одежды	Переходные дорожные одежды
30	—	—	0,01	—	—	—	—	—	0,03	—	0,02	0,06
45	—	—	0,03	—	—	0,02	—	0,02	0,07	0,01	0,03	0,10
90	0,02	0,06	0,15	0,01	0,01	0,05	0,07	0,17	0,30	0,11	0,22	0,37
130	0,09	0,19	0,33	0,02	0,06	0,16	0,44	0,57	0,69	1,00	1,00	1,00
180	0,15	0,37	0,51	0,09	0,20	0,34	1,52	1,33	1,21	4,43	2,76	1,97
240	0,29	0,43	0,57	0,22	0,40	0,50	4,09	2,61	1,90	12,01	5,44	3,09
360	3,54	2,37	1,78	3,29	2,25	1,72	27,93	9,68	4,54	196,76	36,65	11,03
450	453,30	64,74	16,12	0,46	0,59	0,70	163,33	32,28	10,14	163,33	32,28	10,14

Таблица В.5

Категории дороги	Тип дорожной одежды	Срок службы $T_{сл}$, лет
I-в, I-к	Капитальные	10–12
II-в, II-к	Капитальные	8–10
II-к	Облегченные	7–9
III-в	Капитальные	8–10
III-в, III-к, IV-в	Облегченные	7–9
III-к,	Переходные	3–4
IV-в, IV-к	Переходные	3–4

В.2.3.4 Суммарную интенсивность движения карьерных самосвалов ΣN_p для временных дорог рассчитывают по формуле

$$\Sigma N_p = (N_1^{пер} S_1^{пер} + N_1^{зад} S_1^{зад} + N_2^{пер} S_2^{пер} + N_2^{зад} S_2^{зад} + N_n^{пер} S_n^{пер} + N_n^{зад} S_n^{зад}) \cdot T_{рдг} T, \quad (B.7)$$

где T – срок использования дороги, сут.

В.2.3.5 Независимо от результата, полученного по формулам (В.2)–(В.4), значения минимального требуемого модуля упругости должны быть не менее указанных в таблице В.6.

Таблица В.6

Категория дороги	Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки	Минимальный требуемый модуль упругости E , МПа, для типов дорожных одежд,		
		капитальных	облегченных	переходных
I-в, I-к	115 000	315	–	–
II-в, II-к	38 500	270	220	–
III-в, III-к	7000	–	–	100
IV-в, IV-к	–	–	–	100

В.2.3.6 Общий расчетный модуль упругости всей конструкции определяют по формуле

$$E_{общ} = -100 + 0,28E_{ср} + 1,15E_{гр} + 105,18h / D, \quad (B.8)$$

где $E_{ср}$ – средневзвешенный модуль упругости конструкции, МПа; определяют по формуле

$$E_{ср} = E_1 h_1 + E_2 h_2 + \dots E_n h_n / (h_1 + h_2 + \dots h_n), \quad (B.9)$$

h / D – отношение общей толщины дорожной конструкции к расчетному диаметру отпечатка;

$E_{гр}$ – модуль упругости грунта, МПа.

Полученное значение $E_{общ}$ сравнивают со значениями $E_{тр}$, определяемого по формулам (В.2)–(В.4).

В.2.3.7 Расчетные значения модулей упругости асфальтобетона принимают: от растяжения при изгибе – по таблице В.7; при расчете на прочность – по таблице В.8; при расчете на статистическую нагрузку – по таблице В.9.

Нормативные значения модулей упругости для дорожно-строительных материалов принимают по таблицам В.10–В.18.

Расчетные модули упругости грунтов принимают по таблице В.17.

Таблица В.7

Вид асфальтобетона	Расчетное значение модуля упругости E , МПа	m	α^*	Нормативное значение сопротивления растяжению при изгибе R_0 , МПа
Высокоплотный на битуме нефтяном дорожном (БНД) марок: 60/90 90/130 130/200 200/300	5200 4000 3000 2200	5,5 5,0 4,5 4,3	5,2 5,4 5,8 5,9	8,5 8,3 8,1 7,8
Плотный на БНД марок: 40/60 60/90 90/130 130/200 200/300	5200 3900 3100 2300 1700	6,0 5,5 5,0 4,5 4,3	5,0 5,2 5,4 5,8 5,9	8,7 8,5 8,3 8,1 7,8
Пористый на БНД марок: 40/60 60/90 90/130 130/200 200/300	3100 2400 1900 1600 1200	4,5 4,3 4,0 3,75 3,7	5,8 5,9 6,3 6,6 6,7	7,2 7,0 6,8 6,6 6,2
Высокопористый на БНД марок: 40/60 60/90 90/130	2600 1800 1500	4,3 4,0 3,8	5,9 6,3 6,5	4,8/5,7* 4,9/5,4 4,8/–
* Для песчаного асфальтобетона.				
Примечание – Обозначения, принятые в таблице: α – коэффициент, учитывающий различие между реальным и лабораторным режимами растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения по времени расчетной (низкой) температуры покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности; m – показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя.				

Таблица В.8

Вид асфальтобетона	Марка битума	Кратковременный модуль упругости E , МПа, при температуре покрытия, °C				
		10	20	30	40	50 (60)
Плотный и высокоплотный асфальтобетоны	Вязкого по ГОСТ 22245 марок: БНД 40/60; 60/90; 90/130	3800; 2800; 2100	2300; 1600; 1000	1350; 1000; 480	740; 570; 480	450; 400; 370
	БН 130/200; 200/300	1300; 1000	700; 520	580; 430	400; 370	330; 310
	Жидкого по ГОСТ 11955 марок: СГ-70/130; СГ-130/200	870; 870	370; 370	350; 350	300; 300	300; 300
	МГ-70/130; МГ-70/130	700; 700	310; 310	300; 300	300; 300	300; 300
Пористый и высокопористый асфальтобетоны	Вязкого по ГОСТ 22245 марок: БНД 40/60; 60/90; 90/130	2400; 1700; 1200	1500; 1000; 700	780; 600; 440	470; 400; 330	340; 310; 300
	БН 130/200; 200/300	1000; 850	520; 390	350; 300	300; 290	300; 290
Примечания 1 Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетонов приведены применительно к песчаным смесям. При температуре от 30 °C до 50 °C модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличивать на 10 %, а для крупнозернистых смесей – на 20 %. 2 При расчете на упругий прогиб принимают $t = 10$ °C.						

Таблица В.9

Вид смеси (асфальтобетона)	Тип (вид) смеси (асфальтобетона) по СТБ 1033	Расчетный модуль упругости E , МПа, при статическом действии нагрузки при расчетной температуре, °С			
		20	30	40	50
Плотная смесь	А	480	420	360	300
	Б	400	350	300	250
	В	320	280	240	200
	Г	300	270	220	200
	Д	200	180	160	150
Пористые и высокопористые смеси	Крупнозернистая	360	320	280	250
	Мелкозернистая	290	250	220	200
	Песчаная	250	225	200	190

Примечание – Модуль упругости высокоплотного асфальтобетона принимают как для плотного асфальтобетона типа А.

Таблица В.10

Материал слоя	Нормативное значение модуля упругости E , МПа, для грунтов оптимального (неоптимального) состава
Щебеночно-гравийно-песчаные смеси, крупнообломочные грунты, обработанные: жидкими органическими вяжущими или вязкими, в том числе эмульгированными, органическими вяжущими жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными или эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными	450 (350) 950 (700)
Гравелистые, крупные, средние, мелкие пески, легкая и пылеватая супесь, легкие суглинки, обработанные: жидкими органическими вяжущими или вязкими, в том числе эмульгированными, органическими вяжущими жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными или эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными	430 (280) 700 (600)

Таблица В.11

Материал слоя	Нормативное значение модуля упругости E , МПа
Щебень черный, уложенный по способу заклинки	600–900
Щебень, устроенный по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией	400–600

Примечание – Большие значения указаны для покрытий, меньшие – для оснований.

Таблица В.12

Материал слоя	Нормативное значение модуля упругости E , МПа, для грунтов оптимального (неоптимального) состава
Щебеночно-гравийно-песчаные смеси, крупнообломочные грунты: обработанные цементом, соответствующие марке по прочности по ГОСТ 23558: М 20 М 40 М 60 М 75 М 100	500 (400) 600 (550) 800 (700) 870 (830) 1000 (950)

обработанные зольными или шлаковыми вяжущими, соответствующие марке по прочности по ГОСТ 23558: М 20 М 40 М 60 М 75 М 100	450 (350) 550 (500) 750 (650) 870 (780) 950 (910)
Гравелистые, крупные, средние, мелкие и пылеватые пески, легкая и тяжелая супеси, легкие суглинки: обработанные цементом, соответствующие марке по прочности по ГОСТ 23558: М 20 М 40 М 60 М 75 М 100 обработанные зольными или шлаковыми вяжущими, соответствующие марке по прочности по ГОСТ 23558: М 20 М 40 М 60 М 75 М 100	400 (250) 550 (400) 700 (550) 870 (750) 950 (870) 300 (200) 450 (300) 600 (450) 730 (600) 870 (750)

Таблица В.13

Материал основания	Нормативное значение модуля упругости E , МПа
Основание из подобранных оптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зерен до 40 мм, уплотненных при оптимальной влажности	650–870
Основание из подобранных оптимальных смесей из активных материалов	480–700
Основание из рядовых неоптимальных смесей из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зерен 70 мм	450–650
Основание из рядовых неоптимальных смесей из активных материалов	370–480
<i>Примечание</i> – К высокоактивным материалам относятся материалы, имеющие прочность при сжатии от 5 до 10 МПа в возрасте 90 сут, к активным материалам – имеющие прочность при сжатии от 2,5 до 5 МПа в том же возрасте.	

Таблица В.14

Материал слоя	Нормативное значение модуля упругости E , МПа, для щебеночных (гравийных) смесей
Щебеночные (гравийные) смеси по СТБ 2318:	
для покрытий марок (непрерывная гранулометрия):	
С ₁ при наибольшем размере зерен, мм 40	300 (280)
С ₂ то же 20	290 (265)
для оснований марок (непрерывная гранулометрия):	
С ₃ при наибольшем размере зерен, мм 80	280 (240)
С ₄ то же 80	275 (230)
С ₅ » 40	260 (220)
С ₆ » 20	240 (200)
С ₇ » 20	260 (180)
Шлаковые щебеночно-песчаные смеси из неактивных и слабоактивных шлаков по СТБ 1957 марок:	
С ₁ при максимальном размере зерен, мм 70	275
С ₂ то же 70	260
С ₃ » 40	250
С ₄ » 20	210

Таблица В.15

Материал слоя	Нормативное значение модуля упругости E , МПа
Фракционированный щебень с фракцией 40–80 (80–120) мм с заклинкой:	
фракционированным мелким щебнем	450/350
известняковой мелкой смесью или активным мелким шлаком	400/300
мелким высокоактивным шлаком	450/400
асфальтобетонной смесью	500/450
цементно-песчаной смесью марки М 75 по ГОСТ 23558 при глубине пропитки 0,25h–0,75h слоя	450–700/350–600
<i>Примечание</i> – Перед чертой указаны значения для слоя из легкоуплотняемого щебня, после черты – для трудноуплотняемого щебня.	

Таблица В.16

Материал	Нормативное значение модуля упругости E , МПа
Пенопласт	13,0–33,5
Стиропорбетон	500–800
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом	400
Керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом	500
Гравий (щебень) с легким заполнителем, обработанный вязким битумом	500
Цементогрунт:	
с перлитом	130
с полистиролом состава: гранулы полистирола – 3 %–2 %; песок (% массы) 97 %–98 %; цемент 7 %–6 %	300
с керамзитом состава: песок – 75 %; керамзит – 25 %; цемент – 6 %	300
Битумоцементогрунт с перлитом состава: перлитовый щебень – 25 %–20 %; песок – 75 %–80 %; цемент – 4 %–6 %; битум – 12 %–10 % (от массы песка, перлита и цемента)	250–350
Цементогрунт с аглопоритом состава: супесь или песок – 70 %–80 %; аглопорит – 30 %–20 %; цемент – 6 %	250–350
Золошлаковые смеси, укрепленные цементом	150
Грунт, укрепленный золой-уносом	200
Цементогрунт, обработанный битумной эмульсией	200

Таблица В.17

Наименование грунта	Модуль упругости E , МПа, при относительной влажности грунта W / W_m			
	0,5	0,6	0,7	0,8
Крупные пески	120			
Пески средней крупности	110			
Мелкие пески	90			
Пылеватые пески	81	70	58	45
Пылеватая супесь	92	60	37	24
Легкий и тяжелый суглинок	87	54	30	19
Легкий пылеватый суглинок	90	57	34	20
Глина	90	57	34	20
Крупнообломочные грунты с содержанием мелкозема 25 %	160	140	120	100
Легкая супесь	58	44	38	30
Крупнообломочные грунты с содержанием мелкозема 50 %	80	70	60	50
<i>Примечание</i> – Влажность грунта следует определять на основании многолетних лабораторных данных для района расположения объекта строительства.				

Значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, во всех климатических зонах необходимо принимать при температуре 10 °С.

В.2.4 Расчет конструкции по условию прочности на сдвиг подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев

В.2.4.1 Последовательность расчета дорожной одежды по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна, а также в песчаных материалах промежуточных слоев дорожных одежд:

- 1) назначают модули упругости асфальтобетонов – по таблицам В.7, В.8, дорожно-строительных материалов – по таблицам В.10–В.16, грунтов – по таблице В.17;
- 2) определяют активное фактическое напряжение сдвига по формулам (В.11), (В.13)–(В.16);
- 3) определяют предельное активное напряжение сдвига по формуле (В.17);
- 4) проверяют выполнение условия прочности по формуле (В.10);
- 5) при необходимости изменяют толщину или материалы конструктивных слоев.

В.2.4.2 Сдвигоустойчивость в конструктивных слоях из малосвязных материалов и грунте обеспечивается при соблюдении условия

$$\tau \leq \frac{\tau_{\text{пр}}}{K_{\text{пр}}^{\text{тр}}}, \quad (\text{В.10})$$

где τ – активное напряжение сдвига в расчетной точке конструкции от действующей временной нагрузки;

$\tau_{\text{пр}}$ – предельное активное напряжение сдвига; определяют по формулам (В.11), (В.13)–(В.16);

$K_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый минимальный коэффициент прочности; определяют с учетом заданного уровня надежности по таблице В.1.

В.2.4.3 Предельное активное (фактическое) напряжение сдвига в грунте определяют по формулам в зависимости от типа грунта:

– для суглинистых грунтов

$$\tau_{\text{акт}} = 0,22 - 0,00029E_{\text{ср}} / E_{\text{н}} - 0,085h / D, \quad (\text{В.11})$$

где $E_{\text{ср}} / E_{\text{н}}$ – отношение средневзвешенного модуля упругости слоев, лежащих выше рассматриваемого слоя $E_{\text{ср}}$, к модулю упругости грунта $E_{\text{н}}$ или общему модулю упругости системы «грунт – малосвязный конструктивный слой» (песок, песчано-гравийная смесь и т. п.) $E_{\text{н}}^{\text{общ}}$;

h – общая толщина слоев, см;

D – диаметр отпечатка, см;

здесь $E_{\text{н}}^{\text{общ}}$ – общий модуль упругости двух слоев или грунта; определяют по формуле

$$E_{\text{н}}^{\text{общ}} = -40 + 0,11E_{\text{ср}} + 1,15E_{\text{гр}} + 103h / D; \quad (\text{В.12})$$

– для супесчаных грунтов

$$\tau_{\text{акт}} = 0,165 - 0,002E_{\text{ср}} / E_{\text{н}} - 0,063h / D; \quad (\text{В.13})$$

– для крупнообломочных грунтов с содержанием 75 % каменного материала и 25 % глинистого заполнителя

$$\tau_{\text{акт}} = 0,063 - 0,001E_{\text{ср}} / E_{\text{н}} - 0,018h / D; \quad (\text{В.14})$$

– для крупнообломочных грунтов с содержанием 50 % каменного материала и 50 % глинистого заполнителя

$$\tau_{\text{акт}} = 0,096 - 0,001E_{\text{ср}} / E_{\text{н}} - 0,034h / D; \quad (\text{B.15})$$

– для песчаных грунтов

$$\tau_{\text{акт}} = 0,111 - 0,001E_{\text{ср}} / E_{\text{н}} - 0,038h / D. \quad (\text{B.16})$$

В.2.4.4 При расчете дорожных одежд на сдвигоустойчивость значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, принимают в соответствии с расчетной температурой по таблице В.18 для конкретной дорожно-климатической зоны.

Таблица В.18

Дорожно-климатическая зона	I, II	III	IV	V
Расчетная температура, °С	20	30	40	50

В.2.4.5 Предельное активное напряжение сдвига $\tau_{\text{пр}}$ в грунте рабочего слоя (песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле

$$\tau_{\text{пр}} = C_N k_d + 0,1 q_{\text{ср}} Z_{\text{оп}} \text{tg } \varphi_{\text{ст}}, \quad (\text{B.17})$$

где C_N – сцепление в грунте земляного полотна (промежуточном песчаном слое), МПа; принимают равным:

0,007 – для суглинистых грунтов и глин;
 0,005 – для супесчаных грунтов;
 0,003 – для песчаных грунтов;
 0,03 – для крупнообломочных грунтов с содержанием 75 % каменного материала и 25 % глинистого заполнителя;

0,004 – для крупнообломочных грунтов с содержанием 50 % каменного материала и 50 % глинистого заполнителя;

k_d – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания. При устройстве нижнего слоя из укрепленных материалов, а также при укладке на границе «грунт – малосвязный конструктивный слой» разделяющей геотекстильной прослойки k_d принимают равным:

4,5 – при использовании в песчаном слое крупного песка;
 4,0 – то же песка средней крупности;
 3,0 – » мелкого песка;

1,0 – для остальных грунтов;

$q_{\text{ср}}$ – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см³;

$Z_{\text{оп}}$ – глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;

$\varphi_{\text{ст}}$ – расчетный угол внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки; значение угла с учетом повторности приложения нагрузки принимают равным:

7 ° – для суглинистых грунтов и глин;
 14 ° – для супесчаных грунтов;
 28 ° – для песчаных грунтов;
 35 ° – для крупнообломочных грунтов с содержанием 75 % каменного материала и 25 % глинистого заполнителя;

26 ° – для крупнообломочных грунтов с содержанием 50 % каменного материала и 50 % глинистого заполнителя.

В.2.5 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе

В.2.5.1 Последовательность расчета конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе:

1) определяют расчетное значение наибольшего растягивающего напряжения при изгибе по формулам (В.19)–(В.22);

2) вычисляют предельное сопротивление от растяжения при изгибе по формуле (В.23). Для асфальтобетонных слоев за предельное сопротивление от растяжения при изгибе R_n принимают значение, соответствующее материалу нижнего слоя;

3) проверяют условие прочности по формуле (В.18) и, при необходимости, корректируют конструкцию.

В.2.5.2 Целостность слоев дорожной одежды будет обеспечена при соблюдении следующего условия:

$$\sigma_r \leq \frac{R_n}{K_{np}^{тр}}, \quad (В.18)$$

где R_n – прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений; определяют по формуле (В.23);

$K_{np}^{тр}$ – требуемый минимальный коэффициент прочности; определяют с учетом заданного уровня надежности по таблице В.1.

В.2.5.3 Наибольшее напряжение σ_r (от единичной нагрузки) от растяжения при изгибе определяют по следующим формулам:

– при толщине слоев асфальтобетона (при h / D) до 0,10

$$\sigma_r = 1,67 - 0,04 \cdot \frac{E_{ср}}{E_n^{общ}} - 13,68h / D; \quad (В.19)$$

– при толщине слоев асфальтобетона (при h / D) от 0,10 до 0,35

$$\sigma_r = -1,2 + 0,16 \cdot \frac{E_{ср}}{E_n^{общ}} + 4,45h / D; \quad (В.20)$$

– при толщине слоев асфальтобетона (при h / D) 0,35 и более

$$\sigma_r = -0,87 + 0,15 \cdot \frac{E_{ср}}{E_n^{общ}} + 3,45h / D; \quad (В.21)$$

где $E_{ср}$ – средневзвешенный модуль упругости слоев, способных воспринимать растягивающее напряжение при изгибе;

$E_n^{общ}$ – общий модуль упругости слоев, лежащих ниже; определяют по формуле (В.12).

Расчетное напряжение от растяжения при изгибе определяют по формуле

$$\sigma_r^p = \sigma_r p, \quad (В.22)$$

где p – расчетное давление, МПа.

В.2.5.4 Прочность материала слоя при усталостном разрушении от растяжения при изгибе определяют по формуле

$$R_N = R_0 K_1 K_2 \cdot (1 - \nu_R t), \quad (\text{В.23})$$

где R_0 – нормативное значение предельного сопротивления растяжению при изгибе при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки; принимают по таблице В.7;

K_1 – коэффициент, учитывающий снижение предельного сопротивления вследствие усталостных явлений; определяют по формуле (В.24);

K_2 – коэффициент, учитывающий снижение предельного сопротивления вследствие воздействия погоднo-климатических факторов; принимают по таблице В.19;

ν_R – вариации предельного сопротивления на растяжение; принимают по таблице В.20;

t – коэффициент нормативного отклонения при заданном уровне надежности K_H ; принимают по таблице В.21.

Таблица В.19

Материал расчетного слоя	K_2
Высокоплотный асфальтобетон	1,0
Плотный асфальтобетон:	
марки I	$0,95 E_H^{\text{общ}}$
марки II	$0,90 E_H^{\text{общ}}$
марки III	$0,80 E_H^{\text{общ}}$
Пористый и высокопористый асфальтобетоны	0,80
Органоминеральные смеси	0,80

Таблица В.20

Характеристика	ν_R
Относительная влажность грунта рабочего слоя, сцепление грунта и песчаных слоев, угол внутреннего трения грунтов и песчаных слоев, прочность асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе	0,10

Таблица В.21

K_H	0,85	0,90	0,95	0,98
t	1,06	1,32	1,71	2,19

В.2.5.5 Коэффициент K_1 , учитывающий влияние усталостных процессов на предельное сопротивление, вычисляют по формуле

$$K_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}, \quad (\text{В.24})$$

где α – коэффициент; определяют по таблице В.7;

m – показатель степени; определяют по таблице В.7;

$\sum N_p$ – суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы покрытия (срок службы дороги); определяют по формуле (В.5)

В.2.6 Требования к расчету дорожной одежды на морозоустойчивость и осушение приведены в ТКП 45-3.03-112.

Приложение Г

Уширение автомобильных дорог

Таблица Г.1 – Уширение автомобильных дорог категории «к» на горизонтальных кривых

Радиус кривой в плане, м	Уширение проезжей части двухполосной дороги, м, при расстоянии от переднего бампера до задней оси самосвала, м							
	5	6	7	8	9	10	11	12
15	1,7	2,4	3,3	–	–	–	–	–
20	1,3	1,8	2,5	3,3	–	–	–	–
25	1,0	1,5	2,0	2,6	3,3	–	–	–
30	0,9	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4	–	–
35	0,8	1,1	1,5	1,9	2,4	2,9	–	–
40	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,1	–
50	0,6	0,8	1,1	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9
60	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5
80	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9
100	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
125	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2
150	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0
200	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
300	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
400	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
500	–	–	–	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
600	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
700	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,3
800	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2	0,3
1000	–	–	–	–	–	0,2	0,2	0,2

Таблица Г.2 – Уширение проезжей части автомобильных дорог категорий «в» и «л» на горизонтальных кривых

Радиус кривой в плане, м	Уширение проезжей части дороги для одиночного автомобиля и автопоезда, м, при расстоянии от переднего бампера до задней оси автомобиля (автопоезда), м						
	до 7 для (одиночного автомобиля) и до 11 (для автопоезда)	13	15	18	20	23	25
30	2,2	–	–	–	–	–	–
40	1,8	3,5	–	–	–	–	–
50	1,5	3,0	3,5	–	–	–	–
60	1,4	2,8	3,0	–	–	–	–
70	1,3	2,2	2,5	–	–	–	–
80	1,2	2,0	2,3	3,5	–	–	–
90–100	1,1	1,8	2,0	3,0	3,5	–	–
125–150	0,9	1,4	1,5	2,2	2,7	3,0	–
200–250	0,8	1,0	1,1	1,5	2,0	2,2	2,8
300–350	0,6	0,8	0,9	1,1	1,5	1,6	2,1
400–450	0,5	0,7	0,7	0,9	1,2	1,3	1,7
550–600	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,3
600–700	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0
800–900	–	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1000	–	–	–	0,4	0,5	0,6	0,7

Приложение Д

Наибольший угол наклона ленточных конвейеров при транспортировании сыпучих грузов на подъем

Таблица Д.1

Транспортируемый материал, крупность, мм	Насыпная плотность, т/м ³	Угол естественного откоса в покое α , ...°	Допустимый угол наклона конвейера на подъем $\alpha_{\max}$, ...°
Агломерат:			
железной руды, 0–150	1,7–2,0	45	16–18
свинцовой руды	2,5–3,5	40–50	16–18
Антрацит:			
рядовой	0,8–1,0	40–45	16–17
мелкий сухой	0,9–0,95	35–45	17–18
Хризотил	0,4–0,7	45–50	16–18
Брикеты:			
бурого угля	0,7–1,0	35–40	14
угольные сухие	1,0–1,1	35–40	16–18
Боксит:			
дробленый, 0–60	1,4–2,0	30–40	16–18
дробленый, 0–350	1,5–2,2	35–45	12
Бурый железняк	1,8–2,1	35–45	18
Круглая сухая галька	1,5–1,8	30	10
Гипс:			
порошкообразный	0,6–0,95	40	22
мелкокусковой	1,2–1,35	40	18
Глина:			
мелкокусковая сухая	0,9–1,6	35	16
крупнокусковая влажная	1,4–1,6	45–50	20–22
Порошкообразный сухой глинозем	0,8–1,2	25–30	10
Гравий:			
влажный мытый	1,8–1,9	40–50	20
несортированный	1,3–1,5	35–40	18
сортированный сухой	1,2–1,45	30–35	18
керамзитовый	0,6–0,8	30–40	13–15
Гранит, 0–80	1,5	35–45	18
Доломит:			
сырой	1,5–1,6	40	18–20
необожженный, 50–80	1,6–1,7	35	18
Грунтовая земля:			
влажная	1,6–2,0	35–45	22
сухая	1,1–1,6	30–45	18
Сухая зола	0,6–0,9	45–50	18
Известняк:			
мелкокусковой	1,4–1,5	35–40	18
средне- и крупнокусковой	1,5–1,7	40–45	16
флюсовый	1,6	40	18
дробленый	1,4–1,7	40–45	18
Известь:			
негашеная средне- и крупнокусковая	1,65–1,75	40–50	18
порошкообразная сухая	0,5–0,9	40–50	22
гашеная	0,4–0,8	40–50	18
хлорная воздушно-сухая	0,6–0,8	40–45	18
Камень мелко- и среднекусковой	1,3–1,5	35–40	18
Металлургический кокс	0,45–0,5	30–40	15
Коксик и коксовая пыль	0,6–0,9	35–45	18
Колчедан:			
серный рядовой	1,25–2,5	45	17
флотационный	1,8–2,2	38–40	17

Концентрат:			
апатитовый	1,3–1,7	30–40	16
железный влажный, 0–0,1	3,0–5,0	30–50	22
железных и полиметаллических руд сухой, 0–1:	2,8–3,0	30–50	18
марганцевых руд, 0–3	1,5–1,8	30–50	20
медный	2,0–2,2	30–50	20
нефелиновый	1,3–1,7	25–35	15–17
никелевый	2,2–2,3	40–50	20
цинковый	1,8–2,1	40–50	20
Мелкокусковой мел	1,2–1,4	40	18
Колчеданный огарок (охлажденный)	1,4–1,8	35	18
Железорудные окатыши	1,8–2,5	30–35	12–13
Песок:			
природный и дробленый влажностью до 5 %	1,5–1,65	35–45	18–20
природный и дробленый влажностью до 20 %	1,5–1,65	25–30	14
чистый формовочный сухой	1,4–1,5	35–40	15
Песчано-гравийная смесь природная влажностью до 5 %	1,5–2,0	40–50	18
Грунтовая порода (вскрыша)	1,6–1,7	45–50	20
Руда:			
хризотилловая	1,6–1,8	35–40	18
вольфрамомолибденовая	1,9–2,0	35–40	18–20
железная крупнокусковая, 0–350	2,2–3,6	35–45	16
марганцевая, 0–25	1,7–1,9	35–45	18–20
медная	1,7–1,8	35–45	18–20
никелевая	2,0–2,5	35–45	18–20
полиметаллическая, 0–120	2,0–4,5	35–45	18–20
свинцово-цинковая	2,0–2,4	40–45	18–20
Гранулированная сера	1,4	45	18
Двукислая порошкообразная сода	1,0	44	18
Соль:			
калийная	1,1	45	18
каменная кусковая	0,8–1,8	30–50	18
Суперфосфат из гранулированного апатита	1,0	45	18
Уголь:			
бурый сухой	0,6–0,9	35–45	16–18
бурый влажный	0,8–1,0	40–50	18
каменный рядовой	0,8–1,1	30–45	18
Формовочная смесь:			
выбитая (горелая)	1,2–1,3	30–45	22
готовая	1,6	40–45	20–24
Воздушно-сухой цемент	1,0–1,5	30–40	20
Шлак:			
каменноугольный	0,6–0,9	35–50	20
гранулированный	0,6–1,0	45–55	20
Штыб:			
сухой	0,9	30–45	20
гранулированный	0,6–1,0	45–55	18
Щебень:			
гранитный сухой	1,35–1,8	35–45	18
известняковый доломитовый	1,25–1,35	35–45	18
<i>Примечание</i> – Приведенные значения угла наклона могут отличаться от фактических значений в зависимости от степени заполнения ленты грузом и ее желобчатости, наличия подпора грузов и др.			

Библиография

- [1] Закон Республики Беларусь от 6 января 1999 г. № 237-З «О железнодорожном транспорте»
- [2] СТП БЧ 56.269-2013 Бесстыковой путь. Устройство, укладка, содержание и ремонт
- [3] СНБ 3.02.02-03 Здания и сооружения пожарных депо
- [4] СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий
- [5] СНБ 3.02.01-98 Склады нефти и нефтепродуктов
- [6] Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-33-2005 Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения
Утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 198
- [7] ЦЭ-518 Инструкция по защите железобетонных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами
- [8] Правила устройства электроустановок. ПУЭ (6-издание)
- [9] СТП 09150.55.127-2010 Искусственное освещение наружных территорий и объектов железнодорожного транспорта
- [10] ЦЭ-4846 Категорийность электроприемников нетяговых потребителей железнодорожного транспорта ПГ-8-90
- [11] СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия
- [12] П2-03 к СНБ 2.02.01-98 Огнезащита строительных конструкций

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СН 3.02.04-2019

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СКЛАДЫ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

СКЛАДЫ НАФТЫ І НАФТАПРАДУКТАЎ

Издание официальное

Минск 2020

УДК [69+725.054.7]:665.71(083.74)

Ключевые слова: склады нефти и нефтепродуктов, резервуарный парк, сливноналивное устройство, разливочная, расфасовочная, раздаточная, промежуточный резервуар, узел задвижек, коренное запорное устройство, сливноналивная железнодорожная эстакада

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Пожарная безопасность» (ТКС 03).

Авторский коллектив: О. М. Король, И. В. Леончик

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 16 декабря 2019 г. № 69

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 3.02 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, благоустройство территорий»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой СНБ 3.02.01)

© Минстройархитектуры, 2020

Изданы на русском языке

Содержание

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Общие положения
- 5 Классификация хранимых жидкостей и складов нефти и нефтепродуктов
- 6 Генеральный план. Склады нефти и нефтепродуктов первой группы
- 7 Резервуарные парки
- 8 Складские здания и сооружения для хранения нефтепродуктов в таре
- 9 Сливоналивные эстакады
- 10 Разливочные, расфасовочные
- 11 Насосные станции для перекачки нефти и нефтепродуктов (продуктовые насосные станции)
- 12 Особенности проектирования складов нефти и нефтепродуктов второй группы
- 13 Пожаротушение
- 14 Водоснабжение и канализация
- 15 Теплоснабжение, отопление и вентиляция
- 16 Электроснабжение, связь и сигнализация
- 17 Охрана окружающей природной среды
- Приложение А Номинальные объемы и основные параметры применяемых стальных резервуаров
- Приложение Б Особенности проектирования систем пенного пожаротушения
- Библиография

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

СКЛАДЫ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

СКЛАДЫ НАФТЫ І НАФТАПРАДУКТАЎ

Warehouses for oil and oil products

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования

1 Область применения

Настоящие строительные нормы применяют при разработке проектной документации на возведение и реконструкцию складов нефти и нефтепродуктов (далее –

СНН), имеющих давление насыщенных паров не выше 93,1 кПа (700 мм рт. ст.) при температуре 20 °С и температуру вспышки не выше 230 °С.

При реконструкции требования настоящих строительных норм распространяются только на реконструируемую часть СНН.

Настоящие строительные нормы не распространяются на проектирование и реконструкцию:

- СНН негражданского назначения, проектируемых по специальным нормам;
- складов сжиженных углеводородных газов;
- СНН с давлением насыщенных паров выше 93,1 кПа (700 мм рт. ст.) при температуре 20 °С;
- складов синтетических жирозаменителей;
- подземных хранилищ нефти и нефтепродуктов, сооружаемых геотехнологическим и горным способами в непроницаемых для этих продуктов массивах горных пород;
- резервуаров и других емкостей для нефти и нефтепродуктов, входящих в состав технологических установок или используемых в качестве технологических аппаратов.

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:
ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия.

Безопасность

СН 2.02.03-2019 Пожарная автоматика зданий и сооружений

СН 3.03.04-2019 Автомобильные дороги

СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

ТКП 45-3.01-155-2009 (02250) Генеральные планы промышленных предприятий.
Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.02-315-2018 (33020) Пожарная безопасность зданий и сооружений.

Строительные нормы проектирования

ТКП 474-2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

СТБ ГОСТ Р 51164-2001 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 9238-2013 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений

ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 каземат: Кольцевой коридор-проход шириной не менее 1 м с перекрытием вокруг подземного вертикального стального резервуара, ограждаемый подпорной стенкой по высоте, не доходящей до верха стенки резервуара.

3.2 коренное запорное устройство: Запорное устройство, установленное у приемно-раздаточного патрубка резервуара.

3.3 нефтеловушка: Сооружение для механической очистки сточных вод от нефти и способных к гравитационному отделению нефтепродуктов, осаждающихся механических примесей и взвешенных веществ.

3.4 номинальный объем резервуара: Условная округленная величина, принимаемая для идентификации требований норм для различных конструкций резервуаров при расчетах:

- номенклатуры объемов резервуаров (типоразмер);

- вместимостей СНН;
- компоновки резервуарных парков, а также для определения установок и средств пожаротушения.

3.5 охлаждение резервуара передвижной пожарной техникой: Подача воды на орошение резервуара пожарными стволами, присоединяемыми к противопожарному водопроводу высокого давления, либо с помощью пожарных автомобилей (мотопомп) из пожарных гидрантов или противопожарных резервуаров (емкостей, водоемов).

3.6 подтоварная вода: Вода, скопившаяся на дне резервуара при хранении нефти (нефтепродуктов).

3.7 пожарный пост: Комплекс зданий и сооружений с прилегающим к ним земельным участком, предназначенных для размещения и обеспечения функционирования технических средств и персонала внештатного пожарного формирования эксплуатирующей организации.

3.8 продуктовая насосная: Группа насосных агрегатов, установленных в здании, под навесом или на открытой площадке, предназначенная для перекачки нефти и нефтепродуктов.

3.9 промежуточный резервуар (у сливноналивных эстакад): Резервуар, предназначенный для кратковременного хранения нефтепродуктов с целью обеспечения выполнения операций по сливу (наливу) цистерн.

3.10 пункт пожаротушения: Помещение для хранения пожарного оборудования, инструмента и инвентаря, мотопомп, первичных средств пожаротушения, средств защиты.

3.11 разливочная: Сооружение, оборудованное приборами и устройствами, обеспечивающими выполнение операций по наливу нефтепродуктов в бочки.

3.12 расфасовочная: Здание или сооружение, оборудованное приборами и устройствами, обеспечивающими выполнение операций по наливу нефтепродуктов в мелкую тару вместимостью не более 40 л.

3.13 резервуарный парк: Группа(-ы) резервуаров, предназначенных для выполнения технологических операций приема, хранения и выдачи (откачки) нефти и нефтепродуктов, размещенных на территории, ограниченной по периметру:

- обвалованием или ограждающей стенкой – при наземных резервуарах (наземном хранении);

- дорогами или противопожарными проездами – при подземных (заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом) резервуарах, установленных в котлованах или выемках.

3.14 система автоматического пенного пожаротушения: Система, включающая резервуары для воды (при необходимости) и пенообразователя, насосную станцию, подводящие растворопроводы с пожарными гидрантами, узлы управления, а также установленные на резервуарах и зданиях генераторы пены с питающими и распределительными трубопроводами для подачи раствора пенообразователя к этим генераторам, средства автоматизации.

3.15 система подслоного тушения пожара в резервуаре: Комплекс устройств, оборудования и фторсодержащего пленкообразующего пенообразователя, предназначенный для подслоного тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуаре.

3.16 склады нефти и нефтепродуктов: Комплекс зданий, резервуаров и других сооружений, предназначенных для приема, хранения и выдачи нефти и нефтепродуктов.

Примечание – К СНН относятся: предприятия по обеспечению нефтепродуктами (нефтебазы); резервуарные парки и наливные станции магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов; товарно-сырьевые парки нефтеперерабатывающих, нефтехимических предприятий и центральных пунктов сбора нефтяных месторождений; склады нефтепродуктов, входящие в состав промышленных, транспортных, энергетических, сельскохозяйственных, строительных и других предприятий и организаций (расходные склады).

3.17 сливноналивная автомобильная эстакада: Сооружение возле автодороги, оборудованное сливноналивными устройствами и обеспечивающее выполнение операций по наливу нефтепродуктов в автомобильные цистерны или сливу из них.

3.18 сливноналивная железнодорожная эстакада: Сооружение у специальных железнодорожных путей, оборудованное сливноналивными устройствами или другими техническими средствами, обеспечивающее выполнение операций по сливу нефти и нефтепродуктов из железнодорожных цистерн или наливу в них.

Примечание – Эстакады могут быть односторонними, обеспечивающими слив-налив на одном железнодорожном пути, или двухсторонними, обеспечивающими слив-налив на двух параллельных железнодорожных путях, расположенных по обе стороны от эстакады.

3.19 сливноналивное устройство: Техническое средство, обеспечивающее выполнение операций по сливу и/или наливу нефти и нефтепродуктов в танкеры судов, железнодорожные или автомобильные цистерны.

3.20 сливноналивной причал: Комплекс сооружений (береговых или пирсовых) на водоемах, предназначенных для безопасной стоянки, обработки и обслуживания судна и оборудованных сливноналивными устройствами или другими техническими средствами, обеспечивающий выполнение операций по сливу нефти и нефтепродуктов из судна или наливу в него.

3.21 стационарная система пенного пожаротушения (неавтоматическая): Система, включающая резервуары для воды (при необходимости) и пенообразователя, насосную станцию и сеть растворопроводов с пожарными гидрантами, а также средства автоматизации, обеспечивающие включение резервных насосов в случае, если основные неисправны или не обеспечивают расчетный напор.

3.22 стационарная установка охлаждения резервуара: Установка для обеспечения подачи воды при пожаре на охлаждение всей поверхности резервуара и любой ее четверти или половины (считая по периметру) в зависимости от расположения резервуаров в группе.

Примечание – Состоит из горизонтального секционного кольца орошения (оросительного трубопровода с устройствами для распыления воды), размещаемого в верхнем поясе стенок резервуара, сухих стояков и горизонтальных трубопроводов, соединяющих секционное кольцо орошения с сетью противопожарного водопровода, и задвижек с ручным приводом.

3.23 тушение пожара передвижной пожарной техникой: Подача огнетушащих веществ с помощью пожарных аварийно-спасательных автомобилей или мотопомп.

3.24 узел задвижек: Группа задвижек, обеспечивающая выполнение заданных технологических операций, которая может размещаться в помещениях, колодцах, под навесом или на открытых площадках.

4 Общие положения

4.1 В состав СНН входит комплекс технологических зданий, сооружений и устройств, предназначенных для приема, хранения, выдачи нефти и нефтепродуктов, а также подсобно-производственные и бытовые здания и сооружения, обеспечивающие их нормальную эксплуатацию.

Их проектирование ведется в соответствии с техническими нормативными правовыми актами (далее – ТНПА).

4.2 Здания и сооружения (за исключением металлических резервуаров, навесов, рамп, эстакад, ограждений) СНН необходимо проектировать не ниже II степени огнестойкости по ТКП 45-2.02-315.

4.3 Категорию по взрывопожарной и пожарной опасности зданий, помещений и наружных установок технологического комплекса СНН определяют в соответствии с ТКП 474.

4.4 Трубопроводы для транспортирования нефти и нефтепродуктов следует проектировать в соответствии с настоящими строительными нормами, ТНПА и законодательством.

4.5 Защиту от коррозии строительных конструкций зданий и сооружений СНН следует предусматривать в соответствии с ТНПА.

4.6 Защиту от коррозии трубопроводов для нефти и нефтепродуктов следует предусматривать:

- при подземной прокладке – в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51164;
- при надземной прокладке – в соответствии с требованиями ТНПА по защите надземных магистральных трубопроводов от атмосферной коррозии;
- при прокладке трубопроводов, обогреваемых по требованиям технологии, в непроходных каналах или при надземной прокладке – в соответствии с требованиями ТНПА по защите наружной поверхности труб от коррозии, установленными для указанных способов прокладки трубопроводов тепловых сетей.

4.7 При реконструкции СНН допускается величину противопожарных разрывов определять расчетом по методикам, приведенным в ТНПА, с учетом следующих требований:

- величина теплового потока, Вт/м², при возможном пожаре не должна превышать минимальную интенсивность облучения, Вт/м², строительных конструкций соседних зданий (сооружений, наружных установок) при продолжительности облучения, мин, равной времени следования пожарной аварийно-спасательной техники от ближайшего пожарного депо;
- величина избыточного давления взрыва, кПа, при возможном взрыве не должна приводить к сильным разрушениям соседних зданий (сооружений, наружных установок), расположенных на территории предприятий, и средним разрушениям зданий (сооружений, наружных установок), расположенных на территории населенных пунктов.

5 Классификация хранимых жидкостей и складов нефти и нефтепродуктов

5.1 Нефть и нефтепродукты в зависимости от температуры вспышки подразделяются на легковоспламеняющиеся (ЛВЖ), с температурой вспышки не выше 61 °С, и горючие (ГЖ), с температурой вспышки выше 61 °С.

5.2 СНН классифицируются в зависимости от характеристики их операционной деятельности, транспортных связей, хранимых нефти и нефтепродуктов, общей вместимости.

5.3 СНН подразделяют первую и вторую группы.

5.4 К первой группе относятся склады предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебазы), резервуарные парки и наливные станции магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, товарно-сырьевые парки нефтеперерабатывающих, нефтехимических предприятий и центральных пунктов сбора нефтяных месторождений.

В зависимости от вместимости СНН первой группы подразделяют на категории и подкатегории согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1

Категория СНН	Подкатегория СНН	Общая вместимость склада, м ³
I	–	Св. 100 000
II	–	» 20 000 до 100 000 включ.
III	IIIa	» 10 000 » 20 000 »
	IIIб	От 2 000 » 10 000 »
	IIIв	» 2 000 »

Общая вместимость СНН определяется суммарным объемом продукта, хранимого в резервуарах и таре. Объем резервуаров и тары принимают по их номинальному объему.

Примечание – При определении общей вместимости допускается не учитывать:

- промежуточные резервуары (сливные емкости) у сливноналивных эстакад;
- расходные резервуары котельной, дизельной электростанции общей вместимостью не более 100 м³;
- резервуары сбора утечек;
- резервуары пунктов сбора отработанных нефтепродуктов и масел общей вместимостью не более 100 м³ (вне резервуарного парка);
- резервуары уловленных нефтепродуктов и разделочные резервуары (уловленных нефтепродуктов) на очистных сооружениях производственной или производственно-дождевой канализации.

5.5 Ко второй группе относятся СНН, входящие в состав предприятий (промышленных, сельскохозяйственных, транспортных, энергетических и др.), если общая вместимость этих складов при хранении ЛВЖ и ГЖ в резервуарах и таре не превышает указанную в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Хранимые нефтепродукты	Допустимая общая вместимость склада нефтепродуктов предприятия, м ³ , при хранении	
	наземном	подземном
Легковоспламеняющиеся	2 000	4 000
Горючие	10 000	20 000

При наземном и подземном хранении одновременно легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов общая приведенная вместимость расходного склада не должна превышать значение, указанное в таблице 5.2. При этом приведенную вместимость определяют следующим образом: 1 м³ легковоспламеняющихся нефтепродуктов приравнивают к 5 м³ горючих нефтепродуктов, а 1 м³ объема резервуаров и тары при наземном хранении – к 2 м³ объема при подземном хранении.

При определении общей приведенной вместимости не учитывают:

- промежуточные резервуары (у сливноналивных эстакад);
- резервуары сбора утечек;
- резервуары уловленных нефтепродуктов на очистных сооружениях производственной или производственно-дождевой канализации.

5.6 Склады второй группы, вместимость которых выше указанной в таблице 5.2, следует проектировать по нормам для складов первой группы.

5.7 Резервуары, а также складские здания и сооружения для хранения нефти и нефтепродуктов в таре относятся:

- к подземным (заглубленным в грунт или обсыпанным грунтом – подземное хранение), если наивысший уровень жидкости в резервуаре или разлившейся жидкости в здании или сооружении склада ниже не менее чем на 0,2 м низшей планировочной отметки прилегающей площадки (в пределах 3 м от стенки резервуара или стен здания или сооружения);

- к наземным (наземное хранение), если они не удовлетворяют указанным выше условиям.

Ширина обсыпки грунтом определяется расчетом на гидростатическое давление разлившейся жидкости, но должна быть поверху не менее 3 м, при этом расстояние от стенки вертикального резервуара (цилиндрического и прямоугольного) до бровки насыпи или от любой точки стенки горизонтального (цилиндрического) резервуара до откоса насыпи должно быть не менее 3 м.

6 Генеральный план. Склады нефти и нефтепродуктов первой группы

6.1 СНН следует размещать с учетом преобладающего направления ветра с подветренной стороны по отношению к жилой застройке.

6.2 Минимальные расстояния от зданий и сооружений категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности, а также наружных установок категорий Ан, Бн, Вн и Гн по пожарной опасности, расположенных на территории СНН, до других объектов следует принимать по таблице 6.1.

Таблица 6.1

Объекты	Минимальное расстояние, м, от зданий и сооружений складов категории				
	I	II	IIIa	IIIб	IIIв
1 Здания и сооружения соседних предприятий	100	40 (100)	40	40	30
2 Лесные массивы хвойных, смешанных лиственных пород	100	50	50	50	50
3 Склады лесных материалов, торфа, волокнистых веществ, сена, соломы, а также участки открытого залегания торфа	100	100	50	50	50
4 Железные дороги общей сети (до подошвы насыпи или бровки выемки):					
на станциях	150	100	80	60	50
на разъездах и платформах	80	70	60	50	40
на перегонах	60	50	40	40	30
5 Автомобильные дороги общей сети (край проезжей части):					
I, II и III категорий	75	50	45	45	45
IV и V категорий	40	30	20	20	15
6 Жилые и общественные здания	200	100 (200)	100	100	100
7 Раздаточные колонки автозаправочных станций общего пользования	50	30	30	30	30
8 Гаражи и открытые стоянки для автомобилей	100	40 (100)	40	40	40
9 Очистные канализационные сооружения и насосные станции, не относящиеся к складу	100	100	40	40	40
10 Водопроводные сооружения, не относящиеся к складу	200	150	100	75	75
11 Наружные технологические установки категорий Ан, Бн, Вн и Гн по взрывопожарной опасности	100	100	100	100	100
<i>Примечание</i> – Значения, указанные в скобках, следует принимать для складов II категории общей вместимостью более 50 000 м ³ .					

Расстояния, указанные в таблице, определяются:

– между зданиями и сооружениями – как расстояние в свету между наружными стенами или конструкциями зданий и сооружений с учетом выступающих конструкций, выполненных из горючих материалов;

– от сливноналивных устройств – от оси железнодорожного пути со сливноналивными эстакадами;

– от площадок (открытых и под навесами) для сливноналивных устройств автомобильных цистерн, для насосов, тары и пр. – от границ этих площадок;

– от технологических эстакад и трубопроводов – от крайнего трубопровода;

– от факельных установок – от ствола факела.

Противопожарные разрывы от зданий и сооружений СНН иных категорий по взрывопожарной и пожарной опасности до зданий и сооружений, не входящих в состав СНН, следует принимать по ТКП 45-2.02-315.

6.3 При размещении СНН в лесных массивах, когда их строительство связано с вырубкой леса, расстояние до лесного массива допускается сокращать в 2 раза. При этом вдоль границы лесного массива вокруг склада следует предусматривать противопожарную минерализованную полосу земли шириной не менее 5 м либо автомобильный проезд с твердым покрытием земли.

Размещение складов I категории в лесах не допускается.

6.4 Расстояние от зданий и сооружений складов до участков открытого залегания торфа допускается сокращать в 2 раза при условии засыпки открытого залегания торфа слоем земли толщиной не менее 0,5 м в пределах половины расстояния от зданий и сооружений складов соответствующих категорий, указанного в таблице 6.1(пункт 3).

6.5 При размещении резервуарных парков нефти и нефтепродуктов на площадках, имеющих более высокие отметки по сравнению с отметками территории соседних населенных пунктов, предприятий и путей железных дорог общей сети, расположенных на расстоянии до 200 м от резервуарного парка, следует предусматривать дополнительные мероприятия, исключающие при аварии резервуаров возможность разлива нефти и нефтепродуктов на территорию населенного пункта, предприятия или пути железных дорог общей сети.

6.6 Расстояние от наземных резервуаров для нефти и нефтепродуктов до зданий и сооружений склада следует принимать по таблице 6.2.

Таблица 6.2

Здания и сооружения склада	Расстояние, м, от наземных резервуаров склада категории				
	I	II	IIIa	IIIб	IIIв
1 Сливоналивные устройства: а) для речных судов (сливоналивные причалы и пирсы) б) для железнодорожных (сливоналивные железнодорожные эстакады) и автомобильных цистерн	75 30	50 20	50 20	50 20	50 20
2 Производственные здания, площадки для узлов задвижек продуктовых насосных станций, узлы учета и замера	30	15	15	15	10
3 Складские здания для нефтепродуктов в таре, площадки для хранения тары (бывшей в употреблении или чистой горючей) и нефтепродуктов в таре, здания и площадки пунктов сбора отработанных нефтепродуктов	30	20	20	20	15
4 Водопроводные (питьевого назначения) и противопожарные насосные станции, пожарные посты и пункты пожаротушения, противопожарные резервуары или водоемы (до водозаборных колодцев или места забора воды)	40	40	40	40	30
5 Канализационные очистные сооружения производственных сточных вод (с нефтью и нефтепродуктами): а) пруды-отстойники шламонакопители; закрытые нефтеловушки, флотационные установки вне здания (площадью зеркала 400 м ³ и более), буферные резервуары и резервуары-отстойники объемом 700 м ³ и более б) флотационные установки и фильтры в зданиях, закрытые нефтеловушки (площадью зеркала менее 400 м ²), буферные резервуары и резервуары-отстойники объемом менее 700 м ³ , установки по отмывке осадка, включая резервуары-шлamosборники и озонаторные установки в) пруды-испарители	30 15 24	30 15 24	30 15 18	30 15 15	20 10 15
6 Здания и сооружения с производственными процессами с применением открытого огня (печи для разогрева нефти, котельные, процессы сварки и т. п.), гаражи и помещения технического обслуживания автомобилей от резервуаров: с легковоспламеняющимися нефтью и нефтепродуктами с горючими нефтью и нефтепродуктами	60 60	40 30	40 30	40 30	30 24
7 Здания пожарных депо (без жилых помещений), административные и бытовые здания	40	40	40	40	30
8 Технологические установки с взрывопожароопасными производствами на центральных пунктах сбора нефтяных месторождений (установки подготовки нефти, газа и воды, предварительного пластовой воды)	40	40	40	40	24
9 Узлы пуска или приема очистных устройств	30	30	30	30	30
10 Край проезжей части внутренних автомобильных дорог и проездов	15	15	9	9	9
11 Прочие	20	20	20	20	20
<i>Примечание</i> – Расстояние, указанное в пункте 1 а, определяют до ближайшей части корпуса расчетного судна, стоящего у причала; в остальных пунктах – в соответствии с 6.2.					

6.7 Расстояние от подземных резервуаров для нефти и нефтепродуктов до зданий и сооружений склада следует принимать:

– до водопроводных (питьевого назначения) и противопожарных насосных станций, пожарных постов и пунктов пожаротушения, противопожарных резервуаров или водоемов (до водозаборных колодцев), административных и бытовых зданий, зданий и сооружений с производственными процессами с применением открытого огня – по таблице 6.2;

– до заглубленных продуктовых насосных станций со стороны глухой (без проемов) стены – не менее 3 м (кроме случаев, указанных в 11.2).

Расстояние от подземных резервуаров для нефти и нефтепродуктов до других зданий и сооружений склада, указанное в таблице 6.2, допускается сокращать до 50 %.

6.8 Расстояние от сливоналивных устройств для железнодорожных и автомобильных цистерн до зданий и сооружений склада (за исключением резервуаров) следует принимать по таблице 6.3.

Таблица 6.3

Здания и сооружения склада	Расстояние, м, от сливоналивных устройств склада категории				
	I	II	IIIa	IIIб	IIIв
1 Производственные и складские здания, площадки для узлов задвижек продуктовых насосных станций, узлы учета и замера, площадки пунктов сбора отработанных нефтепродуктов	$\frac{18}{12}$	$\frac{18}{12}$	$\frac{15}{10}$	$\frac{15}{10}$	$\frac{10}{8}$
2 Открытые площадки для хранения нефтепродуктов в таре и чистой горючей тары, узлов приема или пуска очистных устройств	$\frac{20}{15}$	$\frac{20}{15}$	$\frac{15}{10}$	$\frac{15}{10}$	$\frac{10}{3}$
3 Водопроводные (питьевого назначения) и противопожарные насосные станции, противопожарные резервуары или водоемы (до водозаборного колодца или места забора воды), пожарные посты и пункты пожаротушения	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$
4 Здания пожарных депо (без жилых помещений), административные и бытовые здания	40	40	30	30	30
5 Промежуточные резервуары (сливные емкости) у сливоналивных железнодорожных эстакад	Не нормируется вне пределов эстакады и железнодорожных путей				
6 Здания и сооружения склада с производственными процессами с применением открытого огня	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$	$\frac{40}{30}$
Примечания 1 Значения, указанные над чертой, относятся к сливоналивным устройствам с легковоспламеняющимися нефтью и нефтепродуктами, под чертой – с горючими нефтью и нефтепродуктами. 2 Сливоналивные устройства для автомобильных цистерн, предназначенные для слива и налива нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С, допускается размещать непосредственно у разливочных, расфасовочных и у сливоналивных железнодорожных эстакад для масел.					

6.9 Расстояние от зданий и сооружений склада с производственными процессами с применением открытого огня до продуктовых насосных станций, площадок для узлов задвижек насосных станций, канализационных насосных станций и очистных сооружений для производственных сточных вод (с нефтью и нефтепродуктами), разливочных, расфасовочных, складских зданий и площадок для хранения нефтепродуктов в таре и площадок для хранения бывшей в употреблении тары должно быть не менее 40 м при хранении легковоспламеняющихся нефти и нефтепродуктов и не менее 30 м – при хранении горючих нефти и нефтепродуктов.

На площадках насосных станций магистральных нефтепроводов производительностью 10 000 м³/ч и более указанные расстояния до продуктовых насосных станций, узлов задвижек, площадок для узлов задвижек насосных станций, а также до сливоналивных устройств для железнодорожных цистерн следует увеличивать до 60 м.

6.10 Расстояние от зданий и сооружений склада (за исключением резервуаров и зданий, сооружений с производственными процессами с применением открытого огня) до канализационных очистных сооружений для производственных сточных вод (с нефтью и нефтепродуктами) с открытым зеркалом жидкости (пруды-отстойники, нефтеловушки и пр.), а также шламонакопителей должно быть не менее 30 м. На складах категории Шв при хранении только горючих нефти и нефтепродуктов это расстояние допускается сокращать до 24 м. Расстояние до остальных канализационных очистных сооружений следует принимать не менее 15 м.

6.11 Складские здания для нефтепродуктов в таре допускается располагать по отношению к железнодорожному пути склада в соответствии с габаритами приближения строений к железнодорожным путям по ГОСТ 9238.

6.12 Расстояние между зданиями и сооружениями склада, за исключением установленных настоящими строительными нормами, а также размещение инженерных сетей следует принимать в соответствии с ТКП 45-3.01-155.

6.13 Территория СНН должна быть ограждена продуваемой оградой высотой не менее 2 м из негорючих материалов.

Расстояние от зданий и сооружений склада до ограды следует принимать:

– от сливоналивных железнодорожных эстакад, оборудованных сливоналивными устройствами с двух сторон (считая от оси ближайшего к ограждению пути), – не менее 15 м;

– от административных и бытовых зданий склада – не нормируется;

– от других зданий и сооружений склада – не менее 5 м.

При размещении СНН на территории других предприятий необходимость устройства ограды этих складов устанавливается в задании на проектирование.

6.14 Территорию СНН необходимо разделять по функциональному использованию на зоны и участки с учетом технологических связей, грузооборота и видов транспорта, санитарно-гигиенических, экологических, противопожарных и других требований.

6.14.1 Рекомендуемый перечень зон, участков, зданий и сооружений СНН (при отсутствии других указаний в задании на проектирование или технических условиях) приведен в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Наименование зоны	Наименование участка	Примерный состав зданий, сооружений, объектов, размещаемых в пределах зоны, участка
Резервуарного хранения	Хранения нефти и нефтепродуктов	Резервуары для нефти и нефтепродуктов, теплообменники, насосные, компрессорные, а также входящие в их состав вспомогательно-производственные сооружения
Производственная	Железнодорожного приема и отпуска	Сливоналивные железнодорожные эстакады или одиночные сливоналивные устройства для железнодорожных цистерн, промежуточные резервуары (у сливоналивных эстакад), насосные, компрессорные, складские здания для нефтепродуктов в таре, погрузочно-разгрузочные площадки, лаборатории, раздаточные, расфасовочные, пункты приема отработанных нефтепродуктов с резервуарами этих пунктов, железнодорожные весы и др. объекты, связанные со сливо-наливными операциями, а также входящие в их состав вспомогательно-производственные и бытовые здания и сооружения
	Автомобильного приема и отпуска	Площадки слива (налива) в автоцистерны, раздаточные, расфасовочные, раздаточные колонки, автовесы, операторные, другие объекты и устройства, связанные со сливо-наливными операциями, а также входящие в их состав вспомогательно-производственные здания и сооружения

	Очистных сооружений	Сооружения и установки для очистки нефтесодержащих сточных вод, включая резервуары-отстойники, буферные и разделочные резервуары, канализационные насосные и другие объекты, связанные с сооружениями очистки, лаборатории, связанные с анализом сточных вод, а также входящие в их состав вспомогательно-производственные и бытовые здания и сооружения
Вспомогательная	Водоснабжения и противопожарной защиты	Водопроводные и противопожарные насосные станции, резервуары или водоемы противопожарного запаса, дизельные с расходными резервуарами, помещения хранения противопожарного оборудования
	Вспомогательно-производственных зданий и сооружений	Сооружения теплоснабжения, включая расходные резервуары топлива и топливо-насосные, здания и сооружения подсобно-производственного назначения (ремонтно-механические мастерские, складские и др. помещения, гараж и т. п.), сооружения бытовой канализации
	Энергоснабжения	Трансформаторные подстанции, распределительные пункты, кнопочные пункты управления, дизельные электростанции, электрические сети, наружное и охранное освещение
	Административных и бытовых зданий и сооружений	Цеха вспомогательного назначения с размещением в них административно-хозяйственных и бытовых помещений, проходной, лаборатории, мехмастерских и мастерских по ремонту контрольно-измерительных приборов и автоматики, аккумуляторной, сооружений связи и др. помещений
<i>Примечание</i> – Гаражные комплексы, как правило, выделяются в самостоятельное хозяйство с размещением его вне территории СНН.		

6.14.2 Планировку площадок СНН, их благоустройство и проектирование подъездных и внутриплощадочных дорог следует проектировать в соответствии с требованиями ТНПА.

6.14.3 Территория резервуарного парка СНН, как правило, должна размещаться на более низких по отношению к другим зонам и участкам СНН отметках.

6.15 Узлы пуска и приема (приема-пуска) очистных устройств для магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, размещаемые на территории СНН на отметках выше отметок зданий и сооружений склада, должны быть ограждены со стороны этих зданий и сооружений земляным валом (ограждающей стенкой) высотой не менее 0,5 м.

6.16 СНН I и II категорий, независимо от размеров площадки, должны иметь не менее двух рассредоточенных выездов на автомобильные дороги общей сети либо на подъездные пути склада или предприятия.

6.17 По границам резервуарного парка, между группами резервуаров и для подъезда к площадкам сливноналивных устройств следует проектировать проезды с проезжей частью шириной не менее 4,5 м и твердым покрытием, пригодным для движения пожарных автомобилей с учетом их допустимой нагрузки на покрытие либо грунт.

Для сливноналивных железнодорожных эстакад, оборудованных сливноналивными устройствами с двух сторон, проезд для пожарных машин должен быть кольцевым.

В случае устройства двух и более двухсторонних эстакад следует предусматривать дополнительные пожарные проезды между ними, а разрывы от эстакады до проезда допускается уменьшать до 15 м.

6.18 На территории резервуарного парка и на участках железнодорожного и автомобильного приема и отпуска нефти и нефтепродуктов планировочные отметки проезжей части внутренних автомобильных дорог должны быть выше планировочных отметок прилегающей территории не менее чем на 0,3 м.

6.19 Для озеленения территории СНН следует применять деревья и кустарники лиственных пород.

Не допускается использовать для озеленения территории СНН лиственные породы деревьев и кустарников, выделяющие при цветении хлопья, волокнистые вещества или опушенные семена.

В производственной зоне на участках железнодорожного и автомобильного приема и отпуска, а также в зоне резервуарного парка для озеленения следует применять только газоны.

Посадка газонов внутри обвалованной территории резервуарного парка не допускается.

На территории СНН I и II категорий размещение зеленых насаждений на расстоянии ближе 5 м от зданий и сооружений не допускается.

6.20 Минимальные расстояния по горизонтали в свету от трубопроводов для транспортирования нефти и нефтепродуктов до зданий, сооружений и инженерных сетей складов следует принимать по таблице 6.5.

Таблица 6.5

Здания, сооружения и инженерные сети складов	Минимальное расстояние, м, по горизонтали (в свету) от трубопроводов	
	надземных	подземных (в том числе в каналах, лотках)
1 Резервуары для нефти и нефтепродуктов (стенка резервуара)	3,0	4, но не менее глубины траншеи до фундамента резервуара
2 Фундаменты административно-бытовых зданий при давлении в трубопроводе, МПа: до 2,5 включ. св. 2,5	12,5 25,0	5,0 10,0
3 Фундаменты ограждения склада, прожекторных мачт, опор галерей, эстакад, трубопроводов, контактной сети и связи	1,0	1,5
4 Ось пути железных дорог колеи 1520 мм (внутренних) при давлении в трубопроводе, МПа: до 2,5 включ. св. 2,5	4,0 8,0	4, но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи 8, но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи
5 Внутренние автомобильные дороги: бортовой камень дороги (кромка проезжей части) наружная бровка кювета или подошва насыпи дороги	1,5 1,0	1,5 2,5
6 Фундаменты опор воздушных линий электропередач, кВ до 1 включ. и наружного освещения св. 1 » 35 » » 35	1,0 5,0 10,0	1,5 5,0 10,0
7 Фундаменты других зданий и сооружений склада То же, со стороны стен без проемов зданий I и II степеней огнестойкости	3,0 0,5	3,0 3,0
8 Открытые трансформаторные подстанции и распределительные устройства	10,0	10,0
9 Водопровод, промышленная (напорная и самотечная) канализация, дренажи, бытовая напорная канализация, водостоки (загрязнения вод)	1,5	1,5
10 Бытовая самотечная канализация, водостоки (условно чистых вод)	3,0	3,0
11 Теплопроводы (до наружной стенки канала)	1,0	1,0
<i>Примечание</i> – Указанные в таблице расстояния от трубопроводов для нефти и нефтепродуктов до оси железных дорог, а также до зданий и сооружений, приведенных в пунктах 1 и 7, не относятся соответственно к трубопроводам сливноналивных железнодорожных эстакад и вводам (подводкам) этих трубопроводов в здания и сооружения, а расстояния до теплопроводов не относятся к системам обогрева трубопроводов для нефти, мазутов и масел, предусматриваемым по требованиям технологии.		

7 Резервуарные парки

7.1 Для резервуарных парков нефти и нефтепродуктов следует применять резервуары в соответствии с требованиями ГОСТ 1510. Для нефти и нефтепродуктов с температурой застывания выше 0 °С, для которых не могут применяться резервуары с плавающей крышей или понтоном, следует предусматривать резервуары со стационарной крышей.

Примечание – Здесь и далее резервуары со стационарной крышей с понтоном называются резервуарами с понтоном, а резервуары со стационарной крышей без понтона – резервуарами со стационарной крышей.

Для резервуаров емкостью до 100 м³ рекомендуется использовать резервуары с двойными стенками при подземном хранении и с двойным дном – для вертикальных резервуаров при наземном хранении.

7.2 Резервуары следует размещать группами.

Общую вместимость группы наземных резервуаров, а также расстояние между стенками резервуаров, располагаемых в одной группе, следует принимать в соответствии с таблицей 7.1.

Расстояние между резервуарами разных типов, размеров и объемов следует принимать по наибольшему из значений, установленных в таблице 7.1 для этих резервуаров.

Таблица 7.1

Резервуар	Номинальный объем единичного резервуара, устанавливаемого в группе, м³	Вид хранимых нефти и нефтепродуктов	Допустимая общая номинальная вместимость группы, м³	Минимальное расстояние между резервуарами, располагаемыми в одной группе
С плавающей крышей	50 000 и более	Независимо от вида жидкости	200 000	30 м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,5Д, но не более 30 м
С понтоном	50 000	Независимо от вида жидкости	200 000	30 м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,65Д, но не более 30 м
Со стационарной крышей	50 000 и менее	Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки выше 45 °С	120 000	0,75Д, но не более 30 м
		То же, с температурой вспышки 45 °С и ниже	80 000	
Примечание – Номинальные объемы применяемых типовых вертикальных и горизонтальных резервуаров и их основные параметры приведены в приложении А.				

7.3 Наземные резервуары объемом 400 м³ и менее, проектируемые в составе общей группы, следует располагать на одной площадке (или фундаменте), объединяя в отдельные группы общей вместимостью до 4000 м³ каждая, при этом расстояние между стенками резервуаров в такой группе не нормируется, а расстояние между ближайшими резервуарами соседних групп следует принимать 15 м.

Расстояние от этих резервуаров до резервуаров объемом более 400 м³ следует принимать по таблице 7.1, но не менее 15 м.

7.4 Площадь зеркала подземного резервуара должна составлять не более 7000 м², а общая площадь зеркала группы подземных резервуаров – не более 14 000 м².

Расстояние между стенками подземных резервуаров одной группы должно быть не менее 1 м.

7.5 Расстояние, м, между стенками ближайших резервуаров, расположенных в соседних группах, должно быть:

60 – наземных резервуаров номинальным объемом, м³ 20 000 и более;

40 – то же до 20 000;

15 – подземных резервуаров.

При размещении каждой группы наземных резервуаров в отдельном котловане или выемке, вмещающей всю хранимую в этих резервуарах жидкость, расстояние между верхними бровками соседних котлованов или выемок следует принимать 15 м.

7.6 По периметру каждой группы наземных резервуаров необходимо предусматривать ограждающую стену из негорючих материалов или замкнутое земляное обвалование шириной поверху, м, не менее:

0,5 – при расчетной высоте обвалования, м до 2,5;

1,0 – то же от 2,5 » 3,0 включ.;

2,0 – » св. 3,0.

Обвалование и ограждающая стена должны быть рассчитаны на гидростатическое давление разлившейся жидкости.

Высота обвалования или ограждающей стены каждой группы резервуаров должна быть на 0,2 м выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости, но не менее 1,0 м для резервуаров номинальным объемом до 10 000 м³ и не менее 1,5 м – для резервуаров объемом 10 000 м³ и более.

7.6.1 Обвалование и ограждающая стена должны быть нефилтующими (непроницаемыми).

7.6.2 Непроницаемость обвалования следует обеспечивать послойным (при тяжелых суглинках и глинах) или специальным уплотнением верхнего слоя в соответствии с таблицей 7.2.

Таблица 7.2

Вид укрепления откосов обвалования	Дорожно-климатические районы по СН 3.03.04	Характеристика грунтов основания	Наибольшая крутизна откосов обвалования
1 Укрепление внутреннего откоса глиной слоем 0,15 м	1, 2, 3	Любые грунты, кроме тяжелых суглинков и глин	1:1,5
2 Укрепление внутреннего откоса глинобетоном (80 % глины и 20 % щебня) слоем 0,15 м			
3 Укрепление внутреннего откоса грунтом, обработанным минеральными вяжущими материалами (цементом, известью) слоем до 0,10 м		Любые грунты, кроме засоленных тяжелых суглинков и глин	
4 Укрепление внутреннего откоса щебеночно-гравийными или песчаными материалами с обработкой органическими вяжущими слоем 0,06 м при высоте обвалования менее 2 м, 0,10 м – при высоте обвалования 2 м и более		Любые грунты	
5 Засев травами с планировкой по растительному слою земли слоем 0,15 м		Суглинок и глинистые	

7.6.3 При устройстве укрепления из глины необходимо предусматривать его защиту посевом трав по растительному грунту или обсыпку местным грунтом слоем не менее 0,1 м.

7.6.4 При размещении резервуарного парка на территории с дренирующими грунтами необходимо предусматривать противofiltrационные устройства.

К дренирующим грунтам следует относить грунты, имеющие при максимальной плотности при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733 коэффициент фильтрации не менее 0,5 м/сут.

7.6.5 Материалы обвалования, конструкции противотрассовых устройств (экранов или завес), рекомендуемый режим контроля грунтовых вод выбирают в соответствии с требованиями ТНПА и действующего законодательства.

7.6.6 Территория групп резервуаров внутри обвалования (ограждающей стены) должна быть спланирована с уклоном 0,005 к приемным устройствам канализации.

7.6.7 Свободный от застройки объем обвалованной территории, образуемый между внутренними откосами обвалования или ограждающими стенами, следует определять по расчетному объему разлившейся жидкости, равному номинальному объему наибольшего резервуара в группе или отдельно стоящего резервуара.

7.6.8 Расстояние от стенок резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования или до ограждающих стен следует принимать не менее 3 м – от резервуаров объемом до 10 000 м³ и не менее 6 м – от резервуаров объемом 10 000 м³ и более.

Группа из резервуаров объемом 400 м³ и менее общей вместимостью до 4000 м³, расположенная отдельно от общей группы резервуаров (за пределами ее внешнего обвалования), должна быть ограждена сплошным земляным валом или стеной высотой 0,8 м при вертикальных резервуарах и 0,5 м – при горизонтальных резервуарах. Расстояние от стенок этих резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования не нормируется.

7.7 Обвалования подземных резервуаров следует предусматривать только при хранении в них нефти и мазутов. Объем, образуемый между внутренними откосами обвалования, следует определять из условия удержания разлившейся жидкости в количестве 10 % объема наибольшего подземного резервуара в группе.

Обвалование группы подземных резервуаров для хранения нефти и мазутов допускается не предусматривать, если объем, образуемый между откосами земляного полотна автомобильных дорог вокруг группы этих резервуаров, удовлетворяет указанному условию.

7.8 В пределах одной группы наземных резервуаров внутренними земляными валами или ограждающими стенами следует отделять:

– каждый резервуар объемом 20 000 м³ и более или несколько меньших резервуаров суммарной вместимостью 20 000 м³;

– резервуары с маслами и мазутами от резервуаров с другими нефтепродуктами;

– резервуары для хранения бензинов от других резервуаров группы.

Высоту, м, внутреннего земляного вала или стены следует принимать:

1,3 – для резервуаров объемом 10 000 м³ и более;

0,8 – для остальных резервуаров.

7.9 Резервуары в группе следует располагать:

– при номинальном объеме, м³ до 1000 – не более чем в четыре ряда;

– то же от 1000 » 10 000 – не более чем в три ряда;

– » 10 000 и более – не более чем в два ряда.

7.10 Для каждой группы наземных вертикальных резервуаров, располагаемых в два ряда и более, необходимо предусматривать заезды внутрь обвалования для передвижной пожарной техники, если с внутренних дорог и проездов склада не обеспечивается подача огнетушащих средств в резервуары. При этом планировочная отметка проезжей части заезда должна быть на 0,2 м выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости.

7.11 Для перехода через обвалование или ограждающую стену, а также для подъема на обсыпку резервуаров необходимо на противоположных сторонах ограждения или обсыпки предусматривать лестницы-переходы из негорючих материалов шириной не менее 0,7 м в количестве четырех для группы резервуаров (по одной на каждой из сторон обвалования, ограждающей стены либо обсыпки) и не менее двух – для отдельно стоящих резервуаров.

Между переходами через обвалование и стационарными лестницами на резервуарах следует предусматривать пешеходные дорожки (тротуары) шириной не менее 0,75 м.

7.12 Внутри обвалования группы резервуаров не допускается прокладка транзитных трубопроводов.

Соединения трубопроводов, прокладываемых внутри обвалования, следует выполнять на сварке. Для присоединения арматуры допускается применять фланцевые соединения с негорючими прокладками.

8 Складские здания и сооружения для хранения нефтепродуктов в таре

8.1 На открытых площадках не допускается хранение в таре нефтепродуктов с температурой вспышки 45 °С и ниже.

8.2 Складские здания для нефтепродуктов в таре следует принимать:

– для ЛВЖ – одноэтажными;

– для ГЖ:

не более трех этажей – для зданий не ниже II степени огнестойкости;

одноэтажными – для зданий III степени огнестойкости.

Для хранения ГЖ в таре допускается предусматривать одноэтажные подземные сооружения.

На складах III категории допускается для хранения нефтепродуктов с температурой вспышки паров выше 120 °С в количестве до 60 м³ проектировать подземные сооружения из горючих материалов при условии засыпки этих сооружений слоем земли (с уплотнением) толщиной не менее 0,2 м и устройством пола из негорючих материалов.

8.3 Общая вместимость одного складского здания или площадки под навесом для нефтепродуктов в таре не должна превышать 1200 м³ ЛВЖ или 6000 м³ ГЖ.

При одновременном хранении ЛВЖ и ГЖ указанная вместимость устанавливается по приведенной вместимости, определяемой следующим образом: 1 м³ легковоспламеняющихся нефтепродуктов приравнивается к 5 м³ горючих нефтепродуктов.

Площадки под навесами для хранения нефтепродуктов в таре следует разделять перегородками из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 45 мин, выступающими на расстояние не менее 1 м за границы складированной тары, на секции вместимостью не более 200 м³ для легковоспламеняющихся или не более 1000 м³ – для горючих нефтепродуктов.

8.4 В дверных проемах внутренних стен и перегородок следует предусматривать пороги с пандусами высотой 0,1 м.

8.5 Грузовые платформы (рампы) для железнодорожного и автомобильного транспорта должны быть из негорючих материалов.

8.6 По периметру площадок для хранения нефтепродуктов в таре необходимо предусматривать замкнутое обвалование или ограждающую стену из негорючих материалов высотой 0,5 м. Для прохода или проезда на площадку следует предусматривать лестницы и пандусы.

8.7 При проектировании складских зданий и площадок под навесами для хранения нефтепродуктов в таре (бочках, канистрах, специальных контейнерах и др.) при механизированной укладке тары следует принимать:

– высоту стеллажей или штабелей поддонов – не более 5,5 м;

– размещение тары на каждом ярусе стеллажа в один ряд по высоте и два ряда по ширине;

– ширину штабеля – из условия размещения не более четырех поддонов;

– ширину проездов между стеллажами и штабелями – в зависимости от габаритов применяемых средств механизации, но не менее 1,4 м;

– ширину проходов между стеллажами и штабелями – не менее 1,0 м.

8.8 При проектировании открытых площадок для хранения нефтепродуктов в таре следует принимать:

– количество штабелей тары с нефтепродуктами – не более шести;

– размеры штабеля, м, не более: длина – 25, ширина – 15 и высота – 5,5;

– укладку тары или поддонов в штабеле – в два ряда с проходами или проездами между ними в соответствии с 8.7;

– расстояние между штабелями соседних площадок – 15 м.

8.9 Открытые площадки для хранения порожних металлических бочек (бывших в употреблении и загрязненных нефтепродуктами) следует проектировать в соответствии с 8.8, принимая укладку в штабеле порожних бочек в четыре яруса по высоте.

9 Сливоналивные эстакады

9.1 Сливоналивные эстакады следует располагать на прямом горизонтальном участке железнодорожного пути.

На складах III категории односторонние сливоналивные эстакады допускается располагать на кривых участках пути радиусом не менее 200 м.

9.2 Железнодорожные пути, на которых располагаются сливоналивные эстакады, должны иметь съезд на параллельный обгонный путь, позволяющий осуществлять вывод не менее одной трети цистерн, находящихся под загрузкой, в обе стороны от эстакад.

При реконструкции действующих двухсторонних эстакад и невозможности устройства обгонного пути, а также для односторонних эстакад допускается предусматривать тупиковый путь (с установкой в конце его лебедки), длину которого следует увеличивать на 30 м (для возможности расцепки состава при пожаре), считая от крайней цистерны расчетного маршрутного состава до упорного бруса.

9.3 Не допускается предусматривать эстакады на железнодорожных путях, предназначенных для сквозного проезда локомотивов.

9.4 На складах I категории сливоналивные эстакады для ЛВЖ и ГЖ должны быть отдельными.

9.5 Расстояние между осями ближайших железнодорожных путей соседних сливоналивных эстакад, расположенных на параллельных путях, должно быть не менее 20 м.

Расстояние от оси железнодорожного пути склада или предприятия до оси ближайшего пути со сливоналивной эстакадой должно быть не менее 20 м для сливаемых нефти и нефтепродуктов с температурной вспышки не выше 120 °С и не менее 10 м – для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С и мазутов.

9.6 Промежуточные резервуары сливоналивных устройств (кроме сливных емкостей для нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С и мазутов) не допускается размещать под железнодорожными путями.

9.7 Площадки для сливоналивных эстакад должны иметь твердое покрытие, устойчивое к воздействию нефтепродуктов, огражденное по периметру бортиком высотой не менее 0,2 м, и уклоны не менее 2 % для стока жидкости к приемным устройствам (лоткам, колодцам, приемкам).

9.8 На сливоналивных эстакадах лестницы должны быть из негорючих материалов в торцах, а также по длине эстакад на расстоянии друг от друга не более 100 м. Лестницы должны иметь ширину не менее 0,7 м и уклон не более 1:1.

Лестницы и эстакады должны иметь ограждения высотой не менее 1 м.

9.9 Площадки налива автомобильных цистерн объединяют по группам нефтепродуктов и размещают под навесами. Конструкция навеса должна быть изготовлена из негорючих материалов.

9.10 На станциях и пунктах налива нефтепродуктов в автомобильные цистерны должны устанавливаться сигнализаторы дозрывных концентраций.

Система постоянного контроля за состоянием взрывобезопасности среды на территории автомобильной наливной эстакады при превышении концентраций паров нефтепродуктов в зоне налива более 20 % нижнего концентрационного предела распространения пламени должна обеспечивать:

- отключение энергообеспечения эстакады;
- блокирование движения автомобильного транспорта;
- светозвуковое информирование водителей о недопущении запуска двигателей автомобилей.

9.11 При наливке ЛВЖ и ГЖ следует использовать телескопические или шарнирно-сочлененные трубы. Расстояние от конца наливной трубы до нижней образующей цистерны должно быть не более 200 мм.

9.12 В целях исключения перелива продукта через край горловины котла цистерны необходимо применять автоматические предельные ограничители уровня налива, позволяющие прекращать налив при достижении заданного значения.

9.13 Все площадки для автоцистерн должны быть оборудованы устройством для отвода статического электричества от автоцистерн при сливно-наливных операциях. Заземлитель целесообразно располагать вне зоны В-1 согласно [1].

10 Разливочные, расфасовочные

10.1 У сплошных (без проемов) стен разливочных на расстоянии не менее 2 м (снаружи здания) допускается размещать раздаточные резервуары объемом каждого не более 25 м³ и общей вместимостью не более 200 м³. Расстояние между раздаточными резервуарами следует принимать не менее 1 м.

10.2 Раздаточные резервуары объемом не более 100 м³, предназначенные для выдачи масел, требующих подогрева, допускается размещать так, чтобы их торцы располагались в помещении разливочной, а также резервуары объемом не более 25 м³ допускается размещать в помещении разливочной; при этом должен быть обеспечен отвод паров из резервуаров за пределы помещения.

10.3 В одноэтажных зданиях разливочных и расфасовочных, предназначенных для налива масел, допускается размещать в подвальных помещениях резервуары для масел общей вместимостью не более 400 м³.

Выходы из указанных подвальных помещений должны быть непосредственно наружу и не должны сообщаться с первым этажом зданий.

11 Насосные станции для перекачки нефти и нефтепродуктов (продуктовые насосные станции)

11.1 В здании продуктовой насосной станции следует предусматривать размещение станций катодной защиты трубопроводов, пункта контроля и управления, помещений для установки средств автоматического управления технологическим процессом и других помещений в соответствии с 4.1 и настоящим разделом.

На складах III категории в здании насосной станции допускается размещать дизель-генераторы.

11.2 Торцы подземных горизонтальных резервуаров для нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С и мазутов допускается располагать в помещениях насосной станции, обслуживающей эти резервуары, или пункта контроля и управления.

11.3 При размещении узлов задвижек в отдельном помещении оно должно отделяться от помещения для насосов противопожарной перегородкой 1 типа, перекрытиями 3 типа и иметь выход непосредственно наружу.

11.4 В зданиях продуктовых насосных станций помещение для электродвигателей насосов (кроме взрывозащищенных) или двигателей внутреннего сгорания должно быть отделено от помещения для насосов противопожарной перегородкой 1 типа без проемов и перекрытиями 3 типа.

11.5 Насосы для перекачки нефти и нефтепродуктов следует размещать в зданиях или на площадках (открытых или под навесами).

11.6 Узлы задвижек, как правило, следует размещать вне здания продуктовой насосной станции на расстоянии (до ближайшей задвижки) не менее: от стены здания с проемами – 3 м и от стены здания без проемов – 1 м. Узлы задвижек допускается размещать в одном помещении с насосами при количестве основных рабочих насосов (не считая резервных, зачистных, вакуумных и др. вспомогательных насосов) в этом помещении:

а) на складах I и II категории – не более 6 насосов для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки ниже 120 °С (кроме мазутов) или не более 10 насосов для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки 120 °С и выше и мазутов;

б) на складах III категории – не более 10 насосов для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки ниже 120 °С или при любом количестве насосов для нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки 120 °С и выше;

в) при перекачке мазутов, подогреваемых до температуры, на 10 °С ниже температуры вспышки, на складах I и II категорий – не более 15 и на складах III категории – не более 10 насосов.

При размещении узлов задвижек в отдельном помещении оно должно отделяться от помещения с насосами противопожарной перегородкой 1-го типа и иметь выход непосредственно наружу.

В местах расположения узлов задвижек следует предусматривать в полу слив для отвода стоков в закрытый сборник или колодец с гидравлическим затвором на сети производственной канализации.

11.7 В продуктовых насосных станциях ширина проходов между выступающими частями насосов должна быть не менее 1 м. Ширину проходов между насосами шириной до 0,6 м и высотой до 0,5 м допускается уменьшать до 0,7 м.

12 Особенности проектирования складов нефти и нефтепродуктов второй группы

12.1 Расстояние от жилых и общественных зданий до складов нефтепродуктов предприятий следует принимать по таблицам 6.1 и 6.2 настоящих строительных норм, до складов горючих нефтепродуктов, предусматриваемых в составе котельных, дизельных электростанций и др. энергетических объектов, обслуживающих жилые и общественные здания, – в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315.

Расстояние от расходного склада нефтепродуктов до зданий и сооружений предприятия следует принимать в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-315, до зданий и сооружений соседнего предприятия – по таблице 6.1 настоящих строительных норм.

12.2 Расстояние от наземных резервуаров для нефтепродуктов до зданий и других сооружений склада следует принимать по таблице 12.1.

Таблица 12.1

Здания и сооружения	Расстояние, м, от наземных резервуаров для нефтепродуктов	
	легковоспламеняющихся	горючих
1 Здания и площадки продуктовых насосных станций, разливочные, расфасовочные	10	8
2 Складские здания и площадки для хранения нефтепродуктов в таре, сливоналивные устройства для железнодорожных и автомобильных цистерн, раздаточные колонки нефтепродуктов	15	10
3 Одиночные сливоналивные устройства для автоцистерн (до 3 стояков)	10	8
4 Воздушные линии электропередачи	Целесообразно принимать с учетом [1]	

12.3 Расстояние от подземных резервуаров для нефтепродуктов до зданий и сооружений склада, указанных в таблице 12.1 (пункты 1–3), допускается уменьшать до 50 %.

Расстояние от подземных резервуаров для горючих нефтепродуктов и от наземных резервуаров для нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С до продуктовых насосных станций этих нефтепродуктов не нормируется.

12.4 Расстояние, м, от продуктовых насосных и складских зданий для нефтепродуктов в таре до сливоналивных устройств (для железнодорожных и автомобильных цистерн) следует принимать не менее:

10 – для легковоспламеняющихся нефтепродуктов;

8 – для горючих нефтепродуктов.

12.5 Расстояние от наземных резервуаров, складских зданий для хранения нефтепродуктов в таре и резервуарах, продуктовых насосных станций, разливающих, расфасовочных, сливноналивных устройств для железнодорожных и автомобильных цистерн и сливных (промежуточных) резервуаров для нефтепродуктов до железнодорожных путей и автомобильных дорог следует принимать по таблице 12.2.

Для подземных резервуаров значения, указанные в таблице 12.2, допускается уменьшать до 50 %.

Расстояние от складских зданий для хранения в таре и резервуарах нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С, а также от раздаточных колонок жидкого топлива и масел для экипировки локомотивов до внутренних железнодорожных путей предприятия допускается принимать по габариту приближения строений к железнодорожным путям по ГОСТ 9238.

Таблица 12.2

Дороги	Расстояние, м, от зданий и сооружений с нефтепродуктами	
	легковоспламеняющимися	горючими
1 До оси железнодорожных путей общей сети	50	30
2 До оси внутренних железнодорожных путей предприятия (кроме путей, по которым перевозят жидкий чугун, шлак и горячие слитки)	20	10
3 До края проезжей части автомобильных дорог: общей сети предприятия	15	10
	9	5

12.6 В помещениях продуктовых насосных и складских помещениях для хранения нефтепродуктов в таре и резервуарах в дверных проемах в противопожарных перегородках следует предусматривать пороги с пандусами высотой 0,15 м.

12.7 На предприятиях в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости, а также в одноэтажных зданиях с каркасом и ограждающими конструкциями из негорючих материалов класса К0, в том числе с утеплителем групп горючести не ниже Г2, допускается иметь нефтепродукты в количестве не более указанного в таблице 12.3; при этом условия хранения должны соответствовать приведенным в данной таблице.

Выпуск паров ЛВЖ и ГЖ из резервуаров в помещение, в котором они установлены, не допускается.

Таблица 12.3

Условия хранения	Количество нефтепродуктов (в резервуарах и таре), м ³	
	легковоспламеняющихся	горючих
1 Специальное помещение, отделенное от соседних помещений противопожарными перегородками 1 типа и перекрытиями 3 типа и имеющее выход непосредственно наружу, в зданиях: I и II степеней огнестойкости с каркасом и ограждающими конструкциями из негорючих материалов, в том числе с утеплителем групп горючести не ниже Г2	30 10	150 50
2 Помещения категорий Г и Д в зданиях I и II степеней огнестойкости	1	5
3 Подвальные помещения, отделенные от соседних помещений противопожарными перегородками 1 типа и перекрытиями 3 типа и имеющие выход непосредственно наружу, в зданиях I и II степеней огнестойкости	Не допускается	300

4 То же, подвальные помещения с резервуарами (баками) для масел в зданиях:		
I и II степеней огнестойкости	Не допускается	400
III степени огнестойкости	То же	100

12.8 Из наземных резервуаров единичной и общей вместимостью более 1 м³ для легковоспламеняющихся и 5 м³ для горючих нефтепродуктов, устанавливаемых в производственных зданиях, следует предусматривать слив в аварийный подземный резервуар или опорожнение их продуктовыми насосами в резервуары основной емкости склада.

Объем аварийного резервуара должен быть не менее 30 % суммарной вместимости всех резервуаров и не менее вместимости наибольшего резервуара помещения.

Аварийный резервуар, в котором обеспечивается самотечный слив, должен быть подземным и располагаться снаружи здания на расстоянии не менее 1 м от стен без проемов и не менее 5 м от стен с проемами. Специальный аварийный резервуар не предусматривают, если обеспечивается самотечный слив нефтепродуктов в резервуары основной емкости склада.

При самотечном сливе трубопроводы аварийного слива должны быть снабжены гидрозатворами и иметь диаметр не менее 100 мм.

На каждом аварийном трубопроводе, соединяющем резервуары с аварийным резервуаром, должно быть запорное устройство, устанавливаемое вне здания или на первом этаже (как правило, вблизи выхода наружу).

Продуктовые насосы, обеспечивающие откачку нефтепродуктов при аварии, необходимо размещать в отдельном от резервуаров помещении или вне здания. Аварийный слив из резервуаров (баков) для масел, размещаемых в подвальных помещениях, допускается не предусматривать.

13 Пожаротушение

13.1 На СНН следует предусматривать систему пенного пожаротушения и водяного охлаждения. Условия применения и особенности проектирования систем пенного пожаротушения приведены в приложении Б.

13.2 При проектировании систем пожаротушения и охлаждения для зданий и сооружений СНН следует учитывать требования настоящих строительных норм, а также иных ТНПА к устройству сетей противопожарного водопровода и сооружений на них.

13.3 Для наземных резервуаров нефти и нефтепродуктов объемом 5000 м³ и более, а также для зданий и помещений склада, указанных в 13.5, следует предусматривать системы автоматического пожаротушения.

На складах категории IIIа при наличии не более двух наземных резервуаров объемом 5000 м³ допускается предусматривать тушение пожара этих резервуаров передвижной пожарной техникой при условии оборудования резервуаров стационарно установленными генераторами пены и сухими трубопроводами (с соединительными головками для присоединения пожарной техники и заглушками), выведенными за обвалование.

13.4 Для подземных резервуаров объемом 5000 м³ и более, сливноналивных эстакад и устройств для железнодорожных и автомобильных цистерн на складах I и II категорий следует предусматривать стационарные системы пожаротушения (неавтоматические).

13.5 Здания и помещения СНН, подлежащие оборудованию стационарными установками автоматического пожаротушения, приведены в таблице 13.1.

13.6 Для наземных и подземных резервуаров объемом менее 5000 м³, продуктовых насосных станций, размещаемых на площадках, сливноналивных эстакад и устройств для железнодорожных и автомобильных цистерн на складах III категории, а также указанных в 13.5 зданий и помещений СНН, если площадь этих помещений и производительность насосных станций менее приведенных в таблице 13.1, следует, как минимум, предусматривать тушение пожара передвижной пожарной техникой. При этом

на резервуарах объемом от 1000 до 5000 м³ следует устанавливать сухие сети растворопроводов для обеспечения подачи пены в резервуар (в слой горючего) с установкой за пределами обвалования высоконапорных генераторов с соединительными головками и заглушками.

Таблица 13.1

Здания склада	Помещения, подлежащие оборудованию установками автоматического пожаротушения
1 Здания продуктовых насосных станций (кроме резервуарных парков магистральных нефтепроводов), канализационных насосных станций для перекачки неочищенных производственных сточных вод (с нефтью и нефтепродуктами) и уловленных нефти и нефтепродуктов	Помещения для насосов и узлов задвижек площадью пола 300 м ² и более
2 Здания насосных станций резервуарных парков магистральных нефтепроводов	Помещения для насосов и узлов задвижек на станциях производительностью 1200 м ³ /ч и более
3 Складские здания для хранения нефтепродуктов в таре	Складские помещения площадью не менее 500 м ² для нефтепродуктов с температурой вспышки не выше 120 °С и площадью не менее 750 м ² – для остальных нефтепродуктов
4 Прочие здания склада (разливочные, расфасовочные и др.)	Производственные помещения площадью более 500 м ² , в которых имеются нефть и нефтепродукты в количестве более 15 кг/м ²

13.7 Наземные резервуары объемом 5000 м³ и более должны быть оборудованы стационарными установками охлаждения.

Для резервуаров с теплоизоляцией из негорючих материалов допускается не присоединять стационарную установку охлаждения к противопожарному водопроводу, при этом ее сухие трубопроводы должны быть выведены за пределы обвалования и оборудованы соединительными головками и заглушками.

Подача воды на охлаждение наземных резервуаров объемом менее 5000 м³, а также подземных резервуаров объемом более 400 м³ предусматривается передвижной пожарной техникой.

На складах I и II категорий для охлаждения железнодорожных цистерн, сливноналивных устройств на эстакадах следует предусматривать стационарные лафетные стволы.

На складах III категории охлаждение железнодорожных цистерн, сливноналивных устройств на эстакадах осуществляется переносными лафетными стволами от передвижной пожарной техники.

13.8 На складах III категории с резервуарами объемом менее 5000 м³ допускается не устраивать противопожарный водопровод, а предусматривать подачу воды на охлаждение и тушение пожара передвижной пожарной техникой из противопожарных емкостей (резервуаров) или открытых искусственных и естественных водоемов.

13.9 За расчетный расход воды при пожаре на СНН следует принимать один из наибольших расходов:

- на пожаротушение и охлаждение резервуаров (исходя из наибольшего расхода при пожаре одного резервуара);
- на пожаротушение и охлаждение железнодорожных цистерн, сливноналивных устройств и эстакад или на пожаротушение сливноналивных устройств для автомобильных цистерн;
- наибольший суммарный расход на наружное и внутреннее пожаротушение одного из зданий склада.

13.10 Расход огнетушащих средств следует определять, исходя из интенсивности их подачи на 1 м² расчетной площади тушения нефти и нефтепродуктов.

Расчетную площадь тушения следует принимать равной:

- в наземных вертикальных резервуарах со стационарной крышей, резервуарах с понтоном – площади горизонтального сечения резервуара; в резервуарах с плавающей крышей – площади кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для ограждения пены (на плавающей крыше) при тушении автоматической системой и площади горизонтального сечения – при тушении передвижной пожарной техникой;
- в подземных резервуарах – площади горизонтального сечения резервуара;
- в горизонтальных резервуарах – площади резервуара в плане;
- для наземных резервуаров объемом до 400 м^3 , расположенных на одной площадке группой общей вместимостью до 4000 м^3 – площади в пределах обвалования этой группы, но не более 300 м^2 ;
- для сливноналивных железнодорожных эстакад – площади эстакады по внешнему контуру сооружения, включая железнодорожный(-е) путь(-и), но не более 1000 м^2 ;
- для сливноналивных устройств для автомобильных цистерн – площади площадки, занимаемой заправочными островками, но не более 800 м^2 ;
- в складских зданиях для хранения нефтепродуктов в таре (на внутреннее пожаротушение) – площади пола наибольшего складского помещения;
- на внутреннее пожаротушение продуктовых насосных и канализационных насосных станций, разливочных, расфасовочных и других производственных зданий – площади пола наибольшего помещения (из указанных в таблице 13.1), в котором имеются нефть и нефтепродукты.

13.11 Расход воды на охлаждение наземных вертикальных резервуаров следует определять расчетом, исходя из интенсивности подачи воды, принимаемой по таблице 13.2.

Таблица 13.2

Система охлаждения резервуаров	Интенсивность подачи воды на 1 м длины, л/с	
	окружности горящего резервуара	половины окружности соседнего резервуара
1 Стационарная установка охлаждения для резервуаров с высотой стенки, м:		
св. 12	0,75	0,30
до 12 включ. и для резервуаров с плавающей крышей	0,50	0,20
2 Передвижная пожарная техника	0,80	0,30

Общий расход воды определяется как сумма расходов на охлаждение горящего резервуара и соседних с ним в группе.

При расчете допускается не учитывать подачу воды на охлаждение соседних с горящим наземных резервуаров:

- с теплоизоляцией из негорючих материалов; при этом на площадке должен предусматриваться неприкосновенный запас воды в объеме не менее 800 м^3 для резервуаров объемом не более $10\,000 \text{ м}^3$, 2000 м^3 – для резервуаров объемом более $10\,000 \text{ м}^3$, а расстояние между резервуарами объемом более $10\,000 \text{ м}^3$ в этом случае следует увеличивать до 40 м;
- расположенных на расстоянии более двух нормативных расстояний (указанных в 7.2) от горящего резервуара.

13.12 Общий расход воды на охлаждение наземных горизонтальных резервуаров объемом не менее 100 м^3 (горящего и соседних с ним) следует принимать 20 л/с , двух и более резервуаров емкостью от 25 до 100 м^3 – 15 л/с .

13.13 Общий расход воды, л/с на охлаждение подземных резервуаров (горящего и соседних с ним) принимают:

- 10 – при объеме, м^3 , наибольшего резервуара св. 400 до 1000 включ.;
- 20 – то же » 1000 » 5000 » ;

30 – » » 5000 » 30 000 » ;
50 – » » 30 000 » 50 000 » .

13.14 Общий расход воды на охлаждение лафетными стволами железнодорожных цистерн, сливноналивных устройств на эстакадах следует принимать из расчета одновременной работы двух лафетных стволов, но не менее 40 л/с.

Число и расположение лафетных стволов следует определять из условия орошения железнодорожных цистерн и каждой точки эстакады двумя компактными струями.

Диаметр насадков лафетных стволов следует принимать не менее 28 мм.

Лафетные стволы следует устанавливать на расстоянии не менее 15 м от железнодорожных путей эстакады.

13.15 Свободный напор сети противопожарного водопровода при пожаре следует принимать:

– при охлаждении резервуаров стационарной установкой – по технической характеристике кольца орошения, но не менее 10 м на уровне кольца орошения;

– при охлаждении резервуаров передвижной пожарной техникой – по технической характеристике пожарных стволов, но не менее 40 м.

13.16 Расчетную продолжительность охлаждения резервуаров (горящего и соседних с ним) следует принимать:

– наземных резервуаров при тушении пожара автоматической системой – 4 ч, передвижной пожарной техникой – 6 ч;

– подземных резервуаров – 3 ч.

13.17 Время восстановления неприкосновенного запаса воды в противопожарных резервуарах (после пожара) не должно превышать 96 ч.

13.18 Для СНН III категории, расположенных вне населенных пунктов, со складом нефтепродуктов в подземных резервуарах общей вместимостью не более 400 м³ системы пожаротушения и противопожарного водоснабжения допускается не предусматривать.

13.19 На СНН с системой автоматического пожаротушения резервуаров, продуктовых насосных станций, складских зданий для хранения нефтепродуктов в таре, разливочных, расфасовочных и при оборудовании резервуаров стационарными установками охлаждения следует предусматривать пожарные посты или помещения для пожарного оборудования при общей вместимости склада:

– до 100 тыс. м³ включ. – помещения площадью не менее 20 м² для пожарного оборудования и пожарных мотопомп;

– св. 100 тыс. до 500 тыс. м³ включ. – пожарный пост на один автомобиль с боксом для резервного автомобиля;

– св. 500 тыс. м³ – пожарный пост на два автомобиля.

Для СНН, где пожаротушение резервуаров, зданий и сооружений предусматривается с помощью стационарной системы (неавтоматической) и (или) передвижной пожарной техники, пожарные депо, посты или пункты пожаротушения должны предусматриваться из расчета размещения этой техники. При этом расположение пожарных депо и постов следует принимать с учетом требований ТКП 45-3.01-155.

14 Водоснабжение и канализация

14.1 Системы водоснабжения на СНН и внутренний водопровод следует проектировать в соответствии с ТНПА, если требования к ним не определены в настоящем разделе.

14.2 На СНН следует предусматривать, как правило, системы хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения. Допускается объединять противопожарный водопровод с хозяйственно-питьевым или производственным.

14.3 Расход (норму) воды потребителями СНН следует принимать:

– на бытовые нужды, поливку, а также внутреннее пожаротушение административно-бытовых зданий и помещений (вспомогательных) и складских помещений общего назначения – по ТНПА;

– на внутреннее пожаротушение производственных зданий (в том числе складских зданий для нефтепродуктов в таре) и пожаротушение технологических сооружений (резервуаров, сливноналивных устройств и др.) – по разделу 13;

– на производственные нужды – по паспортным данным установленного оборудования и в соответствии с технологическим расчетом.

14.4 На территории СНН следует предусматривать производственную и (или) производственно-дождевую канализацию для приема:

а) производственных сточных вод:

– от мытья бочек из-под нефтепродуктов, площадок со сливноналивными устройствами, полов в продуктовых насосных станциях и др.;

– подтоварных из резервуаров;

б) дождевых вод с открытых площадок для сливноналивных устройств и другого технологического оборудования (где эти воды могут быть загрязнены нефтью или нефтепродуктами), обвалованной площадки резервуарного парка или хранения нефтепродуктов в таре;

в) воды от охлаждения резервуаров при пожаре.

14.4.1 Сточные воды от душевых и умывальников в количестве не более 5 м³/сут, очищенные на местных очистных сооружениях, при отсутствии бытовой канализации допускается отводить в производственно-дождевую канализацию.

14.4.2 Канализация для приема подтоварных вод из резервуарных парков насосных станций магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов не предусматривается.

14.5 Сточные воды от резервуаров и технологических установок, связанных с хранением и применением бензинов, а также сточные воды лаборатории, содержащие тетраэтилсвинец, следует удалять отдельной канализацией на очистные сооружения, предназначенные для очистки этих стоков, или собирать в отдельные сборники (вне зданий и установок) и вывозить в специально отведенные места.

Отдельную канализацию для указанных сточных вод предусматривать не следует при общем количестве производственных сточных вод склада не более 100 м³/сут и доочистке их на озонаторных установках.

14.6 Сточные воды от очистки резервуаров для нефти и нефтепродуктов не допускается сбрасывать в сеть канализации. Эти сточные воды должны отводиться по трубопроводам со сборно-разборными соединениями в шламонакопители и после отстаивания в шламонакопителях отводиться сетью производственной или производственно-дождевой канализации на очистные сооружения склада.

14.7 Дождеприемники на обвалованной площадке резервуарного парка должны быть оборудованы запорными устройствами (хлопушками, задвижками и др.), приводимыми в действие с ограждающего вала или из мест, находящихся за пределами внешнего ограждения (обвалования) парка.

14.8 Сети производственной и производственно-дождевой канализации СНН следует проектировать из негорючих материалов, как правило, подземными. Диаметр самотечных трубопроводов производственно-дождевой канализации должен быть не менее 200 мм.

14.9 На площадках железнодорожных эстакад (вдоль сливноналивных устройств) следует предусматривать открытые лотки с уклоном к дождеприемникам.

14.10 В колодцах на сетях производственной или производственно-дождевой канализации следует предусматривать установку гидравлических затворов высотой не менее 0,25 м:

– на магистральной сети канализации – через 400 м;

– на выпусках из зданий (продуктовой насосной станции, разливочной, лаборатории и др.);

– на выпусках от дождеприемников, расположенных на обвалованной площадке резервуарного парка, за пределами обвалования;

– на выпусках от дождеприемников, расположенных на площадках сливноналивных устройств (для железнодорожных или автомобильных цистерн);

– на канализационной сети до и после нефтеловушки, на расстоянии от нее не менее 10 м.

14.11 Производственные сточные воды и дождевые воды, загрязненные нефтью и нефтепродуктами, должны быть очищены на местных очистных сооружениях склада. Состав очистных сооружений и степень очистки определяется в зависимости от дальнейшего использования этих вод (оборотное водоснабжение, испарение, заводнение на нефтепромыслах, сброс на очистные сооружения промузла или соседнего предприятия, спуск в водоем и т. п.).

14.12 При отсутствии данных в задании на проектирование концентрацию загрязнений в производственных сточных водах СНН следует принимать по таблице 14.1.

Таблица 14.1

Вид сточных вод	Концентрация загрязнений, мг/л		
	Взвешенные вещества	Нефть и нефтепродукты	БПК полн.
1 Сточные воды от мытья площадок для сливно-наливных устройств и другого технологического оборудования и дождевые воды с этих площадок; производственные сточные воды из зданий продуктовых насосных станций, разливающих, лабораторий и др.	600	700–1000	По расчету, но не менее 200
2 Подтоварные воды из резервуаров для нефтепродуктов	20	1000–2000	По расчету, но не менее 60
3 Сточные воды от мытья бочек из-под нефтепродуктов	50	5000	По расчету, но не менее 200
4 Дождевые воды с обвалованной площадки резервуарного парка	300	20	По расчету, но не менее 8

14.13 Пропускная способность сети и сооружений производственно-дождевой канализации должна быть рассчитана на прием сточных вод от производственных зданий и сооружений и наибольший из следующих расчетных расходов:

- подтоварных вод от одного наибольшего резервуара, кроме резервуарных парков насосных станций магистральных нефтепродуктов и нефтепродуктопроводов;
- дождевых вод с открытых площадок для сливноналивных устройств;
- дождевых вод с обвалованной площадки резервуарного парка при регулируемом сбросе;
- от охлаждения резервуаров во время пожара при регулируемом сбросе.

Расчетный расход дождевых вод с обвалованной площадки резервуарного парка или воды от охлаждения резервуаров во время пожара определяется при регулируемом сбросе, исходя из условия отведения этих вод с обвалованной площадки парка в течение 24 ч.

14.14 Для механической очистки производственных и дождевых сточных вод на СНН следует применять следующие основные очистные сооружения: песколовки, нефтеловушки, флотационные установки, резервуары-отстойники, пруды-отстойники, пруды-испарители и др.

Для очистки сточных вод, загрязненных тетраэтилсвинцом, следует предусматривать, как правило, озонаторные установки или пруды-отстойники, рассчитанные на отстаивание сточных вод в течение 30 сут.

Требования к качеству очищенных сточных вод, используемых повторно, при отсутствии других требований в задании на проектирование следует принимать по таблице 14.2.

Степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты и отводимых в централизованную систему канализации, определяется требованиями ТНПА и законодательством.

Таблица 14.2

Вид повторного использования очищенных сточных вод	Требуемое качество очищенных сточных вод, мг/л				pH
	Нефть и нефтепродукты	Тетраэтилсвинец	Взвешенные вещества	БПК полн.	
1 Мытье резервуаров (при их зачистке), площадок со сливоналивными устройствами или эстакадами, площадок стоянки автотранспорта	20	Отсутствие	20	15–20	6,5
2 Пополнение противопожарного запаса:	20 0,05	Отсутствие			
на охлаждение			20	15–20	7–8
на приготовление раствора пенообразователя			20	15–20	7–8
3 Подписка оборотной системы продуктовых насосных, системы промводоснабжения котельной, собственные нужды очистных сооружений (промывка фильтров, уплотнение сальников, пополнение потерь в оборотной системе)	2–3		2–3	3–4	7–8
4 Полив дорог и площадок очистных сооружений	2–3		2–3	3–4	7–8

14.15 Нефтеловушки пропускной способностью не более 15 л/с допускается объединять в одном блоке со сборным резервуаром уловленных нефти и нефтепродуктов и с камерой для установки насосов.

14.16 Земляные канализационные сооружения (пруды-отстойники, пруды-испарители, шламонакопители и др.) СНН, а также аварийные земляные сооружения должны иметь противотрифильтрационную защиту откосов и днищ (экраны из полимерных пленок, глины и др.), исключающую загрязнение нефтью и нефтепродуктами почв, грунтов и подземных вод.

14.17 Сбор уловленных нефти и нефтепродуктов от всех сооружений производственной и производственно-дождевой канализации (нефтеловушек, прудов-отстойников, флотационных установок и др.) следует предусматривать в отдельный резервуар объемом, определяемым из условия опорожнения резервуара насосом в течение 10 мин, но во всех случаях не менее 5 м³.

14.18 Канализационные насосные станции для перекачки уловленных нефти и нефтепродуктов следует проектировать в соответствии с требованиями к проектированию продуктовых насосных станций склада.

14.19 Наземные резервуары со стационарной крышей для обезвоживания уловленных на очистных сооружениях нефти и нефтепродуктов (разделочные резервуары), для регулирования количества сточных вод, поступающих на очистные сооружения склада (буферные резервуары), и резервуары-отстойники следует проектировать в соответствии с требованиями, установленными в настоящем разделе для резервуарных парков и резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Пожаротушение для указанных резервуаров не предусматривается.

14.20 В канализационных насосных станциях СНН допускается предусматривать установку в одном помещении насосов для перекачки производственных сточных вод, уловленных нефти и нефтепродуктов, осадка из канализационных очистных сооружений (нефтеловушек, флотационных установок и др.), а также для перекачки бытовых сточных вод.

15 Теплоснабжение, отопление и вентиляция

15.1 Теплоснабжение, отопление и вентиляцию зданий и сооружений СНН следует проектировать в соответствии с требованиями ТНПА с учетом требований настоящего раздела.

15.2 Для СНН следует предусматривать централизованное теплоснабжение, при обосновании допускается предусматривать теплоснабжение от собственной котельной.

15.3 В системах теплоснабжения для отопления и вентиляции зданий в качестве теплоносителя следует принимать воду по температурному графику ($150\text{ }^{\circ}\text{C} - 70\text{ }^{\circ}\text{C}$).

При обосновании допускается применение воды по более низкому температурному графику, а также водяного пара.

Для отдельно стоящих мелких потребителей тепла (менее 30 кВт каждый) при удаленности их от ближайшей точки тепловых сетей на 100 м и более можно предусматривать электрическое отопление. Не допускается электрическое отопление помещений категорий А и Б.

Для подогрева воды единичных потребителей горячего водоснабжения допускается применять электрические водонагреватели.

15.4 Поддержание внутренней температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха следует предусматривать в производственных помещениях с постоянным (свыше 2 ч в смену) пребыванием обслуживающего персонала.

15.5 Значения внутренней температуры помещений принимают согласно СН 4.02.03.

15.6 Системы отопления и отопительные приборы для производственных зданий СНН предусматривают согласно СН 4.02.03.

В помещениях категорий А и Б, имеющих приточную вентиляцию, следует проектировать, как правило, воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией. При обслуживании помещения одной приточной системой, используемой для воздушного отопления, в ней следует предусматривать резервный вентиляционный агрегат.

Для дежурного отопления следует использовать, как правило, основные отопительные системы; при обосновании допускается применение специальных систем дежурного отопления с местными нагревательными приборами.

15.7 Обогрев полов открытых продуктовых насосных не предусматривается.

15.8 Прокладка трубопроводов отопления под полом помещений категорий А и Б в каналах не допускается.

15.9 Необходимый воздухообмен в производственных помещениях СНН следует рассчитывать по количеству выделяющихся в помещении вредных веществ, тепла и влаги.

Если невозможно установить количество вредных выделений, допускается определять воздухообмен в помещениях объемом более 500 м^3 по кратности в соответствии с таблицей 15.1.

При определении воздухообмена по кратности высоту помещений следует принимать:

- при высоте помещений, м до 4 включ. – 4 м;
- то же от 4 » 6 » – по фактической высоте;
- » св. 6 – 6 м.

Таблица 15.1

Продукты, обращающиеся в технологическом процессе	Кратность воздухообмена в 1 час		Коэффициент увеличения при температуре продукта выше $80\text{ }^{\circ}\text{C}$
	при отсутствии сернистых соединений	при наличии сернистых соединений в парах в количестве более $0,05\text{ г/м}^3$	
Товарная нефть	3,0	8,0	1,2
Бензин	6,0	8,0	1,5
Керосин	5,0	7,0	1,5
Дизельное и моторное топливо, битум и мазут	3,0	7,0	1,5

Смазочные масла, парафин (при отсутствии растворителей)	3,5	5,5	1,5
Отработанные нефтепродукты	12,0	12,0	—
Предварительно очищенные от нефти и нефтепродуктов сточные воды	2,5	—	—

15.10 Вентиляцию в помещениях зданий и сооружений СНН рекомендуется принимать в соответствии с таблицей 15.2.

Вентиляцию в помещениях зданий и сооружений СНН, размещаемых смежно или на территории центральных пунктов сбора нефтяных месторождений, нефтеперерабатывающих или нефтехимических предприятий, следует проектировать в соответствии с ТНПА для этих предприятий.

Таблица 15.2

Помещения в зданиях и сооружениях СНН	Вентиляция	
	вытяжная	приточная
1 Помещения для насосов продуктовых насосных станций объемом более 500 м ³ каждое; помещения для насосов объемом не более 500 м ³ каждое с постоянным пребыванием обслуживающего персонала; помещения для насосов в зданиях канализационных насосных станций для перекачки неочищенных производственных сточных вод (с нефтепродуктами) или уловленных нефтепродуктов с постоянным пребыванием обслуживающего персонала; помещения разливающих и расфасовочных	Местные отсосы от сальников насосов при перекачке бензина, естественная из верхней зоны в объеме 1/3 и с искусственным побуждением из рабочей зоны в объеме 2/3 удаляемого воздуха (при избытке тепла до 23 Вт включ. на 1 м ³ объема помещения); естественная или искусственная из верхней зоны в объеме 2/3 с искусственным побуждением из рабочей зоны в объеме 1/3 удаляемого воздуха (при избытке тепла более 23 Вт на 1 м ³ объема помещения); аварийная (в помещениях категорий А и Б)	С искусственным побуждением
2 Помещения, указанные в пункте 1, объемом не более 500 м ³ с кратковременным пребыванием обслуживающего персонала (до 2 ч), а также другие производственные помещения объемом не более 500 м ³ категорий А, Б и В (помещения узлов задвижек, регуляторов давления, узлов учета и т. п.) с кратковременным пребыванием обслуживающего персонала (до 2 ч)	Естественная из верхней зоны в объеме однократного воздухообмена в 1 ч (независимо от вида жидкостей, обращающихся в технологическом процессе) и с искусственным побуждением из рабочей зоны в объеме восьмикратного воздухообмена (для помещений категорий А и Б и с учетом 15.11) и пятикратного воздухообмена в 1 ч (для помещений категории В) по внутреннему объему помещения	Естественная
3 Складские неотапливаемые помещения для хранения нефтепродуктов, склад проб	Естественная в объеме однократного воздухообмена в 1 ч	Естественная
4 Помещения лаборатории для анализа нефти и нефтепродуктов	С искусственным побуждением через местные отсосы с учетом 15.12	С искусственным побуждением
5 Помещения для электродвигателей распределительных пунктов, электроаппаратуры, щитов сигнализации и автоматики и другие помещения электроустановок (смежные с помещениями со взрывопожароопасными производствами)	С учетом [1]	—
6 Помещения узлов связи (все помещения, включая аккумуляторные)	В соответствии с ведомственными нормами технологического проектирования приводных и почтовых средств связи на производственные и вспомогательные здания, утвержденные в установленном порядке	—

15.11 Включение систем аварийной вентиляции следует предусматривать от газоанализаторов, заблокированных с вентустановками, и срабатывающих при содержании взрывоопасных паров в воздухе помещений, соответствующем 10 % нижнего концентрационного предела взрываемости. Газоанализаторы должны быть снабжены световой и звуковой сигнализацией.

В помещениях с постоянным пребыванием обслуживающего персонала сигналы должны подаваться по месту установки датчика и у выхода внутри помещения. В помещениях с периодическим пребыванием персонала – у входа вне помещения.

Кроме того, сигналы должны подаваться на пульт оператора.

В дополнение к автоматическому включению аварийной вентиляции следует также проектировать и ручное включение у входа в помещение.

Производительность аварийной вентиляции должна быть не менее восьмикратного воздухообмена в 1 ч по внутреннему объему помещения независимо от высоты помещения.

Для аварийной вытяжной вентиляции следует, как правило, использовать:

а) основные системы вытяжной общеобменной вентиляции, если расход воздуха обеспечивает аварийный воздухообмен, с резервными вентиляторами;

б) систему аварийной вытяжной вентиляции в дополнение к основным системам, если расход воздуха основных систем не полностью обеспечивает аварийный воздухообмен, с резервуарными вентиляторами.

Аварийная вентиляция организованным притоком не компенсируется.

В производственных помещениях и на наружных площадках СНН следует руководствоваться требованиями ТНПА к установке датчиков стационарных газосигнализаторов.

15.12 Системы вентиляции лабораторных помещений следует проектировать в соответствии с требованиями, установленными для производственных помещений, с учетом категорий по взрывопожарной и пожарной опасности.

Общую систему общеобменной вытяжной вентиляции и местных отсосов допускается проектировать:

а) для кладовой категории А для хранения оперативного запаса исследуемых веществ;

б) для одного лабораторного помещения категории В2–В4, Г1, Г2 или Д, если в оборудовании, снабженном местными отсосами, не образуются взрывоопасные смеси.

В помещениях лабораторий с выделением вредных и горючих газов или паров следует удалять загрязненный воздух из верхней зоны, обеспечивая не менее однократного воздухообмена в 1 ч.

15.13 Аварийную вентиляцию в производственных помещениях, в том числе в помещениях лабораторий, в которых возможно внезапное поступление большого количества вредных или горючих газов, паров или аэрозолей, следует предусматривать в соответствии с требованиями технологической части проекта, учитывая несовместимость по времени аварийной ситуации технологического процесса и вентиляционного оборудования.

Расход воздуха для аварийной вентиляции следует принимать по технологической части проекта.

Приточно-вытяжную или вытяжную вентиляцию с искусственным побуждением следует предусматривать для приямков глубиной 0,5 м и более, а также для смотровых каналов, требующих ежедневного обслуживания и расположенных в помещениях категорий А и Б или в помещениях, в которых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли удельным весом выше удельного веса воздуха.

15.14 При проектировании вентиляции канализационных и водопроводных зданий и сооружений следует также соблюдать требования ТНПА.

16 Электроснабжение, связь и сигнализация

16.1 Категории электроприемников СНН в отношении обеспечения надежности электроснабжения устанавливаются в задании на проектирование с учетом [1]. При этом электроприемники насосных станций противопожарного водоснабжения, систем автоматического пожаротушения, за исключением электродвигателей дренажного насоса, компрессора и насоса подкачки пенообразователя, должны обеспечиваться по первой категории надежности электроснабжения.

16.2 В помещениях продуктовых насосных станций площадью более 250 м², а также в помещениях для операторов и диспетчеров следует предусматривать аварийное освещение.

16.3 Виды применяемых средств связи для зданий и сооружений СНН устанавливаются в задании на проектирование.

16.4 СНН оборудуются автоматическими системами пожарной сигнализации согласно [2].

16.5 Ручные пожарные извещатели на территории склада следует устанавливать в соответствии с требованиями СН 2.02.03.

Также следует предусматривать их установку:

– для зданий категорий А, Б и В – снаружи зданий, у входов и по периметру на расстоянии не более чем через 50 м;

– для резервуарных парков и открытых площадок хранения нефтепродуктов в таре – по периметру обвалования (ограждающей стенки) не более чем через 150 м – при хранении нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С и не более чем через 100 м – остальных нефтепродуктов;

– на сливноналивных эстакадах – у торцов эстакады и по ее длине не более чем через 100 м, но не менее двух (у лестниц для обслуживания эстакад);

– на наружных технологических установках со взрывопожароопасными производствами – по периметру установки не более чем через 100 м.

Ручные пожарные извещатели следует устанавливать на расстоянии не более 5 м от обвалования парка или границы наружной установки.

16.6 Территорию СНН первой группы следует оборудовать системой оповещения людей о пожаре типа СО-3. Необходимость оборудования системой оповещения людей о пожаре СНН второй группы определяется в соответствии с ТНПА.

17 Охрана окружающей природной среды

17.1 При разработке проектов для строительства или реконструкции СНН должны предусматриваться мероприятия по сокращению потерь нефти и нефтепродуктов:

- а) от испарения;
- б) от смешения;
- в) от утечек;
- г) от разлива;
- д) от неполной зачистки цистерн при сливе.

17.2 Для сокращения потерь нефти и нефтепродуктов следует:

а) выбор типа резервуара производить в соответствии с требованиями ГОСТ 1510. Резервуары должны подбираться оптимальной единичной вместимости с плавающей крышей или понтоном, оборачиваемости, скорости заполнения или опорожнения, с окрашенными светоотражающими красками наружными поверхностями, внутренним покрытием, теплоизоляцией (для высоковязких нефти и нефтепродуктов), безрезервуарного метода учета нефтепродуктов; газоуравнительных систем и систем по улавливанию легких фракций нефти и нефтепродуктов (УЛФ);

б) максимально герметизировать сливо-наливные операции;

в) предусматривать минимальное количество фланцевых соединений на технологических трубопроводах;

г) предусматривать применение насосов, имеющих специальные торцевые уплотнения, или другого типа, не дающие утечек;

д) предусматривать защиту технологических трубопроводов и запорной арматуры от давлений, превышающих допустимые при передаче нефтепродукта из магистральных трубопроводов;

е) предусматривать защиту от перелива стационарных резервуаров, железнодорожных и автомобильных цистерн;

ж) кроме основных насосов предусматривать зачистные самовсасывающие для зачистки железнодорожных цистерн при сливе;

з) предусматривать возможность полного опорожнения трубопроводов с целью сокращения до минимума потерь от смещения при последовательной перекачке по одному трубопроводу нескольких сортов нефтепродуктов.

17.3 Газоуравнительная система резервуарного парка должна, как правило, объединять резервуары с нефтепродуктами, близкими по своим физико-химическим показателям.

В пониженной части трубопроводов газовой обвязки должны быть смонтированы дренажные устройства.

Уловленные нефтепродукты должны использоваться по своему прямому назначению, как компоненты топлив.

17.4 На СНН I и II категорий для резервуарных парков, участков группового налива железнодорожных и автомобильных цистерн целесообразно предусматривать установки УЛФ при хранении и наливе нефти и нефтепродуктов с температурой вспышки не выше 28 °С.

Установки УЛФ могут предусматриваться в целом для СНН или для каждого из перечисленных участков отдельно. Количество установок, а также возможность их применения на СНН III категории определяется на основе сравнения вариантов технико-экономическим расчетом.

17.5 Запрещается строительство и реконструкция СНН в пределах I, II поясов и на незащищенных участках подземных вод III пояса зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водоохранных зон водостоков и водоемов, в том числе на затопливаемых территориях, в местах интенсивного питания поверхностных и подземных вод (талъвеги высокой концентрации поверхностного стока, незащищенные участки подземных вод, «гидрогеологические окна»).

Размещение СНН в пределах защищенных участков III пояса зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водоохранных зон водостоков и водоемов, в санитарно-защитных зонах предприятий возможно только с учетом мероприятий, исключающих загрязнение поверхностных и подземных вод.

17.6 При разработке проекта следует предусматривать мероприятия по сбору нефти и нефтепродуктов при авариях и ремонте как из технологических сооружений, так и из трубопроводов, а также во всех точках возможных потерь.

17.7 Сброс нефти и нефтепродуктов при аварии в канализацию не допускается.

17.8 Трубопроводы должны быть защищены от повышения давления сверх допустимого в соответствии с ТНПА.

17.9 Соединения трубопроводов должны быть сварными. Фланцевые соединения допускается устанавливать в местах, где необходим разъем при эксплуатации (присоединение фланцевой арматуры, фланцевых заглушек и т. п.). Уплотнение фланцевых соединений должно осуществляться с применением несгораемых прокладок.

17.10 Вся система борьбы с утечками и испарением нефтепродуктов должна обеспечивать предупреждение загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы.

17.11 Реконструкция действующих СНН возможна только после проведения обследования данного объекта, в результате которого устанавливают степень и масштаб загрязнения, разрабатывают проект рекультивации почвогрунтов, поверхностных и подземных вод, комплекс водоохранных мероприятий.

17.12 Для обеспечения контроля загазованности в помещениях машинных залов насосных станций СНН устанавливают стационарные газоанализаторы.

17.13 Размещение СНН должно быть подтверждено расчетами приземных концентраций вредных веществ в атмосфере с учетом существующего фона и соблюдения требований предельно допустимых концентраций на границе санитарно-защитных зон.

17.14 В зоне резервуарного парка и на участках железнодорожного и автомобильного приема и отпуска для предотвращения попадания на дороги нефти и нефтепродуктов планировочные отметки проезжей части внутренних автомобильных дорог должны быть выше планировочных отметок прилегающей территории не менее чем на 0,3 м, считая от бровки земляного полотна.

Приложение А

Номинальные объемы и основные параметры применяемых стальных резервуаров

Таблица А.1 – Вертикальные резервуары

Номинальный объем, м ³	Основные параметры резервуаров, м			
	со стационарной крышей		с плавающей крышей	
	Диаметр	Высота	Диаметр	Высота
100	4,7	6,0	—	—
200	6,6	6,0	—	—
300	7,6	7,5	—	—
400	8,5	7,5	—	—
700	10,4	9,0	—	—
1 000	10,4	12,0	12,3	9,0
2 000	15,2	12,0	15,2	12,0
3 000	19,0	12,0	19,0	12,0
5 000	21,0	15,0	22,8	12,0
10 000	28,5	18,0	28,5	18,0
20 000	40,0	18,0	40,0	18,0
30 000	45,6	18,0	45,6	18,0
40 000	56,9	18,0	56,9	18,0
50 000	60,7	18,0	60,7	18,0
100 000	—	—	85,3	18,0
120 000	—	—	92,3	18,0

Примечание – В сырьевых резервуарных парках центральных пунктов сбора нефтяных месторождений при технико-экономическом обосновании допускается применение резервуаров объемом 10 000 м³, диаметром 34,2 м, высотой 12 м.

Таблица А.2 – Горизонтальные резервуары

Номинальный объем, м ³	Основные параметры, м		
	Диаметр	Длина при днище	
		плоском	коническом
3	1,4	2,0	—
5	1,9	2,0	—
10	2,2	2,8	3,3
25	2,8	4,3	4,8
50	2,9	9,0	9,6
75	3,2	9,0	9,7
100	3,2	12,0	12,7
500	6,0	18,0	—
1000	6,0	35,8	—

Приложение Б

Особенности проектирования систем пенного пожаротушения

Б.1 На СНН необходимо предусматривать пожаротушение воздушно-механической пеной средней и низкой кратности.

Пожаротушение воздушно-механической пеной средней кратности применяется без ограничений.

Для наземных вертикальных резервуаров со стационарной крышей (кроме резервуаров, предназначенных для хранения масел и мазутов), тушение которых предусматривается передвижной пожарной техникой, допускается применять подслоный способ пожаротушения пеной низкой кратности.

Допускается применение других средств и способов пожаротушения, соответствующих требованиям ТР 2009/013/ВУ.

Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах методом подачи пены в слой горючего целесообразно осуществлять в соответствии с [3].

Б.2 Расчетные расходы раствора пенообразователя, а также воды и пенообразователя на тушение пожара следует определять исходя из интенсивности подачи раствора пенообразователя, принимаемой по таблице Б.1, на 1 м² расчетной площади тушения, установленной в 13.10, и рабочей концентрации пенообразователя, приведенной в документации изготовителя.

Таблица Б.1

Нефтепродукты	Интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/(м ² ·с)		
	общего назначения	целевого назначения	
	с пеной средней кратности	с пеной средней кратности	с пеной низкой кратности
Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки: до 28 °С включ.	0,08	0,05	0,08
св. 28 °С	0,05	0,05	0,06

Б.3 Расчетное время тушения пожара для систем автоматического пенного пожаротушения составляет 10 мин, для передвижной пожарной техники – 15 мин.

Б.4 Инерционность стационарных систем пожаротушения должна быть не более 3 мин.

Б.5 Вода для приготовления раствора пенообразователя не должна содержать примесей нефти и нефтепродуктов.

Б.6 При гидравлическом расчете необходимо учитывать влияние вязкости пенообразователя на величину потерь.

Соответствие рабочей концентрации пенообразователя в воде проверяют расчетом по формуле

$$100Q_n/(Q - Q_n) = x + 1, \quad (\text{Б.1})$$

где Q_n – расход пенообразователя, л/с;

Q – производительность установки, л/с;

x – рабочая концентрация пенообразователя, %, принимаемая по документации изготовителя.

Б.7 В качестве пенообразующих устройств для системы пожаротушения следует применять, как правило, пеногенераторы типов:

ГПСС – для тушения в резервуарах со стационарной крышей и понтоном;

ГПС – для тушения в резервуарах с плавающей крышей и помещениях.

Допускается применение пеногенераторов других конструкций, соответствующих требованиям ТР 2009/013/ВУ.

Б.8 Количество пеногенераторов следует принимать по расчету.

Расчетное число пеногенераторов определяется исходя из расчетного расхода раствора пенообразователя по средней производительности применяемого пеногенератора и округляется в большую сторону.

На резервуаре должно быть не менее двух пеногенераторов.

Пеногенераторы должны быть установлены равномерно по периметру резервуара. На резервуарах с плавающей крышей расстояние по периметру резервуара между пеногенераторами (пеносливками) следует принимать не более 25 м.

Б.9 Запас пенообразователя и воды на приготовление раствора (расход раствора на один пожар) рассчитывается исходя из того количества раствора пенообразователя, которое необходимо на расчетное время тушения при максимальной производительности принятых к установке пеногенераторов.

Нормативный запас пенообразователя и воды на приготовление раствора, необходимый для хранения, следует принимать из условия обеспечения трехкратного расхода раствора на один пожар (при наполненных растворопроводах стационарных установок пожаротушения).

Для стационарных установок пожаротушения с сухими растворопроводами следует учитывать потребность в дополнительном количестве раствора пенообразователя для первоначального наполнения сухих растворопроводов.

Б.10 Хранение пенообразователя для систем пожаротушения следует предусматривать в концентрированном виде.

Для хранения запаса пенообразователя следует предусматривать, как правило, не менее двух резервуаров. Допускается предусматривать один резервуар, если запас пенообразователя составляет не более 10 м³.

Для хранения запаса пенообразователя в количестве более 10 м³ допускается предусматривать один резервуар при условии разделения его перегородками на отсеки вместимостью не более 10 м³ каждый.

Б.11 Свободный напор в сети растворопроводов стационарных установок пожаротушения должен быть при пожаре не более 60 и не менее 40 м перед генераторами пены типа ГПСС или ГП, установленными стационарно или присоединяемыми с помощью пожарных рукавов.

Б.12 При применении на СНН стационарных систем автоматического и неавтоматического пожаротушения следует проектировать общую насосную станцию и сеть растворопроводов.

Б.13 Сети противопожарного водопровода и растворопроводов (постоянно наполненных раствором или сухих) для тушения пожара резервуарного парка или железнодорожной эстакады, оборудованной сливноналивными устройствами с двух сторон, следует проектировать кольцевыми с тупиковыми ответвлениями (вводами) к отдельным зданиям и сооружениям, в том числе и к резервуарам, оборудованным установкой автоматического пожаротушения.

Сети следует прокладывать за пределами внешнего обвалования (ограждающих стен) резервуарного парка и на расстоянии не менее 10 м от железнодорожных путей эстакады.

К наземным резервуарам объемом 10 000 м³ и более, а также к зданиям и сооружениям склада, расположенным на расстоянии более 200 м от кольцевой сети растворопроводов, следует предусматривать по два тупиковых ответвления (ввода) с разных участков кольцевой сети растворопроводов для подачи каждым из них полного расчетного расхода на тушение пожара.

Тупиковые участки растворопроводов допускается принимать длиной не более 250 м.

Прокладку растворопроводов следует предусматривать, как правило, в одной траншее с противопожарным водопроводом с устройством общих колодцев для узлов управления и пожарных гидрантов.

Библиография

- [1] ПУЭ (6-е издание) Правила устройства электроустановок
- [2] Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь
НПБ 15-2007 Область применения автоматических систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения
Утверждены приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 10.12.2007 № 167
- [3] Инструкция по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах методом подачи пены в слой горючего
Утверждена постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 26.06.2007 № 61