МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ПРАВИЛА
устройства
электроустановок

ШЕСТОЕ ИЗДАНИЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

МОСКВА
ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ

1987

РАЗДЕЛ 2.
КАНАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ГЛАВА 2.1
ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1.1. Настоящая глава [1)] Правил распространяется на электропроводки силовых, осветительных и вторичных цепей напряжением до 1 кВ переменного и постоянного тока, выполняемые внутри зданий и сооружений, на наружных их стенах, территориях предприятий, учреждений, микрорайонов, дворов, приусадебных участков, на строительных площадках с применением изолированных установочных проводов всех сечений, а также небронированных силовых кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в металлической, резиновой или пластмассовой оболочке с сечением фазных жил до 16 мм^2 (при сечении более 16 мм^2 - см. гл. 2.3).

Линии, выполняемые неизолированными проводами внутри помещений, должны отвечать требованиям, приведенным в гл. 2.2, вне зданий – в гл. 2.4.

Ответвления от ВЛ к вводам (см. 2.1.6. и 2.4.2), выполняемые с применением изолированных или неизолированных проводов, должны сооружаться с соблюдением требований гл. 2.4, а ответвления, выполняемые с применением проводов (кабелей) на несущем тросе, - в соответствии с требованиями настоящей главы.

Кабельные линии, проложенные непосредственно в земле, должны отвечать требованиям, приведенным в гл. 2.3.

Дополнительные требования к электропроводкам приведены в гл.1.5, 3.4, 5.4, 5.5 и в разд. 7.

[1)] Согласована с Госстроем СССР 28 июля 1975 г.; утверждена Главтехуправлением и Госэнергонадзором Минэнерго СССР 20 октября 1977 г. Внесены изменения Решениями Главтехуправления и Главгосэнергонадзора Минэнерго СССР М Э-16/79 от 18 октября 1979 г. и М Э-2/83 от 25 февраля 1983 г.

2.1.2. Электропроводкой называется совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с настоящими Правилами.

2.1.3. Кабель, шнур, провод защищенный и незащищенный, кабель и провод специальный - определения по ГОСТ.

2.1.4. Электропроводки разделяются на следующие виды:

1. Открытая электропроводка - проложенная по поверхности стен, потолков, по фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений, по опорам и т. п.

При открытой электропроводке применяются следующие способы прокладки проводов и кабелей: непосредственно по поверхности стен, потолков и т. п., на струнах, тросах, роликах, изоляторах, в трубах, коробах, гибких металлических рукавах, на лотках, в электротехнических плинтусах и наличниках, свободной подвеской и т. п.

Открытая электропроводка может быть стационарной, передвижной и переносной.

2. Скрытая электропроводка - проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях), а также по перекрытиям в подготовке пола, непосредственно под съемным полом и т. п.

При скрытой электропроводке применяются следующие способы прокладки проводов и кабелей: в трубах, гибких металлических рукавах, коробах, замкнутых каналах и пустотах строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, а также замоноличиванием в строительные конструкции при их изготовлении.

2.1.5. Наружной электропроводкой называется электропроводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами и т. п., а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов длиной до 25 м каждый) вне улиц, дорог и т. п.

Наружная электропроводка может быть открытой и скрытой.

2.1.6. Вводом от воздушной линии электропередачи называется электропроводка, соединяющая ответвление от ВЛ с внутренней электропроводкой, считая от изоляторов, установленных на наружной поверхности (стене, крыше) здания или сооружения, до зажимов вводного устройства.

2.1.7. Струной как несущим элементом электропроводки называется стальная проволока, натянутая вплотную к поверхности стены, потолка и т. п., предназначенная для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

2.1.8. Полосой как несущим элементом электропроводки называется металлическая полоса, закрепленная вплотную к поверхности стены, потолка и т. п., предназначенная для крепления к ней проводов, кабелей или их пучков.

2.1.9. Тросом как несущим элементом электропроводки называется стальная проволока или стальной канат, натянутые в воздухе, предназначенные для подвески к ним проводов, кабелей или их пучков.

2.1.10. Коробом называется закрытая полая конструкция прямоугольного или другого сечения, предназначенная для прокладки в ней проводов и кабелей. Короб должен служить защитой от механических повреждений проложенных в нем проводов и кабелей.

Короба могут быть глухими или с открываемыми крышками, со сплошными или перфорированными стенками и крышками. Глухие короба должны иметь только сплошные стенки со всех сторон и не иметь крышек.

Короба могут применяться в помещениях и наружных установках.

2.1.11. Лотком называется открытая конструкция, предназначенная для прокладки на ней проводов и кабелей.

Лоток не является защитой от внешних механических повреждений проложенных на нем проводов и кабелей. Лотки должны изготовляться из несгораемых материалов. Они могут быть сплошными, перфорированными или решетчатыми. Лотки могут применяться в помещениях и наружных установках.

2.1.12. Ч е р д а ч н ы м п о м е щ е н и е м называется такое непроизводственное помещение над верхним этажом здания, потолком которого является крыша здания и которое имеет несущие конструкции (кровлю, фермы, стропила, балки и т. п.) из сгораемых материалов.

Аналогичные помещения и технические этажи, расположенные непосредственно над крышей, перекрытия и конструкции которых выполнены из несгораемых материалов, не рассматриваются как чердачные помещения.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1.13. Допустимые длительные токи на провода и кабели электропроводок должны приниматься по гл.1.3 с учетом температуры окружающей среды и способа прокладки.

2.1.14. Сечения токопроводящих жил проводов и кабелей в электропроводках должны быть не менее приведенных в табл. 2.1.1. Сечения жил для зарядки осветительных арматур должны приниматься по 6.5.12-6.5.14. Сечения заземляющих и нулевых защитных проводников должны быть выбраны с соблюдением требований гл. 1.7.

2.1.15. В стальных и других механически прочных трубах, рукавах, коробах, лотках и замкнутых каналах строительных конструкций зданий допускается совместная прокладка проводов и кабелей (за исключением взаиморезервируемых):

1. Всех цепей одного агрегата.
2. Силовых и контрольных цепей нескольких машин, панелей, щитов, пультов и т. п., связанных технологическим процессом.
3. Цепей, питающих сложный светильник.
4. Цепей нескольких групп одного вида освещения (рабочего или аварийного) с общим числом проводов в трубе не более восьми.
5. Осветительных цепей до 42 В с цепями выше 42 В при условии заключения проводов цепей до 42 В в отдельную изоляционную трубу.

Таблица 2.1.1. Наименьшие сечения токопроводящих жил проводов и кабелей в электропроводках

Проводники	Сечение жил, мм^2	
	медных	алюминевых
Шнуры для присоединения бытовых электроприемников	0,35	-
Кабели для присоединения переносных и передвижных электроприемников в промышленных установках	0,75	-
Скрученные двухжильные провода с многопроволочными жилами для стационарной прокладки на роликах	1	-
Незащищенные изолированные провода для стационарной электропроводки внутри помещений:		
непосредственно по основаниям, на роликах, клицах и тросах	1	2,5
на лотках, в коробах (кроме глухих):		
для жил, присоединяемых к винтовым зажимам	1	2
для жил, присоединяемых пайкой:		

однопроволочных	0,5	-
многопроволочных (гибких)	0,35	-
на изоляторах	1,5	4
Незащищенные изолированные провода в наружных электропроводках:		
по стенам, конструкциям или опорам на изоляторах; вводы от воздушной линии	2,5	4
под навесами на роликах	1,5	2,5
Незащищенные и защищенные изолированные провода и кабели в трубах, металлических рукавах и глухих коробах	1	2
Кабели и защищенные изолированные провода для стационарной электропроводки (без труб, рукавов и глухих коробов):		
для жил, присоединяемых к винтовым зажимам	1	2
для жил, присоединяемых пайкой:		
однопроволочных	0,5	-
многопроволочных (гибких)	0,35	-
Защищенные и незащищенные провода и кабели, прокладываемые в замкнутых каналах или замоноличенно (в строительных конструкциях или под штукатуркой)	1	2

2.1.16. В одной трубе, рукаве, коробе, пучке, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке запрещается совместная прокладка взаиморезервируемых цепей, цепей рабочего и аварийного освещения, а также цепей до 42 В с цепями выше 42 В (исключение см. в 2.1.15, п. 5 и в 6.1.16, п.1). Прокладка этих цепей допускается лишь в разных отсеках коробов и лотков, имеющих сплошные продольные перегородки с пределом

огнестойкости не менее 0,25 ч из несгораемого материала.

Допускается прокладка цепей аварийного (эвакуационного) и рабочего освещения по разным наружным сторонам профиля (швеллера, уголка и т. п.).

2.1.17. В кабельных сооружениях, производственных помещениях и электропомещениях для электропроводок следует применять провода и кабели с оболочками только из трудносгораемых или несгораемых материалов, а незащищенные провода - с изоляцией только из трудносгораемых или несгораемых материалов.

2.1.18. При переменном или выпрямленном ток прокладка фазных и нулевого (или прямого и обратного) проводников в стальных трубах или в изоляционных трубах со стальной оболочкой должна осуществляться в одной общей трубе.

Допускается прокладывать фазный и нулевой рабочий (или прямой и обратный) проводники в отдельных стальных трубах или в изоляционных трубах со стальной оболочкой, если длительный ток нагрузки в проводниках не превышает 25 А.

2.1.19. При прокладке проводов и кабелей в трубах, глухих коробах, гибких металлических рукавах и замкнутых каналах должна быть обеспечена возможность замены проводов и кабелей.

2.1.20. Конструктивные элементы зданий и сооружений, замкнутые каналы и пустоты которых используются для прокладки проводов и кабелей, должны быть несгораемыми.

2.1.21. Соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т. п.) в соответствии с действующими инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

2.1.22. В местах соединения, ответвления и присоединения жил проводов или кабелей должен быть предусмотрен запас провода (кабеля), обеспечивающий возможность повторного соединения, ответвления или присоединения.

2.1.23. Места соединения и ответвления проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта.

2.1.24. В местах соединения и ответвления провода и кабели не должны испытывать механических усилий тяжения.

2.1.25. Места соединения и ответвления жил проводов и кабелей, а также соединительные и ответвительные сжимы и т. п. должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целых мест этих проводов и кабелей.

2.1.26. Соединение и ответвление проводов и кабелей, за исключением проводов, проложенных на изолирующих опорах, должны выполняться в соединительных и ответвительных коробках, в изоляционных корпусах соединительных и ответвительных сжимов, в специальных нишах строительных конструкций, внутри корпусов электроустановочных изделий, аппаратов и машин. При прокладке на изолирующих опорах соединение или ответвление проводов следует выполнять непосредственно у изолятора, клицы или на них, а также на ролике.

2.1.27. Конструкция соединительных и ответвительных коробок и сжимов должна соответствовать способам прокладки и условиям окружающей среды.

2.1.28. Соединительные и ответвительные коробки и изоляционные корпуса соединительных и ответвительных сжимов должны быть, как правило, изготовлены из несгораемых или трудносгораемых материалов.

2.1.29. Металлические элементы электропроводок (конструкции, короба, лотки, трубы, рукава, коробки, скобы и т. п.) должны быть защищены от коррозии в соответствии с условиями окружающей среды.

2.1.30. Электропроводки должны быть выполнены с учетом возможных перемещений их в местах пересечений с температурными и осадочными швами.

ВЫБОР ВИДА ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ, ВЫБОР ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ И СПОСОБА ИХ ПРОКЛАДКИ

2.1.31. Электропроводка должна соответствовать условиям окружающей среды, назначению и ценности сооружений, их конструкции и архитектурным особенностям.

2.1.32. При выборе вида электропроводки и способа прокладки проводов и кабелей должны учитываться требования электробезопасности и пожарной безопасности.

2.1.33. Выбор видов электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки следует осуществлять в соответствии с табл. 2.1.2.

При наличии одновременно двух или более условий, характеризующих окружающую среду, электропроводка должна соответствовать всем этим условиям.

2.1.34. Оболочки и изоляция проводов и кабелей, применяемых в электропроводках, должны соответствовать способу прокладки и условиям окружающей среды. Изоляция, кроме того, должна соответствовать номинальному напряжению сети.

При наличии специальных требований, обусловленных характеристиками установки, изоляция проводов и защитные оболочки проводов и кабелей должны быть выбраны с учетом этих требований (см. также 2.1.50 и 2.1.51).

2.1.35. Нулевые рабочие проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

В производственных нормальных помещениях допускается использование стальных труб и тросов открытых электропроводок, а также металлических корпусов открыто установленных токопроводов, металлических конструкций зданий, конструкций производственного назначения (например, фермы, колонны, подкрановые пути) и

механизмов в качестве одного из рабочих проводников линии в сетях напряжением до 42 В. При этом должны быть обеспечены непрерывность и достаточная проводимость этих проводников, видимость и надежная сварка стыков.

Использование указанных выше конструкций в качестве рабочего проводника не допускается, если конструкции находятся в непосредственной близости от сгораемых частей зданий или конструкций.

2.1.36. Прокладка проводов и кабелей, труб и коробов с проводами и кабелями по условиям пожарной безопасности должна удовлетворять требованиям табл. 2.1.3.

2.1.37. При открытой прокладке защищенных проводов (кабелей) с оболочками из сгораемых материалов и незащищенных проводов расстояние в свету от провода (кабеля) до поверхности оснований, конструкций, деталей из сгораемых материалов должно составлять не менее 10 мм. При невозможности обеспечить указанное расстояние провод (кабель) следует отделять от поверхности слоем несгораемого материала, выступающим с каждой стороны провода (кабеля) не менее чем на 10 мм.

2.1.38. При скрытой прокладке защищенных проводов (кабелей) с оболочками из сгораемых материалов и незащищенных проводов в закрытых нишах, в пустотах строительных конструкций (например, между стеной и облицовкой), в бороздах и т. п. с наличием сгораемых конструкций необходимо защищать провода и кабели сплошным слоем несгораемого материала со всех сторон.

2.1.39. При открытой прокладке труб и коробов из трудносгораемых материалов по несгораемым и трудносгораемым основаниям и конструкциям расстояние в свету от трубы (короба) до поверхности конструкций, деталей из сгораемых материалов должно составлять не менее 100 мм. При невозможности обеспечить указанное расстояние трубу (короб) следует отделять со всех сторон от этих поверхностей сплошным слоем несгораемого материала (штукатурка, алебастр, цементный раствор, бетон и т. п.) толщиной не менее 10 мм.

2.1.40. При скрытой прокладке труб и коробов из трудносгораемых материалов в закрытых нишах, в пустотах строительных конструкций (например, между стеной и облицовкой), в бороздах и т. п. трубы и короба следует отделять со всех сторон от поверхностей конструкций, деталей из сгораемых материалов сплошным слоем несгораемого материала толщиной не менее 10 мм.

2.1.41. При пересечениях на коротких участках электропроводки с элементами строительных конструкций из сгораемых материалов эти участки должны быть выполнены с соблюдением требований 2.1.36 - 2.1.40.

2.1.42. В местах, где вследствие высокой температуры окружающей среды применение проводов и кабелей с изоляцией и оболочками нормальной теплостойкости невозможно или приводит к нерациональному повышению расхода цветного металла, следует применять провода и кабели с изоляцией и оболочками повышенной теплостойкости.

2.1.43. В сырых и особо сырых помещениях и наружных установках изоляция проводов и изолирующие опоры, а также опорные и несущие конструкции, трубы, короба и лотки должны быть влагостойкими.

2.1.44. В пыльных помещениях не рекомендуется применять способы прокладки, при

Таблица 2.1.2. Выбор видов электропроводок, способов прокладки и проводов и кабелей

Условия окружающей среды	Вид электропроводки и способ прокладки	Провода и кабели
	Открытые электропроводки	
Сухие и влажные помещения	На роликах и клицах	Незащищенные одножильные провода
Сухие помещения	То же	Скрученные двухжильные провода
Помещения всех видов и наружные установки	На изоляторах, а также на роликах, предназначенных для применения в сырых местах. В наружных установках ролики для сырых мест (больших размеров) допускается применять только в местах, где исключена возможность непосредственного попадания	Незащищенные одножильные провода
Наружные установки	на электропроводку дождя или снега (под навесами) Непосредственно по поверхности стен, потолков и на струнах, полосах и других несущих конструкциях	Кабель в неметаллической и металлической оболочках
Помещения всех видов	То же	Незащищенные и защищенные одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической и металлической оболочках
Помещения всех видов и наружные установки	На лотках и в коробах с открываемыми крышками	То же
Помещения всех видов и наружные установки (только специальные провода с несущим тросом для наружных установок или кабели)	На тросах	Специальные провода с несущим тросом. Незащищенные и защищенные одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической и металлической оболочках
	Скрытые электропроводки	

Помещения всех видов и наружные установки	В неметаллических трубах из сгораемых материалов (несамозатухающий полиэтилен и т. п.). В замкнутых каналах строительных конструкций. Под штукатуркой. Исключения: 1. Запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках. 2. Запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенок 2 мм и менее в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках	Незащищенные и защищенные, одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической оболочке
Сухие, влажные и сырые помещения	Замоноличенно в строительных конструкциях при их изготовлении	Незащищенные провода

Открытые и скрытые электропроводки

Помещения всех видов и наружные установки	В металлических гибких рукавах. В стальных трубах (обыкновенных и тонкостенных) и глухих стальных коробах. В неметаллических трубах и неметаллических глухих коробах из трудносгораемых материалов. В изоляционных трубах с металлической оболочкой. Исключения: 1. Запрещается применение изоляционных труб с металлической оболочкой в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках 2. Запрещается применение стальных труб и стальных глухих коробов с толщиной стенок 2 мм и менее в сырых, особо сырых помещениях и наружных установках	Незащищенные и защищенные одно- и многожильные провода. Кабели в неметаллической оболочке

которых на элементах электропроводки может скапливаться пыль, а удаление ее затруднительно.

2.1.45. В помещениях и наружных установках с химически активной средой все элементы электропроводки должны быть стойкими по отношению к среде либо защищены от ее воздействия.

2.1.46. Провода и кабели, имеющие несветостойкую наружную изоляцию или оболочку, должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

2.1.47. В местах, где возможны механические повреждения электропроводки, открыто проложенные провода и кабели должны быть защищены от них своими защитными оболочками, а если такие оболочки отсутствуют или недостаточно стойки по отношению к механическим воздействиям, - трубами, коробами, ограждениями или применением скрытой электропроводки.

2.1.48. Провода и кабели должны применяться лишь в тех областях, которые указаны в стандартах и технических условиях на кабели (провода).

2.1.49. Для стационарных электропроводок должны применяться преимущественно провода и кабели с алюминиевыми жилами. Исключения см. в 2.1.70, 3.4.3, 3.4.12, 5.5.6, 6.5.12 - 6.5.14, 7.2.53 и 7.3.93.

Не допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами для присоединения к электротехническим устройствам, установленным непосредственно на виброизолирующих опорах.

Таблица 2.1.3. Выбор видов электропроводок и способов прокладки проводов и кабелей по условиям пожарной безопасности

Вид электропроводки и способ прокладки по основаниям и конструкциям		Провода и кабели
из сгораемых материалов	из несгораемых или трудносгораемых материалов	
Открытые электропроводки		
На роликах, изоляторах или с подкладкой несгораемых материалов 1)	Непосредственно	Незащищенные провода; защищенные провода и кабели в оболочке из сгораемых материалов
Непосредственно	"	Защищенные провода и кабели в оболочке из несгораемых и трудносгораемых материалов
В трубах и коробах из несгораемых материалов	В трубах и коробах из трудносгораемых и несгораемых материалов	Незащищенные и защищенные провода и кабели в оболочке из сгораемых, трудносгораемых мате-

Продолжение табл. 2.1.3

Вид электропроводки и способ прокладки		

по основаниям и конструкциям		Провода и кабели
из сгораемых материалов	из несгораемых или трудносгораемых материалов	
Скрытые электропроводки		
С подкладкой несгораемых материалов [1] и последующим оштукатуриванием или защитой со всех сторон сплошным слоем других несгораемых материалов	Непосредственно	Незащищенные провода; защищенные провода и кабели в оболочке из сгораемых материалов
С подкладкой несгораемых материалов [1]	"	Защищенные провода и кабели в оболочке из трудносгораемых материалов
Непосредственно	"	То же из несгораемых
В трубах и коробах из трудносгораемых материалов - с подкладкой под трубы и короба несгораемых материалов [1] и последующим заштукатуриванием [2]	В трубах и коробах: из сгораемых материалов - замоноличенно, в бороздах и т. п., в сплошном слое несгораемых материалов [3]	Незащищенные провода и кабели в оболочке из сгораемых, трудносгораемых и несгораемых материалов
То же из несгораемых материалов - непосредственно	То же из трудносгораемых и несгораемых материалов - непосредственно	

[1] Подкладка из несгораемых материалов должна выступать с каждой стороны провода, кабеля, трубы или короба не менее чем на 10 мм.

[2] Заштукатуривание трубы осуществляется сплошным слоем штукатурки, алебастра и т. п. толщиной не менее 10 мм над трубой.

[3] Сплошным слоем несгораемого материала вокруг трубы (короба) может быть слой штукатурки, алебастрового, цементного раствора или бетона толщиной не менее 10 мм.

В музеях, картинных галереях, библиотеках, архивах и других хранилищах союзного значения следует применять провода и кабели только с медными жилами.

2.1.50. Для питания переносных и передвижных электроприемников следует применять шнуры и гибкие кабели с медными жилами, специально предназначенные для этой цели, с учетом возможных механических воздействий. Все жилы указанных проводников, в том числе заземляющая, должны быть в общей оболочке, оплетке или иметь общую изоляцию.

Для механизмов, имеющих ограниченное перемещение (краны, передвижные пилы, механизмы ворот и пр.), следует применять такие конструкции токоподвода к ним, которые защищают жилы проводов и кабелей от излома (например, шлейфы гибких кабелей, каретки для подвижной подвески гибких кабелей).

2.1.51. При наличии масел и эмульсий в местах прокладки проводов следует применять провода с маслостойкой изоляцией либо защищать провода от их воздействия.

ОТКРЫТЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1.52. Открытую прокладку незащищенных изолированных проводов непосредственно по основаниям, на роликах, изоляторах, на тросах и лотках следует выполнять:

1. При напряжении выше 42 В в помещениях без повышенной опасности и при напряжении до 42 В в любых помещениях - на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания.

2. При напряжении выше 42 В в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - на высоте не менее 2,5 м от уровня пола или площадки обслуживания.

Данные требования не распространяются на спуски к выключателям, розеткам, пусковым аппаратам, щиткам, светильникам, устанавливаемым на стене.

В производственных помещениях спуски незащищенных проводов к выключателям, розеткам, аппаратам, щиткам и т. п. должны быть защищены от механических воздействий до высоты не менее 1,5 м от уровня пола или площадки обслуживания.

В бытовых помещениях промышленных предприятий, в жилых и общественных зданиях указанные спуски допускается не защищать от механических воздействий.

В помещениях, доступных только для специально обученного персонала, высота расположения открыто проложенных незащищенных изолированных проводов не нормируется.

2.1.53. В крановых пролетах незащищенные изолированные провода следует прокладывать на высоте не менее 2,5 м от уровня площадки тележки крана (если площадка расположена выше настила моста крана) или от настила моста крана (если настил расположен выше площадки тележки). Если это невозможно, то должны быть выполнены защитные устройства для предохранения персонала, находящегося на тележке и мосту крана, от случайного прикосновения к проводам. Защитное устройство должно быть установлено на всем протяжении проводов или на самом мосту крана в пределах расположения проводов.

2.1.54. Высота открытой прокладки защищенных изолированных проводов, кабелей, а также проводов и кабелей в трубах, коробах со степенью защиты не ниже IP20, в гибких металлических рукавах от уровня пола или площадки обслуживания не нормируется.

2.1.55. Если незащищенные изолированные провода пересекаются с незащищенными или защищенными изолированными проводами с расстоянием между проводами менее 10 мм, то в местах пересечения на каждый незащищенный провод должна быть наложена дополнительная изоляция.

2.1.56. При пересечении незащищенных и защищенных проводов и кабелей с трубопроводами расстояния между ними в свету должны быть не менее 50 мм, а с трубопроводами, содержащими горючие или легковоспламеняющиеся жидкости и газы, - не менее 100 мм. При расстоянии от проводов и кабелей до трубопроводов менее 250 мм провода и кабели должны быть дополнительно защищены от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от трубопровода.

При пересечении с горячими трубопроводами провода и кабели должны быть защищены от воздействия высокой температуры или должны иметь соответствующее исполнение.

2.1.57. При параллельной прокладке расстояние от проводов и кабелей до трубопроводов должно быть не менее 100 мм, а до трубопроводов с горючими или легковоспламеняющимися жидкостями и газами - не менее 400 мм.

Провода и кабели, проложенные параллельно горячим трубопроводам, должны быть защищены от воздействия высокой температуры либо должны иметь соответствующее исполнение.

2.1.58. В местах прохода проводов и кабелей через стены, междуэтажные перекрытия или выхода их наружу необходимо обеспечивать возможность смены электропроводки. Для этого проход должен быть выполнен в трубе, коробе, проеме и т. п. С целью предотвращения проникновения и скопления воды и распространения пожара в местах прохода через стены перекрытия или выхода наружу следует заделывать зазоры между проводами, кабелями и трубой (коробом, проемом и т. п.), а также резервные трубы (короба, проемы и т. п.) легко удаляемой массой от несгораемого материала. Заделка должна допускать замену, дополнительную прокладку новых проводов и кабелей и обеспечивать предел огнестойкости проема не менее предела огнестойкости стены (перекрытия).

2.1.59. При прокладке незащищенных проводов на изолирующих опорах провода должны быть дополнительно изолированы (например, изоляционной трубой) в местах проходов через стены или перекрытия. При проходе этих проводов из одного сухого или влажного помещения в другое сухое или влажное помещение все провода одной линии допускается прокладывать в одной изоляционной трубе.

При проходе проводов из сухого или влажного помещения в сырое, из одного сырого помещения в другое сырое или при выходе проводов из помещения наружу каждый провод должен прокладываться в отдельной изоляционной трубе. При выходе из сухого или влажного помещения в сырое или наружу здания соединения проводов должны выполняться в сухом или влажном помещении.

2.1.60. На лотках, опорных поверхностях, тросах, струнах, полосах и других несущих конструкциях допускается прокладывать провода и кабели вплотную один к другому

пучками (группами) различной формы (например, круглой, прямоугольной в несколько слоев).

Провода и кабели каждого пучка должны быть скреплены между собой.

2.1.61. В коробах провода и кабели допускается прокладывать многослойно с упорядоченным и произвольным (россыпью) взаимным расположением. Сумма сечений проводов и кабелей, рассчитанных по их наружным диаметрам, включая изоляцию и наружные оболочки, не должна превышать: для глухих коробов 35% сечения короба в свету; для коробов с открываемыми крышками 40%.

2.1.62. Допустимые длительные токи на провода и кабели, проложенные пучками (группами) или многослойно, должны приниматься с учетом снижающих коэффициентов, учитывающих количество и расположение проводников (жил) в пучке, количество и взаимное расположение пучков (слоев), а также наличие ненагруженных проводников.

2.1.63. Трубы, короба и гибкие металлические рукава электропроводок должны прокладываться так, чтобы в них не могла скапливаться влага, в том числе от конденсации паров, содержащихся в воздухе.

2.1.64. В сухих непыльных помещениях, в которых отсутствуют пары и газы, отрицательно воздействующие на изоляцию и оболочку проводов и кабелей, допускается соединение труб, коробов и гибких металлических рукавов без уплотнения.

Соединение труб, коробов и гибких металлических рукавов между собой, а также с коробами, корпусами электрооборудования и т. п. должно быть выполнено:

в помещениях, которые содержат пары или газы, отрицательно воздействующие на изоляцию или оболочки проводов и кабелей, в наружных установках и в местах, где возможно попадание в трубы, короба и рукава масла, воды или эмульсии, - с уплотнением; короба в этих случаях должны быть со сплошными стенками и с уплотненными сплошными крышками либо глухими, разъемные короба - с уплотнениями в местах разъема, а гибкие металлические рукава - герметичными;

в пыльных помещениях - с уплотнением соединений и ответвлений труб, рукавов и коробов для защиты от пыли.

2.1.65. Соединение стальных труб и коробов, используемых в качестве заземляющих или нулевых защитных проводников, должно со ответствовать требованиям, приведенным в настоящей главе и гл. 1.7.

СКРЫТЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1.66. Скрытые электропроводки в трубах, коробах и гибких металлических рукавах должны быть выполнены с соблюдением требований, приведенных в 2.1.63-2.1.65, причем во всех случаях - с уплотнением. Короба скрытых электропроводок должны быть глухими.

2.1.67. Выполнение электропроводки в вентиляционных каналах и шахтах запрещается. Допускается пересечение этих каналов и шахт одиночными проводами и кабелями, заключенными в стальные трубы.

156

2.1.68. Прокладку проводов и кабелей за подвесными потолками следует выполнять в соответствии с требованиями настоящей главы и гл. 7.1.

ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В ЧЕРДАЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

2.1.69. В чердачных помещениях могут применяться следующие виды электропроводок:

открытая;

проводами и кабелями, проложенными в трубах, а также защищенными проводами и кабелями в оболочках из несгораемых или трудносгораемых материалов - на любой высоте;

незащищенными изолированными одножильными проводами на роликах или изоляторах (в чердачных помещениях производственных зданий - только на изоляторах) - на высоте не менее 2,5 м; при высоте до проводов менее 2,5 м они должны быть защищены от прикосновения и механических повреждений;

скрытая: в стенах и перекрытиях из несгораемых материалов – на любой высоте.

2.1.70. Открытые электропроводки в чердачных помещениях должны выполняться проводами и кабелями с медными жилами.

Провода и кабели с алюминиевыми жилами допускаются в чердачных помещениях: зданий с несгораемыми перекрытиями - при открытой прокладке их в стальных трубах или скрытой прокладке их в несгораемых стенах и перекрытиях; производственных зданий сельскохозяйственного назначения со сгораемыми перекрытиями - при открытой прокладке их в стальных трубах с исключением проникновения пыли внутрь труб и соединительных (ответвительных) коробок; при этом должны быть применены резьбовые соединения.

2.1.71. Соединение и ответвление медных или алюминиевых жил проводов и кабелей в чердачных помещениях должны осуществляться в металлических соединительных (ответвительных) коробках сваркой, опрессовкой или с применением сжимов, соответствующих материалу, сечению и количеству жил.

2.1.72. Электропроводка в чердачных помещениях, выполненная с применением стальных труб, должна отвечать также требованиям, приведенным в 2.1.63 - 2.1.65.

2.1.73. Ответвления от линий, проложенных в чердачных помещениях, к электроприемникам, установленным вне чердаков, допускаются при условии прокладки линий и ответвлений открыто в стальных трубах или скрыто в несгораемых стенах (перекрытиях).

2.1.74. Коммутационные аппараты в цепях светильников и других электроприемников, установленных непосредственно в чердачных помещениях, должны быть установлены вне этих помещений.

НАРУЖНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

2.1.75. Незащищенные изолированные провода наружной электропроводки должны быть расположены или ограждены таким образом, чтобы они были недоступны для прикосновения с мест, где возможно частое пребывание людей (например, балкон, крыльцо).

От указанных мест эти провода, проложенные открыто по стенам, должны находиться на расстоянии не менее, м:

При горизонтальной прокладке:

под балконом, крыльцом, а также над крышей промышленного здания	2,5
под окном	0,5
под балконом	1,0
под окном (от подоконника)	1,0
При вертикальной прокладке до окна	0,75
То же, но до балкона	1,0
От земли	2,75

При подвеске проводов на опорах около зданий расстояния от проводов до балконов и окон должны быть не менее 1,5 м при максимальном отклонении проводов.

Наружная электропроводка по крышам жилых, общественных зданий и зрелищных предприятий не допускается, за исключением вводов в здания (предприятия) и ответвлений к этим вводам (см. 2.1.79).

Незащищенные изолированные провода наружной электропроводки в отношении прикосновения следует рассматривать как неизолированные.

2.1.76. Расстояния от проводов, пересекающих пожарные проезды и пути для перевозки грузов, до поверхности земли (дороги) в проезжей части должны быть не менее 6 м, в непроезжей части - не менее 3,5 м.

2.1.77. Расстояния между проводами должны быть: при пролете до 6 м - не менее 0,1 м, при пролете более 6 м - не менее 0,15 м. Расстояния от проводов до стен и опорных конструкций должны быть не менее 50 мм.

2.1.78. Прокладка проводов и кабелей наружной электропроводки в трубах, коробах и гибких металлических рукавах должна выполняться в соответствии с требованиями, приведенными в 2.1.63-2.1.65, причем во всех случаях с уплотнением. Прокладка проводов в стальных трубах и коробах в земле вне зданий не допускается.

2.1.79. Вводы в здания рекомендуется выполнять через стены в изоляционных трубах таким образом, чтобы вода не могла скапливаться в проходе и проникать внутрь здания.

Расстояние от проводов перед вводом и проводов ввода до поверхности земли должно быть не менее 2,75 м (см. также 2.4.37 и 2.4.56).

Расстояние между проводами у изоляторов ввода, а также от проводов до выступающих частей здания (свесы крыши и т. п.) должно быть не менее 0,2 м.

Вводы допускается выполнять через крыши в стальных трубах. При этом расстояние по вертикали от проводов ответвления к вводу и от проводов ввода до крыши должно быть не менее 2,5 м.

Для зданий небольшой высоты (торговые павильоны, киоски, здания контейнерного типа, передвижные будки, фургоны и т. п.), на крышах которых исключено пребывание людей, расстояние в свету от проводов ответвлений к вводу и проводов ввода до крыши допускается принимать не менее 0,5 м. При этом расстояние от проводов до поверхности земли должно быть не менее 2,75 м.

ГЛАВА 2.2

ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 35 кВ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.2.1. Настоящая глава [1] Правил распространяется на токопроводы переменного и постоянного тока напряжением до 35 КВ. Дополнительные требования к токопроводам, устанавливаемым во взрывоопасных и пожароопасных зонах, приведены соответственно в гл. 7.3. и 7.4. Глава не распространяется на специальные токопроводы для электролизных установок, короткой сети электротермических установок, а также на токопроводы, устройство которых определяется специальными правилами или нормами.

2.2.2. Т о к о п р о в о д о м называется устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из неизолированных или изолированных проводников и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций.

2.2.3. В зависимости от вида проводников токопроводы подразделяются на гибкие (при использовании проводов) и жесткие (при использовании жестких шин).

Жесткий токопровод до 1 кВ заводского изготовления, поставляемый комплектными секциями, называется ш и н о п р о в о д о м.

В зависимости от назначения шинопроводы подразделяются на:

м а г и с т р а л ь н ы е, предназначенные в основном для присоединения к ним распределительных шинопроводов и силовых распределительных пунктов, щитов и отдельных мощных электроприемников;

р а с п р е д е л и т е л ь н ы е, предназначенные в основном для присоединения к ним электроприемников;

троллейные, предназначенные для питания передвижных электроприемников;

---

[1] Согласована с Госстроем СССР 28 января 1977 г.; утверждена Главтехуправлением и Госэнергонадзором Минэнерго СССР 15 февраля 1977 г. Внесены изменения Решением Главтехуправления и Главгосэнергонадзора Минэнерго СССР № Э-2/83 от 25 февраля 1983 г.

о с в е т и т е л ъ н ы е, предназначенные для питания светильников, и электроприемников небольшой мощности.

2.2.4. Токопровод напряжением выше 1 кВ, выходящий за пределы одной электроустановки, называется п р о т я ж е н н ы м.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.2.5. В сетях 6 - 35 кВ промышленных предприятий для передачи в одном направлении мощности более 15 - 20 МВ А при напряжении 6 КВ, более 25 - 35 МВ ·А при напряжении 10 кВ и более 35 МВ ·А при напряжении 35 кВ следует применять, как правило, гибкие или жесткие токопроводы преимущественно перед линиями, выполненными из большого числа параллельно прокладываемых кабелей.

Открытую прокладку токопроводов следует применять во всех случаях, когда она возможна по условиям генплана объекта электроснабжения и окружающей среды.

2.2.6. В местах, где в воздухе содержатся химически активные вещества, воздействующие разрушающе на токоведущие части, поддерживающие конструкции и изоляторы, токопроводы должны иметь соответствующее исполнение или должны быть приняты другие меры их защиты от указанных воздействий.

2.2.7. Расчет и выбор проводников, изоляторов, арматуры, конструкций и аппаратов токопроводов следует производить как по нормальным условиям работы (соответствие

рабочему напряжению и току), так и по условиям работы при коротких замыканиях (см. гл. 1.4).

2.2.8. Токоведущие части должны иметь обозначение и расцветку в соответствии с требованиями гл. 1.1.

2.2.9. Токоведущие части токопроводов следует выполнять, как правило, из алюминиевых, сталеалюминиевых и стальных проводов, труб и шин профильного сечения.

2.2.10. Для заземления токоведущих частей токопроводов должны предусматриваться стационарные заземляющие ножи или переносные заземления в соответствии с требованиями 4.2.25 (см. также 2.2.30, п. 3).

2.2.11. Механические нагрузки на токопроводы, а также расчетные температуры окружающей среды следует определять в соответствии с требованиями, приведенными в 4.2.46 - 4.2.49.

2.2.12. Компоновка и конструктивное выполнение токопроводов должны предусматривать возможность удобного и безопасного производства монтажных и ремонтных работ.

2.2.13. Токопроводы выше 1 КВ на открытом воздухе должны быть защищены от грозовых перенапряжений в соответствии с требованиями 4.2.167 и 4.2.168.

2.2.14. В токопроводах переменного тока с симметричной нагрузкой при токе 1 кА и более рекомендуется, а при токе 1,6 кА и более следует предусматривать меры по снижению потерь электроэнергии в шинодержателях, арматуре и конструкциях от воздействия магнитного поля.

При токах 2,5 кА и более должны быть, кроме того, предусмотрены меры по снижению и выравниванию индуктивного сопротивления (например, расположение полос в пакетах по сторонам квадрата, применение спаренных фаз, профильных шин, круглых и квадратных полых труб, транспозиции). Для протяженных гибких токопроводов рекомендуется также применение внутрифазных транспозиций, количество которых должно определяться расчетным путем в зависимости от длины токопровода.

При несимметричных нагрузках значение тока, при котором необходимо предусматривать меры по снижению потерь электроэнергии от воздействия магнитного поля, должно в каждом отдельном случае определяться расчетом.

2.2.15. В случаях, когда изменение температуры, вибрация трансформаторов, неравномерная осадка здания и т. п. могут повлечь за собой опасные механические напряжения в проводниках, изоляторах или других элементах токопроводов, следует предусматривать меры к устранению этих напряжений (компенсаторы или подобные им приспособления). На жестких токопроводах компенсаторы должны устанавливаться также в местах пересечений с температурными и осадочными швами зданий и сооружений.

2.2.16. Неразъемные соединения токопроводов рекомендуется выполнять при помощи сварки. Для соединения ответвлений с гибкими токопроводами допускается применение прессуемых зажимов.

Соединения проводников из разных материалов должны выполняться так, чтобы была предотвращена коррозии контактных поверхностей.

2.2.17. Выбор сечения токопроводов выше 1 КВ по длительно допустимому току в нормальном и послеаварийном режимах следует производить с учетом ожидаемого роста нагрузок, но не более чем на 25 - 30% выше расчетных.

2.2.18. Для токопроводов, выполняемых с применением неизолированных проводов, длительно допустимые токи следует определять по гл. 1.3 с применением коэффициента 0,8 при отсутствии внутрифазной транспозиции проводов, 0,98 при наличии внутрифазной транспозиции проводов.

ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ

2.2.19. Места ответвлений от токопроводов должны быть доступны для обслуживания.

2.2.20. В производственных помещениях токопроводы исполнения IPOO следует располагать на высоте не менее 3,5 м от уровня пола или площадки обслуживания, а токопроводы исполнения до IP31 - не менее 2,5 м.

Высота установки токопроводов исполнения IP20 и выше с изолированными шинами, а также токопроводов исполнения IP40 и выше не нормируется. Не нормируется также высота установки токопроводов любого исполнения при напряжении сети 42 В и ниже переменного тока и 110 В и ниже постоянного тока.

В помещениях, посещаемых только квалифицированным обслуживающим персоналом (например, в технических этажах зданий и т. п.) высота установки токопроводов исполнения IP20 и выше не нормируется.

В электропомещениях промышленных предприятий высота установки токопроводов исполнения IP00 и выше не нормируется. Места, где возможны случайные прикосновения к токопроводам исполнения IP00, должны быть ограждены.

Токопроводы должны иметь дополнительную защиту в местах, где возможны механические повреждения.

Токопроводы и ограждения, размещаемые над проходами, должны быть установлены на высоте не менее 1,9 м от пола или площадки обслуживания.

Сетчатые ограждения токопроводов должны иметь сетку с ячейками не более 25 х 25 мм.

Конструкции, на которые устанавливают токопроводы, должны быть выполнены из несгораемых материалов и иметь предел огнестойкости не менее 0,25 ч.

Узлы прохода токопроводов через перекрытия, перегородки и стены должны исключать возможность распространения пламени и дыма из одного помещения в другое.

2.2.21. Расстояние от токоведущих частей токопроводов без оболочек (исполнение IP00) до трубопровдов должно быть не менее 1 м, а до технологического оборудования - не менее 1,5 м.

Расстояние от шинопроводов, имеющих оболочки (исполнение IP21, IP31, IP51. IP65), до трубопроводов и технологического оборудования не нормируется.

2.2.22. Расстояние в свету между проводниками разных фаз или полюсов токопроводов без оболочек (IPOO) и от них до стен зданий и заземленных конструкций должно быть не менее 50 мм, а до сгораемых элементов зданий - не менее 200 мм.

2.2.23. Коммутационная и защитная аппаратура для ответвлений от токопроводов должна устанавливаться непосредственно на токопроводах или вблизи пункта ответвления (см. также 3.1.16). Эта аппаратура должна быть расположена и ограждена так, чтобы исключалась возможность случайного прикосновения к частям, находящимся под напряжением. Для оперативного управления с уровня пола или площадки обслуживания аппаратами, установленными на недоступной высоте, должны быть предусмотрены соответствующие устройства (тяги, тросы). Аппараты должны иметь различимые с пола или площадки обслуживания признаки, указывающие положение аппарата (включено, отключено).

2.2.24. Для токопроводов следует применять изоляторы из несгораемых материалов (фарфор, стеатит и т. и.).

2.2.25. По всей трассе токопроводов без защитных оболочек (IP00) через каждые 10 - 15 м, а также в местах, посещаемых людьми (посадочные площадки для крановщиков и т. п.), должны быть укреплены предупреждающие плакаты по технике безопасности.

2.2.26. Должны быть предусмотрены меры (например, изоляционные распорки) для предотвращения недопустимого сближения проводников фаз между собой и с оболочкой

токопровода при прохождении токов КЗ.

2.2.27. На токопроводы в крановых пролетах распространяются следующие дополнительные требования:

1. Неогражденные токопроводы без защитных оболочек (IP00), прокладываемые по фермам, следует размещать на высоте не менее 2,5 м от уровня настила моста и тележки крана; при прокладке токопроводов ниже 2,5 м, но не ниже уровня нижнего пояса фермы перекрытия должны быть предусмотрены ограждения от случайного прикосновения к ним с настила моста и тележки крана на всем протяжении токопроводов. Допускается устройство ограждения в виде навеса на самом кране под токопроводом.

2. Участки токопроводов без защитных оболочек (IP00) над ремонтными загонами для кранов (см. 5.4.16) должны иметь ограждения, предотвращаюшие прикосновение к токоведущим частям с настила тележки крана. Ограждение не требуется, если токопровод расположен над этим настилом на уровне не менее 2,5 м или если в этих местах применяются изолированные проводники; в последнем случае наименьшее расстояние до них определяют, исходя из ремонтных условий.

3. Прокладка токопроводов под краном без применения специальных мер защиты от механических повреждений допускается в мертвой зоне крана. Специальных мер защиты от механических повреждений не требуется предусматривать для шинопроводов в оболочке любого исполнения на ток до 630 А, расположенных вблизи технологического оборудования вне мертвой зоны крана.

ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ

2.2.28. В производственных помещениях допускается применение токопроводов исполнения IP41 и выше, токопроводы должны быть расположены от уровня пола или площадки обслуживания на высоте не менее 2,5 м.

В производственных помещениях, посещаемых только квалифицированным обслуживающим персоналом (например, в технических этажах зданий и т. п.), высота установки токопроводов исполнения IP41 и выше не нормируется. В электропомещениях допускается применение токопроводов любого исполнения. Высота установки от уровня пола или площадки обслуживания для токопроводов исполнения ниже IP41 - не менее 2,5 м; IP41 и выше - не нормируется.

2.2.29. На открытом воздухе могут применяться токопроводы всех исполнений (см. также 2.2.5 и 2.2.13).

2.2.30. При размещении токопроводов в туннелях и галереях должны быть выполнены требования 4.2.82, а также следующие требования:

1. Ширина коридоров обслуживания токопроводов, не имеющих оболочки IP00), должна быть не менее: 1 м при одностороннем расположении и 1,2 м при двустороннем

расположении. При длине токопровода более 150 м ширина коридора обслуживания как при одностороннем, так и при двустороннем обслуживании оборудования должна быть увеличена по сравнению с приведенной не менее чем на 0,2 м.

2. Высота ограждения токопроводов, не имеющих оболочки, от уровня пола должна быть не менее 1,7 м.

3. В начале и в конце токопровода, а также в промежуточных точках следует предусматривать стационарные заземляющие ножи или устройства для присоединения переносных заземлений. Число мест установки переносных заземлений должно выбираться таким, чтобы наведенное от соседних токопроводов при КЗ напряжение между двумя соседними точками установки заземлений не превышало 250 В.

2.2.31. В туннелях и галереях, где размещены токопроводы, должно быть выполнено освещение в соответствии с требованиями разд. 6. Освещение туннелей и галерей должно питаться от двух источников с чередованием присоединений ламп к обоим источникам.

Там, где прокладываются токопроводы без оболочек (IP00), осветительная арматура должна быть установлена так, чтобы было обеспечено безопасное ее обслуживание. В этом случае осветительная электропроводка в туннелях и галереях должна быть экранирована (кабели с металлической оболочкой, электропроводки в стальных трубах и др.).

2.2.32. При выполнении туннелей и галерей для токопроводов должны быть соблюдены следующие требования:

1. Сооружения должны выполняться из несгораемых материалов. Несущие строительные конструкции из железобетона должны иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч, а из стального проката - не менее 0,25 ч.

2. Вентиляция должна быть выполнена такой, чтобы разность температур входящего и выходящего воздуха при номинальной нагрузке не превышала 15°С. Вентиляционные отверстия должны быть закрыты жалюзи или сетками и защищены козырьками.

3. Внутреннее пространство туннелей и галерей не должно пересекаться какими-либо трубопроводами.

4. Туннели и галереи токопроводов должны быть оборудованы устройствами связи. Аппаратура средств связи и места ее установки должны определяться при конкретном проектировании.

ГИБКИЕ ТОКОПРОВОДЫ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ

2.2.33. Гибкие токопроводы на открытом воздухе должны прокладываться на самостоятельных опорах. Совмещенная прокладка токопроводов и технологических трубопроводов на общих опорах не допускается.

2.2.34. Расстояние между проводами расщепленной фазы рекомендуется принимать равным не менее чем шести диаметрам применяемых проводов.

2.2.35. Расстояние между токоведущими частями и от них до заземленных конструкций,

зданий и других сооружений, а также до полотна автомобильной или железной дороги должно приниматься по гл.2.5.

2.2.36. Сближение токопроводов со зданиями и сооружениями, содержащими взрывоопасные помещения, а также со взрывоопасными наружными установками должно выполняться в соответствии с требованиями гл. 7.3.

2.2.37. Проверку расстояний от токопроводов до пересекаемых сооружений следует производить с учетом дополнительных весовых нагрузок на провода от междуфазных и внутрифазных распорок и возможностей максимальной температуры провода в послеаварийном режиме. Максимальная температура при работе токопровода в послеаварийном режиме принимается равной плюс 70°С.

2.2.38. Располагать фазы цепи протяженного токопровода рекомендуется по вершинам равностороннего треугольника.

2.2.39. Конструкция протяжного токопровода должна предусматривать возможность применения переносных заземлений, позволяющих безопасно выполнять работы на отключенной цепи.

Число мест установки переносных заземлений выбирается по 2.2.30, п. 3.

2.2.40. При расчете проводов гибких токопроводов необходимо руководствоваться следующим:

1. Тяжение и напряжение в проводах при различных сочетаниях внешних нагрузок должны приниматься в зависимости от допустимого нормативного тяжения на фазу, обусловленного прочностью применяемых опор и узлов, воспринимающих усилия.

Нормативное тяжение на фазу следует принимать, как правило, не более 9,8 кН (10 тс).

2. Должны учитываться дополнительные весовые нагрузки на провода от междуфазных и внутрифазных распорок.

3. Давление ветра на провода .должно рассчитываться по 2.5.30.

ГЛАВА 2.3

КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 220 кВ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.3.1. Настоящая глава [1)] Правил распространяется на кабельные силовые линии до 220 КВ, а также линии, выполняемые контрольными кабелями. Кабельные линии более высоких напряжений выполняются по специальным проектам. Дополнителъные

[1)] Согласована с Госстроем СССР 10 июня 1975 г.; утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 18 августа 1975 г. Внесены изменения Решениями Главтехуправления Минэнерго СССР № Э-13/77 от 19 декабря 1977 г.,№ Э-1/78 от 11 января 1978 г., № Э-2/80 от 28 января 1980 г., № Э-6/81 от 15 мая 1981 г., № Э-10/81 от 20 августа 1981 г. и № Э-3/83 от 28 февраля 1983 г.

требования к кабельным линиям приведены в гл. 7.3, 7.4 и 7.7.

2.3.2. К а б е л ь н о й л и н и е й называется линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла.

2.3.3. К а б е л ь н ы м сооружением называется сооружение, специально предназначенное для размещения в нем кабелей, кабельных муфт, а также маслоподпитывающих аппаратов и другого оборудования, предназначенного для обеспечения нормальной работы маслонаполненных кабельных линий. К кабельным сооружениям относятся: кабельные туннели, каналы, короба, блоки, шахты, этажи, двойные полы, кабельные эстакады, галереи, камеры, подпитывающие пункты.

К а б е л ь н ы м т у н н е л е м называется закрытое сооружение (коридор) с расположенными в нем опорными конструкциями для размещения на них кабелей и кабельных муфт, со свободным проходом по всей длине, позволяющим производить прокладку кабелей, ремонты и осмотры кабельных линий.

К а б е л ь н ы м к а н а л о м называется закрытое и заглубленное (частично или полностью) в грунт, пол, перекрытие и т.п. непроходное сооружение, предназначенное для размещения в нем кабелей, укладку, осмотр и ремонт которых возможно производить лишь при снятом перекрытии.

К а б е л ь н о й ш а х т о й называется вертикальное кабельное сооружение (как правило, прямоугольного сечения), у которого высота в несколько раз больше стороны сечения, снабженное скобами или лестницей для передвижения вдоль него людей (проходные шахты) или съемной полностью или частично стенкой (непроходные шахты).

К а б е л ь н ы м э т а ж о м называется часть здания, ограниченная полом и перекрытием или покрытием, с расстоянием между полом и выступающими частями перекрытия или покрытия не менее 1,8 м.

Д в о й н ы м п о л о м называется полость, ограниченная стенами помещения, междуэтажным перекрытием и полом помещения со съемными плитами (на всей или части площади).

К а б е л ь н ы м б л о к о м называется кабельное сооружение с трубами (каналами) для прокладки в них кабелей с относящимися к нему колодцами.

К а б е л ь н о й к а м е р о й называется подземное кабельное сооружение, закрываемое глухой съемной бетонной плитой, предназначенное для укладки кабельных муфт или для

протяжки кабелей в блоки. Камера, имеющая люк для входа в нее, называется кабельным колодцем.

К а б е л ь н о й э с т а к а д о й называется надземное или наземное открытое горизонтальное или наклонное протяженное кабельное сооружение. Кабельная эстакада может быть проходной или непроходной.

К а б е л ь н о й г а л е р е е й называется надземное или наземное закрытое полностью или частично (например, без боковых стен) горизонтальное или наклонное протяженное проходное кабельное сооружение.

2.3.4. К о р о б о м называется - см. 2.1.10.

2.3.5. Л о т к о м называется - см, 2.1.11.

2.3.6. К а б е л ь н о й м а с л о н а п о л н е н н о й л и н и е й низкого или высокого давления называется линия, в которой длительно допустимое избыточное давление составляет:

0,0245 - 0,294 МПа (0,25 - 3,0 кгс/см^3) для кабелей низкого давления в свинцовой оболочке;

0,0245 - 0,49 МПа (0,25 - 5,0 кгс/см^3) для кабелей низкого давления в алюминиевой оболочке;

1,08 - 1,57 МПа (11 - 16 кгс/см^3) для кабелей высокого давления.

2.3.7. Секцией кабельной маслонаполненной линии низкого давления называется участок линии между стопорными муфтами или стопорной и концевой муфтами.

2.3.8. П о д п и т ы в а ю щ и м п у н к т о м называется надземное, наземное или подземное сооружение с подпитывающими аппаратами и оборудованием (баки питания, баки давления, подпитывающие агрегаты и др.).

2.3.9. Р а з в е т в и т е л ь н ы м у с т р о й с т в о м называется часть кабельной линии высокого давления между концом стального трубопровода и концевыми однофазными муфтами.

2.3.10. П о д п и т ы в а ю щ и м а г р е г а т о м называется автоматически действующее устройство, состоящее из баков, насосов, труб, перепускных клапанов, вентилей, щита автоматики и другого оборудования, предназначенного для обеспечения подпитки маслом кабельной линии высокого давления.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.3.11. Проектирование и сооружение кабельных линий должны производиться на основе технико-экономических расчетов с учетом развития сети, ответственности и назначения линии, характера трассы, способа прокладки, конструкций кабелей и т. п.

2.3.12. При выборе трассы кабельной линии следует по возможности избегать участков с грунтами, агрессивными по отношению к металлическим оболочкам кабелей (см. также 2.3.44).

2.3.13. Над подземными кабельными линиями в соответствии с действующими правилами охраны электрических сетей должны устанавливаться охранные зоны в размере площадки над кабелями:

для кабельных линий выше 1 кВ по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей;

для кабельных линий до 1 кВ по 1 м с каждой стороны от крайних кабелей, а при прохождении кабельных линий в городах под тротуарами - на 0,6 м в сторону зданий, сооружений и на 1 м в сторону проезжей части улицы.

Для подводных кабельных линий до и выше 1 кВ в соответствии с указанными правилами должна быть установлена охранная зона, определяемая параллельными прямыми на расстоянии 100 м от крайних кабелей.

Охранные зоны кабельных линий используются с соблюдением требований правил охраны электрических сетей.

2.3.14. Трасса кабельной линии должна выбираться с учетом наименьшего расхода кабеля, обеспечения его сохранности при механических воздействиях, обеспечения защиты от коррозии, вибрации, перегрева и от повреждений соседних кабелей электрической дугой при возникновении КЗ на одном из кабелей. При размещении кабелей следует избегать перекрещиваний их между собой, с трубопроводами и пр.

При выборе трассы кабельной маслонаполненной линии низкого давления принимается во внимание рельеф местности для наиболее рационального размещения и использования на линии подпитывающих баков.

2.3.15. Кабельные линии должны выполняться так, чтобы в процессе монтажа и эксплуатации было исключено возникновение в них опасных механических напряжений и повреждений, для чего:

кабели должны быть уложены с запасом по длине, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и температурных деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены; укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается;

кабели, проложенные горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям и т. п., должны быть жестко закреплены в конечных точках, непосредственно у концевых заделок, с обеих сторон изгибов и у соединительных и стопорных муфт;

кабели, проложенные вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены так, чтобы была предотвращена деформация оболочек и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственного веса кабелей;

конструкции, на которые укладываются небронированные кабели, должны быть выполнены таким образом, чтобы была исключена возможность механического повреждения оболочек кабелей; в местах жесткого крепления оболочки этих кабелей должны быть предохранены от механических повреждений и коррозии при помощи эластичных прокладок;

кабели (в том числе бронированные), расположенные в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, механизмов и грузов, доступность для посторонних лиц), должны быть защищены по высоте на 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле;

при прокладке кабелей рядом с другими кабелями, находящимися в эксплуатации, должны быть приняты меры для предотвращения повреждения последних;

кабели должны прокладываться на расстоянии от нагретых поверхностей, предотвращающем нагрев кабелей выше допустимого, при этом должна предусматриваться защита кабелей от прорыва горячих веществ в местах установки задвижек и фланцевых

соединений.

2.3.16. Защита кабельных линий от блуждающих токов и почвенной коррозии должна удовлетворять требованиям настоящих Правил и СНиП III-23-76 "Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии" Госстроя СССР.

2.3.17. Конструкции подземных кабельных сооружений должны быть рассчитаны с учетом массы кабелей, грунта, дорожного покрытия и нагрузки от проходящего транспорта.

2.3.18. Кабельные сооружения и конструкции, на которых укладываются кабели, должны выполняться из несгораемых материалов. Запрещается выполнение в кабельных сооружениях каких-либо временных устройств, хранение в них материалов и оборудования. Временные кабели должны прокладываться с соблюдением всех требований, предъявляемых к кабельным прокладкам, с разрешения эксплуатирующей организации.

2.3.19. Открытая прокладка кабельных линий должна производиться с учетом непосредственного действия солнечного излучения, а также теплоизлучений от различного рода источников тепла. При прокладке кабелей на географической широте более 65° защита от солнечного излучения не требуется.

2.3.20. Радиусы внутренней кривой изгиба кабелей должны иметь по отношению к их наружному диаметру кратности не менее указанных в стандартах или технических условиях на соответствующие марки кабелей.

2.3.21. Радиусы внутренней кривой изгиба жил кабелей при выполнении кабельных заделок должны иметь по отношению к приведенному диаметру жил кратности не менее указанных в стандартах или технических условиях на соответствующие марки кабелей.

2.3.22. Усилия тяжения при прокладке кабелей и протягивании их в трубах определяются механическими напряжениями, допустимыми для жил и оболочек.

2.3.23. Каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование. Если кабельная линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то каждый из них должен иметь тот же номер с добавлением букв А, Б, В и т. д. Открыто проложенные кабели, а также все кабельные муфты должны быть снабжены бирками с обозначением на бирках кабелей и концевых муфт марки, напряжения, сечения, номера или наименования линии; на бирках соединительных муфт - номера муфты и даты монтажа. Бирки должны быть стойкими к воздействию окружающей среды. На кабелях, проложенных в кабельных сооружениях, бирки должны располагаться по длине не реже чем через каждые 50 м.

2.3.24. На трассе кабельной линии, проложенной в незастроенной местности, должны быть установлены опознавательные знаки. Трасса кабельной линии, проложенной по пахотным землям, должна быть обозначена знаками, устанавливаемыми не реже чем через 500 м, а также в местах изменения направления трассы.

ВЫБОР СПОСОБОВ ПРОКЛАДКИ

2.3.25. При выборе способов прокладки силовых кабельных линий до 35 кВ необходимо руководствоваться следующим:

1. При прокладке кабелей в земле рекомендуется в одной траншее прокладывать не более шести силовых кабелей. При большем количестве кабелей рекомендуется прокладывать их в отдельных траншеях с расстоянием между группами кабелей не менее 0,5 м или в каналах, туннелях, по эстакадам и в галереях.

2. Прокладка кабелей в туннелях, по эстакадам и в галереях рекомендуется при количестве силовых кабелей, идущих в одном направлении, более 20.

3. Прокладка кабелей в блоках применяется в условиях большой стесненности по трассе, в местах пересечений с железнодорожными путями и проездами, при вероятности разлива металла и т. п.

4. При выборе способов прокладки кабелей по территориям городов должны учитываться первоначальные капитальные затраты и затраты, связанные с производством эксплуатационно-ремонтных работ, а также удобство и экономичность обслуживания сооружений.

2.3.26. На территориях электростанций кабельные линии должны прокладываться в туннелях, коробах, каналах, блоках, по эстакадам и в галереях. Прокладка силовых кабелей в траншеях допускается только к удаленным вспомогательным объектам (склады топлива, мастерские) при количестве не более шести. На территориях электростанций общей мощностью до 25 МВт допускается также прокладка кабелей в траншеях.

2.3.27. На территориях промышленных предприятий кабельные линии должны прокладываться в земле (в траншеях), туннелях, блоках, каналах, по эстакадам, в галереях и по стенам зданий.

2.3.28. На территориях подстанций и распределительных устройств кабельные линии должны прокладываться в туннелях, коробах, каналах, трубах, в земле (в траншеях), наземных железобетонных лотках, по эстакадам и в галереях.

2.3.29. В городах и поселках одиночные кабельные линии следует, как правило, прокладывать в земле (в траншеях) по непроезжей части улиц (под тротуарами), по дворам и техническим полосам в виде газонов.

2.3.30. По улицам и площадям, насыщенным подземными коммуникациями, прокладку кабельных линий в количестве 10 и более в потоке рекомендуется производить в коллекторах и кабельных туннелях. При пересечении улиц и площадей с усовершенствованными покрытиями и с интенсивным движением транспорта кабельные линии должны прокладываться в блоках или трубах.

2.3.31. При сооружении кабельных линий в районах многолетней мерзлоты следует учитывать физические явления, связанные с природой многолетней мерзлоты: пучинистый грунт, морозобойные трещины, оползни и т. п. В зависимости от местных условий кабели могут прокладываться в земле (в траншеях) ниже деятельного слоя, в

деятельном слое в сухих, хорошо дренирующих грунтах, в искусственных насыпях из крупноскелетных сухих привозных грунтов, в лотках по поверхности земли, на эстакадах. Рекомендуется совместная прокладка кабелей с трубопроводами теплофикации, водопровода, канализации и т. п. в специальных сооружениях (коллекторах).

2.3.32. Осуществление разных видов прокладок кабелей в районах многолетней мерзлоты должно производиться с учетом следующего:

1. Для прокладки кабелей в земляных траншеях наиболее пригодными грунтами являются дренируюшие грунты (скальные, галечные, гравийные, щебенистые и крупнопесчаные); пучинистые и просадочные грунты непригодны для прокладки в них кабельных линий. Прокладку кабелей непосредственно в грунте допускается осуществлять при числе кабелей не более четырех. По грунтово-мерзлотным и климатическим условиям запрещается прокладка кабелей в трубах, проложенных в земле. На пересечениях с другими кабельными линиями, дорогами и подземными коммуникациями кабели следует защищать железобетонными плитами.

Прокладка кабелей вблизи зданий не допускается. Ввод кабелей из траншеи в здание при отсутствии вентилируемого подполья должен выполняться выше нулевой отметки.

2. Прокладку кабелей в каналах допускается применять в местах, где деятельный слой состоит из непучинистых грунтов и имеет ровную поверхность с уклоном не более 0,2%, обеспечивающим сток поверхностных вод. Кабельные каналы следует выполнять из водонепроницаемого железобетона и покрывать снаружи надежной гидроизоляцией. Сверху каналы необходимо закрывать железобетонными плитами. Каналы могут выполняться заглубленными в грунт и без заглубления (поверх грунта). В последнем случае под каналом и вблизи него должна быть выполнена подушка толщиной не менее 0,5 м из сухого грунта.

2.3.33. Внутри зданий кабельные линии можно прокладывать непосредственно по конструкциям зданий (открыто и в коробах или трубах), в каналах, блоках, туннелях, трубах, проложенных в полах и перекрытиях, а также по фундаментам машин, в шахтах, кабельных этажах и двойных полах.

2.3.34 Маслонаполненные кабели могут прокладываться (при любом количестве кабелей) в туннелях и галереях и в земле (в траншеях); способ их прокладки определяется проектом.

ВЫБОР КАБЕЛЕЙ

2.3.35. Для кабельных линий, прокладываемых по трассам, проходящим в различных грунтах и условиях окружающей среды, выбор конструкций и сечений кабелей следует производить по участку с наиболее тяжелыми условиями, если длина участков с более

легкими условиями не превышает строительной длины кабеля. При значительной длине отдельных участков трассы с различными условиями прокладки для каждого из них следует

выбирать соответствующие конструкции и сечения кабелей.

2.3.36. Для кабельных линий, прокладываемых по трассам с различными условиями охлаждения, сечения кабелей должны выбираться по участку трассы с худшими условиями охлаждения, если длина его составляет более 10 м. Допускается для кабельных линий до 10 КВ, за исключением подводных, применение кабелей разных сечений, но не более трех при условии, что длина наименьшего отрезка составляет не менее 20 м (см. также 2.3.70).

2.3.37. Для кабельных линий, прокладываемых в земле или воде, должны применяться преимущественно бронированные кабели. Металлические оболочки этих кабелей должны иметь внешний покров для защиты от химических воздействий. Кабели с другими конструкциями внешних защитных покрытий (небронированные) должны обладать необходимой стойкостью к механическим воздействиям при прокладке во всех видах грунтов, при протяжке в блоках и трубах, а также стойкостью по отношению к тепловым и механическим воздействиям при эксплуатационно-ремонтных работах.

2.3.38. Трубопроводы кабельных маслонаполненных линий высокого давления, прокладываемые в земле или воде, должны иметь защиту от коррозии в соответствии с проектом.

2.3.39. В кабельных сооружениях и производственных помещениях при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации рекомендуется прокладывать небронированные кабели, а при наличии опасности механических повреждений в эксплуатации должны применяться бронированные кабели или защита их от механических повреждений.

Вне кабельных сооружений допускается прокладка небронированных кабелей на недоступной высоте (не менее 2 м); на меньшей высоте прокладка небронированных кабелей допускается при условии защиты их от механических повреждений (коробами, угловой сталью, трубами и т. п.).

При смешанной прокладке (земля - кабельное сооружение или производственное помещение) рекомендуется применение тех же марок кабелей, что и для прокладки в земле (см. 2.3.37), но без горючих наружных защитных покровов.

2.3.40. При прокладке кабельных линий в кабельных сооружениях, а также в производственных помещениях бронированные кабели не должны иметь поверх брони, а небронированные кабели – поверх металлических оболочек защитных покровов из горючих материалов.

Для открытой прокладки не допускается применять силовые и контрольные кабели с горючей полиэтиленовой изоляцией.

Металлические оболочки кабелей и металлические поверхности, по которым они прокладываются, должны быть защищены негорючим антикоррозийным покрытием.

При прокладке в помещениях с агрессивной средой должны применяться кабели, стойкие к воздействию этой среды.

2.3.41. Для кабельных линий электростанций, распределительных устройств и подстанций, указанных в 2.3.76, рекомендуется применять кабели, бронированные стальной

лентой, защищенной негорючим покрытием. На электростанциях применение кабелей с горючей полиэтиленовой изоляцией не допускается.

2.3.42. Для кабельных линий, прокладываемых в кабельных блоках и трубах, как правило, должны применяться небронированные кабели в свинцовой усиленной оболочке. На участках блоков и труб, а также ответвлений от них длиной до 50 м допускается прокладка бронированных кабелей в свинцовой или алюминиевой оболочке без наружного

покрова из кабельной пряжи. Для кабельных линий, прокладываемых в трубах, допускается применение кабелей в пластмассовой или резиновой оболочке.

2.3.43. Для прокладки в почвах, содержащих вещества, разрушительно действующие на оболочки кабелей (солончаки, болота, насыпной грунт со шлаком и строительным материалом и т. п.), а также в зонах, опасных из-за воздействия электрокоррозии, должны применяться кабели со свинцовыми оболочками и усиленными защитными покровами типов Бл, Б2л, или кабели с алюминиевыми оболочками и особо усиленными защитными покровами типов Бв, Бп (в сплошном влагостойком пластмассовом шланге).

2.3.44. В местах пересечения кабельными линиями болот кабели должны выбираться с учетом геологических условий, а также химических и механических воздействий.

2.3.45. Для прокладки в почвах, подверженных смещению, должны применяться кабели с проволочной броней или приниматься меры по устранению усилий, действующих на кабель при смещении почвы (укрепление грунта шпунтовыми или свайными рядами и т. п.).

2.3.46. В местах пересечения кабельными линиями ручьев, их пойм и канав должны применяться такие же кабели, как и для прокладки в земле (см. также 2.3.99).

2.3.47. Для кабельных линий, прокладываемых по железнодорожным мостам, а также по другим мостам с интенсивным движением транспорта, рекомендуется применять бронированные кабели в алюминиевой оболочке.

2.3.48. Для кабельных линий передвижных механизмов должны применяться гибкие кабели с резиновой или другой аналогичной изоляцией, выдерживающей многократные изгибы (см. также 1.7.11).

2.3.49. Для подводных кабельных линий следует применять кабели с броней из круглой проволоки, по возможности одной строительной длины. С этой целью разрешается применение одножильных кабелей.

В местах перехода кабельных линий с берега в море при наличии сильного морского прибоя, при прокладке кабеля на участках рек с сильным течением и размываемыми берегами, а также на больших глубинах (до 40 - 60 м) следует применять кабель с двойной металлической броней.

Кабели с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке, а также кабели в алюминиевой оболочке без специальных водонепроницаемых покрытий для прокладки в воде не допускаются.

При прокладке кабельных линий через небольшие несудоходные и несплавные реки шириной (вместе с затопляемой поймой) не более 100 м, с устойчивыми руслом и дном

допускается применение кабелей с ленточной броней.

2.3.50. Для кабельных маслонаполненных линий напряжением 110 - 220 КВ тип и конструкция кабелей определяются проектом.

2.3.51. При прокладке кабельных линий до 35 кВ на вертикальных и наклонных участках трассы с разностью уровней, превышающей допустимую по ГОСТ для кабелей с вязкой пропиткой, должны применяться кабели с нестекающей пропиточной массой, кабели с обедненно-пропитанной бумажной изоляцией и кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией. Для указанных условий кабели с вязкой пропиткой допускается применять только со стопорными муфтами, размещенными по трассе, в соответствии с допустимыми разностями уровней для этих кабелей по ГОСТ.

Разность вертикальных отметок между стопорными муфтами кабельных маслонаполненных линий низкого давления определяется соответствующими техническими условиями на кабель и расчетом подпитки при предельных тепловых режимах.

2.3.52. В четырехпроводных сетях должны применяться четырехжильные кабели. Прокладка нулевых жил отдельно от фазных не допускается. Допускается применение трехжильных силовых кабелей в алюминиевой оболочке напряжением до 1 КВ с

использованием их оболочки в качестве нулевого провода (четвертой жилы) в четырехпроводных сетях переменного тока (осветительных, силовых и смешанных) с глухозаземленной нейтралью, за исключением установок со взрывоопасной средой и установок, в которых при нормальных условиях эксплуатации ток в нулевом проводе составляет более 75% допустимого длительного тока фазного провода.

Использование для указанной цели свинцовых оболочек трехжильных силовых кабелей допускается лишь в реконструируемых городских электрических сетях 220/127 и 380/220 В.

2.3.53. Для кабельных линий до 35 кВ допускается применять одножильные кабели, если это приводит к значительной экономии меди или алюминия в сравнении с трехжильными или если отсутствует возможность применения кабеля необходимой строительной длины. Сечение этих кабелей должно выбираться с учетом их дополнительного нагрева токами, наводимыми в оболочках.

Должны быть также выполнены мероприятия по обеспечению равного распределения тока между параллельно включенными кабелями и безопасного прикосновения к их оболочкам, исключению нагрева находящихся в непосредственной близости металлических частей и надежному закреплению кабелей в изолирующих клицах.

ПОДПИТЫВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА И СИГНАЛИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА КАБЕЛЬНЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ЛИНИЙ

2.3.54. Маслоподпитывающая система должна обеспечивать надежную работу линии в любых нормальных и переходных тепловых режимах.

2.3.55. Количество масла, находящегося в маслоподпитывающей системе, должно определяться с учетом расхода на подпитку кабеля. Кроме того, должен быть запас масла для аварийного ремонта и заполнения маслом наиболее протяженной секции кабельной линии.

2.3.56. Подпитывающие баки линий низкого давления рекомендуется размещать в закрытых помещениях. Небольшое количество подпитывающих баков (5 - 6) на открытых пунктах питания рекомендуется располагать в легких металлических ящиках на порталах, опорах и т. п. (при температуре окружающего воздуха не ниже минус 30°С). Подпитывающие баки должны быть снабжены указателями давления масла и защищены от прямого воздействия солнечного излучения.

2.3.57. Подпитывающие агрегаты линий высокого давления должны быть размещены в закрытых помещениях, имеющих температуру не ниже +10°С, и расположены возможно ближе к месту присоединения к кабельным линиям (см. также 2.3.131). Присоединение нескольких подпитывающих агрегатов к линии производится через масляный коллектор.

2.3.58. При параллельной прокладке нескольких кабельных маслонаполненных линий высокого давления рекомендуется подпитку маслом каждой линии производить от отдельных подпитывающих агрегатов или следует устанавливать устройство для автоматического переключения агрегатов на ту или другую линию.

2.3.59. Подпитывающие агрегаты рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых источников питания с обязательным устройством автоматического включения резерва (АВР). Подпитывающие агрегаты должны быть отделены один от другого несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

2.3.60. Каждая кабельная маслонаполненная линия должна иметь систему сигнализации давления масла, обеспечивающую регистрацию и передачу дежурному персоналу сигналов о понижении и повышении давления масла сверх допустимых пределов.

2.3.61. На каждой секции кабельной маслонаполненной линии низкого давления должно быть установлено по крайней мере два датчика, на линии высокого давления - датчик на

каждом подпитывающем агрегате. Аварийные сигналы должны передаваться на пункт с постоянным дежурством персонала. Система сигнализации давления масла должна иметь защиту от влияния электрических полей силовых кабельных линий.

2.3.62. Подпитывающие пункты на линиях низкого давления должны быть оборудованы телефонной связью с диспетчерскими пунктами (электросети, сетевого района).

2.3.63. Маслопровод, соединяющий коллектор подпитывающего агрегата с кабельной маслонаполненной линией высокого давления, должен прокладываться в помещениях с положительной температурой. Допускается прокладка его в утепленных траншеях, лотках, каналах и в земле ниже зоны промерзания при условии обеспечения положительной температуры окружающей среды.

2.3.64. Вибрация в помещении щита с приборами для автоматического управления подпитывающим агрегатом не должна превышать допустимых пределов.

СОЕДИНЕНИЯ И ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЕЙ

2.3.65. При соединении и оконцевании силовых кабелей следует применять конструкции муфт, соответствующие условиям их работы и окружающей среды. Соединения и заделки на кабельных линиях должны быть выполнены так, чтобы кабели были защищены от проникновения в них влаги и других вреднодействующих веществ из окружающей среды и чтобы соединения и заделки выдерживали испытательные напряжения для кабельной линии и соответствовали требованиям ГОСТ.

2.3.66. Для кабельных линий до 35 кВ концевые и соединительные муфты должны применяться в соответствии с действующей технической документацией на муфты, утвержденной в установленном порядке.

2.3.67. Для соединительных и стопорных муфт кабельных маслонаполненных линий низкого давления необходимо применять только латунные или медные муфты.

Длина секций и места установки стопорных муфт на кабельных маслонаполненных линиях низкого давления определяются с учетом подпитки линий маслом в нормальном и переходных тепловых режимах.

Стопорные и полустопорные муфты на кабельных маслонаполненных линиях должны размещаться в кабельных колодцах; соединительные муфты при прокладке кабелей в земле рекомендуется размещать в камерах, подлежащих последующей засыпке просеянной землей или песком.

В районах с электрифицированным транспортом (метрополитен, трамваи, железные дороги) или с агрессивными по отношению к металлическим оболочкам и муфтам кабельных линий почвами соединительные муфты должны быть доступны для контроля.

2.3.68. На кабельных линиях, выполняемых кабелями с нормально пропитанной бумажной изоляцией и кабелями, пропитанными нестекающей массой, соединения кабелей должны производиться при помощи стопорно-переходных муфт, если уровень прокладки кабелей с нормально пропитанной изоляцией выше уровня прокладки кабелей, пропитанных нестекающей массой (см. также 2.3.51).

2.3.69. На кабельных линиях выше 1.кВ, выполняемых гибкими кабелями с резиновой изоляцией в резиновом шланге, соединения кабелей должны производиться горячим вулканизированием с покрытием противосыростным лаком.

2.3.70. Число соединительных муфт на 1 км вновь строящихся кабельных линий должно быть не более: для трехжильных кабелей 1 – 10 кВ сечением до 3 х 95 мм^2 4 шт.; для трехжильных кабелей 1 - 10 кВ сечениями 3 х 120 - 3 х 240 мм^2 5 шт.; для трехфазных

кабелей 20 - 35 кВ 6 шт.; для одножильных кабелей 2 шт.

Для кабельных линий 110 - 220 КВ число соединительных муфт определяется проектом.

Использование маломерных отрезков кабелей для сооружения протяженных кабельных линий не допускается.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

2.3.71. Кабели с металлическими оболочками или броней, а также кабельные конструкции, на которых прокладываются кабели, должны быть заземлены или занулены в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 1.7.

2.3.72. При заземлении или занулении металлических оболочек силовых кабелей оболочка и броня должны быть соединены гибким медным проводом между собой и с корпусами муфт (концевых, соединительных и др.). На кабелях 6 кВ и выше с алюминиевыми оболочками заземление оболочки и брони должно выполняться отдельными проводниками.

Применять заземляющие или нулевые защитные проводники с проводимостью, большей, чем проводимость оболочек кабелей, не требуется, однако сечение во всех случаях должно быть не менее 6 мм^2.

Сечения заземляющих проводников контрольных кабелей следует выбирать в соответствии с требованиями 1.7.76 - 1.7.78.

Если на опоре конструкции установлены наружная концевая муфта и комплект разрядников, то броня, металлическая оболочка и муфта должны быть присоединены к заземляющему устройству разрядников. Использование в качестве заземляющего устройства только металлических оболочек кабелей в этом случае не допускается.

Эстакады и галереи должны. быть оборудованы молниезащитой согласно СН 305-77 "Инструкция по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений" Госстроя СССР.

2.3.73. На кабельных маслонаполненных линиях низкого давления заземляются концевые, соединительные и стопорные муфты.

На кабелях с алюминиевыми оболочками подпитывающие устройства должны подсоединяться к линиям через изолирующие вставки, а корпуса концевых муфт должны быгть изолированы от алюминиевых оболочек кабелей. Указанное требование не распространяется на кабельные линии с непосредственным вводом в трансформаторы.

При применении для кабельных маслонаполненных линий низкого давления бронированных кабелей в каждом колодце броня кабеля с обеих сторон муфты должна быть соединена сваркой и заземлена.

2.3.74. Стальной трубопровод маслонаполненных кабельных линий высокого давления, проложенных в земле, должен быть заземлен во всех колодцах и по концам, а проложенных в кабельных сооружениях - по концам и в промежуточных точках, определяемых расчетами в проекте.

При необходимости активной защиты стального трубопровода от коррозии заземление его выполняется в соответствии с требованиями этой защиты, при этом должна быть обеспечена возможность контроля электрического сопротивления антикоррозийного покрытия.

2.3.75. При переходе кабельной линии в воздушную (ВЛ) и при отсутствии у опоры ВЛ заземляющего устройства кабельные муфты (мачтовые) допускается заземлять присоединением металлической оболочки кабеля, если кабельная муфта на другом конце кабеля присоединена к заземляющему устройству или сопротивление заземления кабельной оболочки соответствует требованиям гл. 1.7.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАБЕЛЬНОМУ ХОЗЯЙСТВУ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ПОДСТАНЦИЙ

И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

2.3.76. Требования, приведенные в 2.3.77-2.3.82, распространяются на кабельные хозяйства тепловых и гидроэлектростанций мощностью 25 МВт и более, распределительных устройств и подстанций напряжением 220 - 500 КВ, а также распределительных устройств и подстанций, имеющих особое значение в энергосистеме (см. Также 2.3.113).

2.3.77. Главная схема электрических соединений, схема собственных нужд и схема оперативного тока, управление оборудованием и компоновка оборудования и кабельного хозяйства электростанции или подстанции должны выполняться таким образом, чтобы при возникновении пожаров в кабельном хозяйстве или вне его были исключены нарушения работы более чем одного блока электростанции, одновременная потеря взаимно резервирующих присоединений распределительных устройств и подстанций, а также выход из работы систем обнаружения и тушения пожаров.

2.3.78. Для основных кабельных потоков электростанций должны предусматриваться кабельные сооружения (этажи, туннели, шахты и др.), изолированные от технологического оборудования и исключающие доступ к кабелям посторонних лиц.

При размещении потоков кабелей на электростанциях трассы кабельных линий должны выбираться с учетом:

предотвращения перегрева кабелей от нагретых поверхностей технологического оборудования;

предотвращения повреждений кабелей при выхлопах (возгораниях и взрывах) пыли через предохранительные устройства пылесистем;

недопущения прокладки транзитных кабелей в технологических туннелях гидрозолоудаления, помещениях химводоочистки, а также в местах, где располагаются трубопроводы с химически агрессивными жидкостями.

2.3.79. Взаимно резервирующие ответственные кабельные линии (силовые, оперативного тока, средств связи, управления, сигнализации, систем пожаротушения и т. п.) должны прокладываться так, чтобы при пожарах была исключена возможность одновременной потери взаимно резервирующих кабельных линий. На участках кабельного

хозяйства, где возникновение аварии угрожает ее большим развитием, кабельные потоки следует делить на изолированные одна от другой группы. Распределение кабелей по группам принимается в зависимости от местных условий.

2.3.80. В пределах одного энергоблока разрешается выполнение кабельных сооружений с пределом огнестойкости 0,25 ч. При этом технологическое оборудование, которое может служить источником пожара (баки с маслом, маслостанции и т.п.), должно иметь ограждения с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч, исключающие возможность загорания кабелей при возникновении пожара на этом оборудовании.

В пределах одного энергоблока электростанции разрешается прокладка кабелей вне специальных кабельных сооружений при условии надежной их защиты от механических повреждений и заноса пылью, от искр и огня при производстве ремонта технологического оборудования, обеспечения нормальных температурных условий для кабельных линий и удобства их обслуживания.

Для обеспечения доступа к кабелям при расположении их на высоте 5 м и более должны сооружаться специальные площадки и проходы.

Для одиночных кабелей и небольших групп кабелей (до 20) эксплуатационные площадки могут не сооружаться, но при этом должна быть обеспечена возможность быстрой замены и ремонта кабелей в условиях эксплуатации.

При прокладке кабелей в пределах одного энергоблока вне специальных кабельных сооружений должно обеспечиваться по возможности разделение их на отдельные группы, проходящие по различным трассам.

2.3.81. Кабельные этажи и туннели, в которых размещаются кабели различных энергоблоков электростанции, включая кабельные этажи и туннели под блочными щитами управления, должны быть разделены поблочно и отделены от других помещений, кабельных этажей, туннелей, шахт, коробов и каналов несгораемыми перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч, в том числе в местах прохода кабелей.

В местах предполагаемого прохода кабелей через перегородки и перекрытия в целях обеспечения возможности замены и дополнительной прокладки кабелей должна предусматриваться перегородка из несгораемого, легко пробиваемого материала с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

В протяженных кабельных сооружениях тепловых электростанций должны предусматриваться аварийные выходы, расположенные, как правило, не реже чем через 50 м.

Кабельные хозяйства электростанций должны быть отделены от отходящих сетевых кабельных туннелей и коллекторов несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

2.3.82. Места входа кабелей в помещения закрытых распределительных устройств и в помещении щитов управления и защиты открытых распределительных устройств должны иметь перегородки с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

Места входа кабелей на блочные щиты управления электростанций должны быть закрыты перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

Кабельные шахты должны быть отделены от кабельных туннелей, этажей и других кабельных сооружений несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч и иметь перекрытия вверху и внизу. Протяженные шахты при проходе через перекрытия, но не реже чем через 20 м должны делиться на отсеки несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

Проходные кабельные шахты должны иметь входные двери и быть оборудованы лестницами или специальными скобами.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В ЗЕМЛЕ

2.3.83. При прокладке кабельных линий непосредственно в земле кабели должны прокладываться в траншеях и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем мелкой земли, не содержащей камней, строительного мусора и шлака.

Кабели на всем протяжении должны быть защищены от механических повреждений путем покрытия при напряжении 35 кВ и выше железобетонными плитами толщиной не менее 50 мм; при напряжении ниже 35 кВ - плитами или глиняным обыкновенным кирпичом в один слой поперек трассы кабелей; при рытье траншеи землеройным механизмом с шириной фрезы менее 250 мм, а также для одного кабеля - вдоль трассы кабельной линии. Применение силикатного, а также глиняного пустотелого или дырчатого кирпича не допускается.

При прокладке на глубине 1 - 1,2 м кабели 20 кВ и ниже (кроме кабелей городских электросетей) допускается не защищать от механических повреждений.

Кабели до 1 КВ должны иметь такую защиту лишь на участках, где вероятны механические повреждения (например, в местах частых раскопок). Асфальтовые покрытия улиц и т. п. рассматриваются как места, где разрытия производятся в редких случаях.

2.3.84. Глубина заложения кабельных линий от планировочной отметки должна быть не менее: линий до 20 КВ 0,7 м; 35 КВ 1 м; при пересечении улиц и площадей независимо от напряжения 1 м.

Кабельные маслонаполненные линии 110 - 220 кВ должны иметь глубину заложения от планировочной отметки не менее 1,5 м.

Допускается уменьшение глубины до 0,5 м на участках длиной до 5 м при вводе линий в здания, а также в местах пересечения их с подземными сооружениями при условии защиты кабелей от механических повреждений (например, прокладка в трубах).

Прокладка кабельных линий 6 - 10 кВ по пахотным землям должна производиться на глубине не менее 1 м, при этом полоса земли над трассой может быть занята под посевы.

2.3.85. Расстояние в свету от кабеля, проложенного непосредственно в земле, до фундаментов зданий и сооружений должно быть не менее 0,6 м. Прокладка кабелей непосредственно в земле под фундаментами зданий и сооружений не допускается. При

прокладке транзитных кабелей в подвалах и технических подпольях жилых и общественных зданий следует руководствоваться СНиП Госстроя СССР.

2.3.86. При параллельной прокладке кабельных линий расстояние по горизонтали в свету между кабелями должно быть не менее:

1) 100 мм между силовыми кабелями до 10 кВ, а также между ними и контрольными кабелями;

2) 250 мм между кабелями 20 - 35 КВ и между ними и другими кабелями;

3) 500 мм* между кабелями, эксплуатируемыми различными организациями, а также между силовыми кабелями и кабелями связи;

4) 500 мм между маслонаполненными кабелями 110 - 220 кВ и другими кабелями; при этом кабельные маслонаполненные линии низкого давления отделяются одна от другой и от других кабелей железобетонными плитами, поставленными на ребро; кроме того, следует производить расчет электромагнитного влияния на кабели связи.

Допускается в случаях необходимости по согласованию между эксплуатирующими организациями с учетом местных условий уменьшение расстояний, указанных в пп. 2 и 3, до 100 мм, а между силовыми кабелями до 10 кВ и кабелями связи, кроме кабелей с цепями, уплотненными высокочастотными системами телефонной связи, до 250 мм при условии защиты кабелей от повреждений, могущих возникнуть при КЗ в одном из кабелей (прокладка в трубах,. установка несгораемых перегородок и т. п.).

Расстояние между контрольными кабелями не нормируется.

2.3.87. При прокладке кабельных линий в зоне насаждений расстояние от кабелей до стволов деревьев должно быть, как правило, не менее 2 м. Допускается по согласованию с организацией, в ведении которой находятся зеленые насаждения, уменьшение этого расстояния при условии прокладки кабелей в трубах, проложенных путем подкопки.

При прокладке кабелей в пределах зеленой зоны с кустарниковыми посадками указанные расстояния допускается уменьшить до 0,75 м.

2.3.88. При параллельной прокладке расстояние по горизонтали в свету от кабельных линий напряжением до 35 кВ и маслонаполненных кабельных линий до трубопроводов, водопровода, канализации и дренажа должно быть не менее 1 м; до газопроводов низкого (0,0049 МПа), среднего (0,294 МПа) и высокого давления (более 0,294 до 0,588 МПа) - не менее 1 м; до газопроводов высокого давления (более 0,588 до 1,176 МПа) - не менее 2 м; до теплопроводов - см. 2.3.89.

В стесненных условиях допускается уменьшение указанных расстояний для кабельных линий до 35 КВ, за исключением расстояний до трубопроводов с горючими жидкостями и газами, до 0,5 м без специальной защиты кабелей и до 0,25 м при прокладке кабелей в трубах. Для маслонаполненных кабельных линий 110 - 220 кВ на участке сближения длиной

---

* Согласовано с Министерством связи СССР.

не более 50 м допускается уменьшение расстояния по горизонтали в свету до трубопроводов, за исключением трубопроводов с горючими жидкостями и газами, до 0,5 м при условии устройства между маслонаполненными кабелями и трубопроводом защитной стенки, исключающей возможность механических повреждений. Параллельная прокладка кабелей над и под трубопроводами не допускается.

2.3.89. При прокладке кабельной линии параллельно с теплопроводом расстояние в свету между кабелем и стенкой канала теплопровода должно быть не менее 2 м или теплопровод на всем участке сближения с кабельной линией должен иметь такую теплоизоляцию, чтобы дополнительный нагрев теплопроводом в месте прохождения кабелей в любое время года не превышал 10° С для кабельных линий до 10 кВ и 5° С - для линий 20 - 220 кВ.

2.3.90. При прокладке кабельной линии параллельно с железными дорогами кабели должны прокладываться, как правило, вне зоны отчуждения дороги. Прокладка кабелей в пределах зоны отчуждения допускается только по согласованию с организациями Министерства путей сообщения, при этом расстояние от кабеля до оси пути железной дороги должно быть не менее 3,25 м, а для электрифицированной дороги - не менее 10,75 м. В стесненных условиях допускается уменьшение указанных расстояний, при этом кабели на всем участке сближения должны прокладываться в блоках или трубах.

При электрифицированных дорогах на постоянном токе блоки или трубы должны быть изолирующими (асбестоцементные, пропитанные гудроном или битумом и др.)*.

2.3.91. При прокладке кабельной линии параллельно с трамвайными путями расстояние от кабеля до оси трамвайного пути должно быть не менее 2,75 м. В стесненных условиях допускается уменьшение этого расстояния при условии, что кабели на всем участке сближения будут проложены в изолирующих блоках или трубах, указанных в 2.3.90.

2.3.92. При прокладке кабельной линии параллельно с автомобильными дорогами категорий I и II (см. 2.5.146) кабели должны прокладываться с внешней стороны кювета или подошвы Насыпи на расстоянии не менее 1 м от бровки или не менее 1,5 м от бордюрного камня. Уменьшение указанного расстояния допускается в каждом отдельном случае по согласованию с соответствующими управлениями дорог.

2.3.93. При прокладке кабельной линии параллельно с ВЛ 110 кВ и выше расстояние от кабеля до вертикальной плоскости, проходящей через крайний провод линии, должно быть не менее 10 м.

Расстояние в свету от кабельной линии до заземленных частей и заземлителей опор ВЛ выше 1 КВ должно быть не менее 5 м при напряжении до 35 кВ, 10 м при напряжении 110 кВ и выше. В стесненных условиях расстояние от кабельных линий до подземных частей и

---

* Согласовано с Министерством путей сообщения.

заземлителей отдельных опор ВЛ выше 1 КВ допускается не менее 2 м; при этом расстояние от кабеля до вертикальной плоскости, проходящей через провод ВЛ, не нормируется.

Расстояние в свету от кабельной линии до опоры ВЛ до 1 кВ должно быть не менее 1 м, а при прокладке кабеля на участке сближения в изолирующей трубе 0,5 м.

На территориях электростанций и подстанций в стесненных условиях допускается прокладывать кабельные линии на расстояниях не менее 0,5 м от подземной части опор воздушных связей (токопроводов) и ВЛ выше 1 кВ, если заземляющие устройства этих опор присоединены к контуру заземления подстанций.

2.3.94 *. При пересечении кабельными линиями других кабелей они должны быть разделены слоем земли толщиной не менее 0,5 м; это расстояние в стесненных условиях для кабелей до 35 КВ может быть уменьшено до 0,15 м при условии разделения кабелей на всем участке пересечения плюс до 1 м в каждую сторону плитами или трубами из бетона

или другого равнопрочного материала; при этом кабели связи должны быть расположены выше силовых кабелей.

2.3.95. При пересечении кабельными линиями трубопроводов, в том числе нефте- и газопроводов, расстояние между кабелями и трубопроводом должно быть не менее 0,5 м. Допускается уменьшение этого расстояния до 0,25 м при условии прокладки кабеля на участке пересечения плюс не менее чем по 2 м в каждую сторону в трубах.

При пересечении кабельной маслонаполненной линией трубопроводов расстояние между ними в свету должно быть не менее 1 м. Для стесненных условий допускается принимать расстояние не менее 1 м. Для стесненных условий допускается принимать расстояние не менее 0,25 м, но при условии размещения кабелей в трубах или железобетонных лотках с крышкой.

2.3.96. При пересечении кабельными линиями до 35 КВ теплопроводов расстояние между кабелями и перекрытием теплопровода в свету должно быть не менее 0,5 м, а в стесненных условиях - не менее 0,25 м. При этом теплопровод на участке пересечения плюс по 2 м в каждую сторону от крайних кабелей должен иметь такую теплоизоляцию, чтобы температура земли не повышалась более чем на 10°С по отношению к высшей летней температуре и на 15°С по отношению к низшей зимней.

В случаях, когда указанные условия не могут быть соблюдены, допускается выполнение одного из следующих мероприятий: заглубление кабелей до 0,5 м вместо 0,7 м (см. 2.3.84); применение кабельной вставки большего сечения; прокладка кабелей под теплопроводом в трубах на расстоянии от него не менее 0,5 м, при этом трубы должны быть уложены таким образом, чтобы замена кабелей могла быть выполнена без производства земляных работ (например, ввод концов труб в камеры).

---

* Согласовано с Министерством связи СССР.

При пересечении кабельной маслонаполненной линией теплопровода расстояние между кабелями и перекрытием теплопровода должно быть не менее 1 м, а в стесненных условиях - не менее 0,5 м. При этом теплопровод на участке пересечения плюс по 3 м в каждую сторону от крайних кабелей должен иметь такую теплоизоляцию, чтобы температура земли не повышалась более чем на 5 °С в любое время года.

2.3.97. При пересечении кабельными линиями железных и автомобильных дорог кабели должны прокладываться в туннелях, блоках или трубах по всей ширине зоны отчуждения на глубине не менее 1 м от полотна дороги и не менее 0,5 м от дна водоотводных канав. При отсутствии зоны отчуждения указанные условия прокладки должны выполняться только на участке пересечения плюс по 2 м по обе стороны от полотна дороги.

При пересечении кабельными линиями электрифицированных и подлежащих электрификации на постоянном токе * железных дорог блоки и трубы должны быть изолирующими (см. 2.3.90). Место пересечения должно находиться на расстоянии не менее 10 м от стрелок, крестовин и мест присоединения к рельсам отсасывающих кабелей. Пересечение кабелей с путями электрифицированного рельсового транспорта должно производиться под углом 75 - 90° к оси пути.

Концы блоков и труб должны быть утоплены джутовыми плетеными шнурами, обмазанными водонепроницаемой (мятой) глиной на глубину не менее 300 мм.

При пересечении тупиковых дорог промышленного назначения с малой интенсивностью движения, а также специальных путей (например, на слипах и т. п.) кабели, как правило, должны прокладываться непосредственно в земле.

При пересечении трассы кабельных линий вновь сооружаемой железной неэлектрифицированной дорогой или автомобильной дорогой перекладки действующих кабельных линий не требуется. В месте пересечения должны быть заложены на случай

ремонта кабелей в необходимом количестве резервные блоки или трубы с плотно заделанными торцами.

В случае перехода кабельной линии в воздушную кабель должен выходить на поверхность на расстоянии не менее 3,5 м от подошвы насыпи или от кромки полотна.

2.3.98. При пересечении кабельными линиями трамвайных путей кабели должны прокладываться в изолирующих блоках или трубах (см. 2.3.90). Пересечение должно выполняться на расстоянии не менее 3 м от стрелок, крестовин и мест присоединения к рельсам отсасывающих кабелей.

2.3.99. При пересечении кабельными линиями въездов для автотранспорта во дворы, гаражи и т. д. прокладка кабелей должна производиться в трубах. Таким же способом должны быть защищены кабели в местах пересечения ручьев и канав.

---

* Согласовано с Министерством путей сообщения.

2.3.100. При установке на кабельных линиях кабельных муфт расстояние в свету между корпусом кабельной муфты и ближайшим кабелем должно быть не менее 250 мм.

При прокладке кабельных линий на крутонаклонных трассах установка на них кабельных муфт не рекомендуется. При необходимости установки на таких участках кабельных муфт под ними должны выполняться горизонтальные площадки.

Для обеспечения возможности перемонтажа муфт в случае их повреждения на кабельной линии требуется укладывать кабель с обеих сторон муфт с запасом.

2.3.101. При наличии по трассе кабельной линии блуждающих токов опасных величин необходимо:

1. Изменить трассу кабельной линии с тем, чтобы обойти опасные зоны.

2. При невозможности изменить трассу: предусмотреть меры по максимальному снижению уровней блуждающих токов; применить кабели с повышенной стойкостью к воздействию коррозии; осуществить активную защиту кабелей от воздействия электрокоррозии.

При прокладках кабелей в агрессивных грунтах и зонах с наличием блуждающих токов недопустимых значений должна применяться катодная поляризация (установка электродренажей, протекторов, катодная защита). При любых способах подключения электродренажных устройств должны соблюдаться нормы разностей потенциалов на участках отсасывания, предусмотренные СНиП III-23-76 "Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии" Госстроя СССР. Применять катодную защиту внешним током на кабелях, проложенных в солончаковых грунтах или засоленных водоемах, не рекомендуется.

Необходимость защиты кабельных линий от коррозии должна определяться по совокупным данным электрических измерений и химических анализов проб грунта. Защита кабельных линий от коррозии не должна создавать условий, опасных для работы смежных подземных сооружений. Запроектированные мероприятия по защите от коррозии должны быть осуществлены до ввода новой кабельной линии в эксплуатацию. При наличии в земле блуждающих токов необходимо устанавливать на кабельных линиях контрольные пункты в местах и на расстояниях, позволяющих определять границы опасных зон, что необходимо для последующего рационального выбора и размещения защитных средств.

Для контроля потенциалов на кабельных линиях допускается использовать места выходов кабелей на трансформаторные подстанции, распределительные пункты и т. д.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В КАБЕЛЬНЫХ БЛОКАХ, ТРУБАХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЛОТКАХ

2.3.102. Для изготовления кабельных блоков, а также для прокладки кабелей в трубах допускается применять стальные, чугунные, асбестоцементные, бетонные, керамические и тому подобные трубы. При выборе материала для блоков и труб следует учитывать уровень

грунтовых вод и их агрессивность, а также наличие блуждающих токов.

Маслонаполненные однофазные кабели низкого давления необходимо прокладывать только в асбестоцементных и других трубах из немагнитного материала, при этом каждая фаза должна прокладываться в отдельной трубе.

2.3.103. Допустимое количество каналов в блоках, расстояния между ними и их размер должны приниматься согласно 1.3.20.

2.3.104. Каждый кабельный блок должен иметь до 15% резервных каналов, но не менее одного канала.

2.3.105. Глубина заложения в земле кабельных блоков и труб должна приниматься по местным условиям, но быть не менее расстояний, приведенных в 2.3.84, считая до верхнего кабеля. Глубина заложения кабельных блоков и труб на закрытых территориях и в полях производственных помещений не нормируется.

2.3.106. Кабельные блоки должны иметь уклон не менее 0,2% в сторону колодцев. Такой же уклон необходимо соблюдать и при прокладке труб для кабелей.

2.3.107. При прокладке труб для кабельных линий непосредственно в земле наименьшие расстояния в свету между трубами и между ними и другими кабелями и сооружениями должны приниматься, как для кабелей, проложенных без труб (см. 2.3.86).

При прокладке кабельных линий в трубах в полу помещения расстояния между ними принимаются, как для прокладки в земле.

2.3.108. В местах, где изменяется направление трассы кабельных линий, проложенных в блоках, и в местах перехода кабелей и кабельных блоков в землю должны сооружаться кабельные колодцы, обеспечивающие удобную протяжку кабелей и удаление их из блоков. Такие колодцы должны сооружаться также и на прямолинейных участках трассы на расстоянии один от другого, определяемом предельно допустимым тяжением кабелей. При числе кабелей до 10 и напряжении не выше 35 кВ переход кабелей из блоков в землю допускается осуществлять без кабельных колодцев. При этом места выхода кабелей из блоков должны быть заделаны водонепроницаемым материалом.

2.3.109. Переход кабельных линий из блоков и труб в здания, туннели, подвалы и т. п. должен осуществляться одним из следующих способов: непосредственным вводом в них блоков и труб, сооружением колодцев или приямков внутри зданий либо камер у их наружных стен.

Должны быть предусмотрены меры, исключающие проникновение через трубы или проемы воды и мелких животных из траншей в здания, туннели и т. п.

2.3.110. Каналы кабельных блоков, трубы, выход из них, а также их соединения должны иметь обработанную и очищенную поверхность для предотвращения механических повреждений оболочек кабелей при протяжке. На выходах кабелей из блоков в кабельные сооружения и камеры должны предусматриваться меры, предотвращающие повреждение оболочек от истирания и растрескивания (применение эластичных подкладок, соблюдение необходимых радиусов изгиба и др.).

2.3.111. При высоком уровне грунтовых вод на территории ОРУ следует отдавать предпочтение надземным способам прокладки кабелей (в лотках или коробках}. Надземные лотки и плиты для их покрытия должны быть выполнены из железобетона. Лотки должны быть уложены на специальных бетонных подкладках с уклоном не менее 0,2% по спланированной трассе таким образом, чтобы не препятствовать стоку ливневых вод. При

наличии в днищах надземных лотков проемов, обеспечивающих выпуск ливневых вод, создавать уклон не требуется.

При применении кабельных лотков для прокладки кабелей должны обеспечиваться проезд по территории ОРУ и подъезд к оборудованию машин и механизмов, необходимых для выполнения ремонтных и эксплуатационных работ. Для этой цели должны быть устроены переезды через лотки при помощи железобетонных плит с учетом нагрузки от проходящего транспорта, с сохранением расположения лотков на одном уровне. При применении кабельных лотков не допускается прокладка кабелей под дорогами и переездами в трубах, каналах и траншеях, расположенных ниже лотков.

Выход кабелей из лотков к шкафам управления и защиты должен выполняться в трубах, не заглубляемых в землю. Прокладка кабельных перемычек в пределах одной ячейки ОРУ допускается в траншее, причем применение в этом случае труб для защиты кабелей при подводке их к шкафам управления и релейной защиты не рекомендуется. Защита кабелей от механических повреждений должна выполняться другими способами (с применением уголка, швеллера и др.).

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

2.3.112. Кабельные сооружения всех видов должны выполняться с учетом возможности дополнительной прокладки кабелей в размере 15% количества кабелей, предусмотренного проектом (замена кабелей в процессе монтажа, дополнительная прокладка в последующей эксплуатации и др.).

2.3.113. Кабельные этажи, туннели, галереи, эстакады и шахты должны быть отделены от других помещений и соседних кабельных сооружений несгораемыми перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч. Такими же перегородками протяженные туннели должны разделяться на отсеки длиной не более 150 м при наличии силовых и контрольных кабелей и не более 100 м при наличии маслонаполненных кабелей. Площадь каждого отсека двойного пола должна быть не более 600 м^2.

Двери в кабельных сооружениях и перегородках с пределом огнестойкости 0,75 ч должны иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч в электроустановках, перечисленных в 2.3.76, и 0,6 ч в остальных электроустановках.

Выходы из кабельных сооружений должны предусматриваться наружу или в помещения с производствами категорий Г и Д. Количество и расположение выходов из кабельных

сооружений должно определяться, исходя из местных условий, но их должно быть не менее двух. При длине кабельного сооружения не более 25 м допускается иметь один выход.

Двери кабельных сооружений должны быть самозакрывающимися, с уплотненными притворами. Выходные двери из кабельных сооружений должны открываться наружу и должны иметь замки, отпираемые из кабельных сооружений без ключа, а двери между отсеками должны открываться по направлению ближайшего выхода и оборудоваться устройствами, поддерживающими их в закрытом положении.

Проходные кабельные эстакады с мостиками обслуживания должны иметь входы с лестницами. Расстояние между входами должно быть не более 150 м. Расстояние от торца эстакады до входа на нее не должно превышать 25 м.

Входы должны иметь двери, предотвращающие свободный доступ на эстакады лицам, не связанным с обслуживанием кабельного хозяйства. Двери должны иметь самозапирающиеся замки, открываемые без ключа с внутренней стороны эстакады.

Расстояние между входами в кабельную галерею при прокладке в ней кабелей не выше 35 кВ должно быть не более 150 м, а при прокладке маслонаполненных кабелей - не более 120 м.

Наружные кабельные эстакады и галереи должны иметь основные несущие строительные конструкции (колонны, балки) из железобетона с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч или из стального проката с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

Несущие конструкции зданий и сооружений, которые могут опасно деформироваться или снизить механическую прочность при горении групп (потоков) кабелей, проложенных вблизи этих конструкций на наружных кабельных эстакадах и галереях, должны иметь защиту, обеспечивающую предел огнестойкости защищаемых конструкций не менее 0,75 ч.

Кабельные галереи должны делиться на отсеки несгораемыми противопожарными перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч. Длина отсеков галерей должна быть не более 150 м при прокладке в них кабелей до 35 кВ и не более 120 м при прокладке маслонаполненных кабелей. На наружные кабельные галереи, закрытые частично, указанные требования не распространяются.

2.3.114. В туннелях и каналах должны быть выполнены мероприятия по предотвращению попадания в них технологических вод и масла, а также должен быть обеспечен отвод почвенных и ливневых вод. Полы в них должны иметь уклон не менее 0,5% в сторону водосборников или ливневой канализации. Проход из одного отсека туннеля в другой при их расположении на разных уровнях должен быть осуществлен с помощью пандуса с углом подъема не выше 15°. Устройство ступеней между отсеками туннелей запрещается.

В кабельных каналах, сооружаемых вне помещений и расположенных выше уровня грунтовых вод, допускается земляное дно с дренирующей подсыпкой толщиной 10 - 15 см из утрамбованного гравия или песка.

В туннелях должны быть предусмотрены дренажные механизмы; при этом рекомендуется применять автоматический их пуск в зависимости от уровня воды. Пусковые аппараты и электродвигатели должны иметь исполнение, допускающее их работу в особо сырых местах.

При переходах эстакады и галереи проходного типа с одной отметки на другую должен быть выполнен пандус с уклоном не более 15°. Как исключение, допускается устройство лестницы с уклоном 1: 1.

2.3.115. Кабельные каналы и двойные полы в распределительных устройствах и помещениях должны перекрываться съемными несгораемыми плитами. В электромашинных и тому подобных помещениях каналы рекомендуется перекрывать рифленой сталью, а в помещениях щитов управления с паркетными полами - деревянными щитами с паркетом, защищенными снизу асбестом и по асбесту жестью. Перекрытие каналов и двойных полов должно быть рассчитано на передвижение по нему соответствующего оборудования.

2.3.116. Кабельные каналы вне зданий должны быть засыпаны поверх съемных плит слоем земли толщиной не менее 0,3 м. На огражденных территориях засыпка кабельных каналов землей поверх съемных плит не обязательна. Масса отдельной плиты перекрытия, снимаемой вручную, не должна превышать 70 кг. Плиты должны иметь приспособление для подъема.

2.3.117. На участках, где могут быть пролиты расплавленный металл, жидкости с высокой температурой или же вещества, разрушающе действующие на металлические оболочки кабелей, сооружение кабельных каналов не допускается. На указанных участках не допускается также устройство люков в коллекторах и туннелях.

2.3 118. Подземные туннели вне зданий должны иметь поверх перекрытия слой земли толщиной не менее 0,5 м.

2.3.119. При совместной прокладке кабелей и теплопроводов в сооружениях дополнительный нагрев воздуха теплопроводом в месте расположения кабелей в любое время года не должен превышать 5 °С, для чего должны быть предусмотрены вентиляция и теплоизоляция на трубах.

2.3.120. В кабельных сооружениях кабели рекомендуется прокладывать целыми строительными длинами, а размещение кабелей в сооружениях должно производиться в соответствии со следующим:

1. Контрольные кабели и кабели связи следует размещать только под или только над силовыми кабелями; при этом их следует отделять перегородкой. В местах пересечения и ответвления допускается прокладка контрольных кабелей и кабелей связи над и под силовыми кабелями.

2. Контрольные кабели допускается прокладывать рядом с силовыми кабелями до 1 кВ.

3. Силовые кабели до 1 кВ рекомендуется прокладывать над кабелями выше 1 КВ; при этом их следует отделять перегородкой.

4. Различные группы кабелей: рабочие и резервные кабели выше 1 кВ генераторов, трансформаторов и т. п., питающие электроприемники 1 категории, рекомендуется

прокладывать на разных горизонтальных уровнях и разделять перегородками.

5. Разделительные перегородки, указанные в пп. 1, 3 и 4, должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

При применении автоматического пожаротушения с использованием воздушно-механической пены или распыленной воды перегородки, указанные в пп. 1, 3 и 4, допускается не устанавливать.

На наружных кабельных эстакадах и в наружных закрытых частично кабельных галереях установка разделительных перегородок, указанных в пп. 1, 3 и 4, не требуется. При этом взаимно резервирующие силовые кабельные линии (за исключением линий к электроприемникам особой группы I категории) следует прокладывать с расстоянием между ними не менее 600 мм и рекомендуется располагать: на эстакадах по обе стороны пролетной несущей конструкции (балки, фермы); в галереях по разным сторонам от прохода.

2.3.121. Маслонаполненные кабели следует прокладывать, как правило, в отдельных кабельных сооружениях. Допускается их прокладка совместно с другими кабелями; при этом маслонаполненные кабели следует размещать в нижней части кабельного сооружения и отделять от других кабелей горизонтальными перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч. Такими же перегородками следует отделять одну от другой маслонаполненные кабельные линии.

2.3.122. Необходимость применения и объем автоматических стационарных средств обнаружения и тушения пожаров в кабельных сооружениях должны определяться на основании ведомственных документов, утвержденных в установленном порядке.

В непосредственной близости от входа, люков и вентиляционных шахт (в радиусе не более 25 м) должны быть установлены пожарные краны. Для эстакад и галерей пожарные гидранты должны располагаться с таким расчетом, чтобы расстояние от любой точки оси трассы эстакады и галереи до ближайшего гидранта не превышало 100 м.

2.3.123. В кабельных сооружениях прокладку контрольных кабелей и силовых кабелей сечением 25 мм^2 и более, за исключением небронированных кабелей со свинцовой оболочкой, следует выполнять по кабельным конструкциям (консолям).

Контрольные небронированные кабели, силовые небронированные кабели со свинцовой оболочкой и небронированные силовые кабели всех исполнений сечением 16 м¤ и менее следует прокладывать по лоткам или перегородкам (сплошным или несплошным).

Допускается прокладка кабелей по дну канала при глубине его не более 0,9 м; при этом расстояние между группой силовых кабелей выше 1 КВ и группой контрольных кабелей должно быть не менее 100 мм или эти группы кабелей должны быть разделены несгораемой перегородкой с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

Расстояния между отдельными кабелями приведены в табл. 2.3.1.

Засыпка силовых кабелей, проложенных в каналах, песком запрещается (исключение см. в 7.3.110).

В кабельных сооружениях высота, ширина проходов и расстояние между конструкциями

Таблица 2.3.1. Наименьшее расстояние для кабельных сооружений

Расстояние	Наименьшие размеры, мм, при прокладке	
	в туннелях, галереях, кабельных этажах и на эстакадах	в кабельных каналах и двойных полах
Высота в свету	1800	Не ограничивается, но не более 1200 мм
По горизонтали в свету между конструкциями при двустороннем их расположении (ширина прохода)	1000	300 при глубине до 0,6 м; 450 при глубине более 0,6 до 0,9 м; 600 при глубине более 0,9 м
По горизонтали в свету от конструкции до стены при одностороннем расположении (ширина прохода)	900	То же
По вертикали между горизонтальными конструкциями *:		
для силовых кабелей напряжением:		
до 10 кВ	200	150
20 - 35 кВ	250	200
110 кВ и выше	300 **	250
для контрольных кабелей и кабелей связи, а также силовых сечением до 3 х 25 мм² напряжением до 1 кВ	100	
Между опорными конструкциями (консолями) по длине сооружения	800- 1000	
По вертикали и горизонтали в свету между одиночными силовыми кабелями напряжением до 35 кВ***	Не менее диаметра кабеля	
По горизонтали между контрольными кабелями и кабелями связи ***	Не нормируется	
По горизонтали в свету между кабелями напряжением 110 кВ и выше	100	не менее диаметра кабеля

* Полезная длина консоли должна быть не более 500 мм на прямых участках трассы.

** При расположении кабелей треугольником 250 мм.

*** В том числе для кабелей, прокладываемых а кабельных шахтах.

и кабелями должны быть не менее приведенных в табл. 2.3.1. По сравнению с приведенными в таблице расстояниями допускается местное сужение проходов до 800 мм или снижение высоты до 1,5 м на длине 1,0 м с соответствующим уменьшением расстояния

между кабелями по вертикали при одностороннем и двустороннем расположении конструкций.

2.3.124. Прокладка контрольных кабелей допускается пучками на лотках и многослойно в металлических коробах при соблюдении следующих условий:

1. Наружный диаметр пучка кабелей должен быть не более 100 мм.

2. Высота слоев в одном коробе не должна превышать 150 мм.

3. В пучках и многослойно должны прокладываться только кабели с однотипными оболочками.

4. Крепление кабелей в пучках, многослойно в коробах, пучков кабелей к лоткам следует выполнять так, чтобы была предотвращена деформация оболочек кабелей под действием собственного веса и устройств крепления.

5. В целях пожарной безопасности внутри коробов должны устанавливаться огнепреградительные пояса: на вертикальных участках - на расстоянии не более 20 м, а также при проходе через перекрытие; на горизонтальных участках - при проходе через перегородки.

6. В каждом направлении кабельной трассы следует предусматривать запас емкости не менее 15 % общей емкости коробов.

Прокладка силовых кабелей пучками и многослойно не допускается.

2.3.125*. В местах, насыщенных подземными коммуникациями, допускается выполнение полупроходных туннелей высотой, уменьшенной по сравнению с предусмотренной в табл. 2.3.1, но не менее 1,5 м, при условии выполнения следующих требований: напряжение кабельных линий должно быть не выше 10 КВ; протяженность туннеля должна быть не более 100 м; остальные расстояния должны соответствовать приведенным в табл. 2.3.1; на концах туннеля должны быть выходы или люки.

2.3.126. Маслонаполненные кабели низкого давления должны крепиться на металлических конструкциях таким образом, чтобы была исключена возможность образования вокруг кабелей замкнутых магнитных контуров; расстояние между местами крепления должно быть не более 1 м.

Стальные трубопроводы кабельных маслонаполненных линий высокого давления могут прокладываться на опорах или подвешиваться на подвесках; расстояние между опорами или подвесками определяется проектом линии. Кроме того, трубопроводы должны закрепляться на неподвижных опорах для предотвращения возникновения в трубопроводах температурных деформаций в условиях эксплуатации.

Воспринимаемые опорами нагрузки от веса трубопровода не должны приводить к каким-либо перемещениям или разрушениям фундаментов опор. Количество указанных опор и места их расположения определяются проектом.

---

* Согласовано с ЦК профсоюза рабочих электростанций и электротехнической промышленности.

Механические опоры и крепления разветвительных устройств на линиях высокого давления должны предотвращать раскачивание труб разветвлений, образование замкнутых магнитных контуров вокруг них, а в местах креплений или касаний опор должны быть предусмотрены изолирующие прокладки.

2.3.127. Высота кабельных колодцев должна быть не менее 1,8 м; высота камер не нормируется. Кабельные колодцы для соединительных, стопорных и полустопорных муфт должны иметь размеры, обеспечивающие монтаж муфт без разрытия.

Береговые колодцы на подводных переходах должны иметь размеры, обеспечивающие размещение резервных кабелей и подпитывающих аппаратов.

В полу колодца должен быть устроен приямок для сбора грунтовых и ливневых вод; должно быть также предусмотрено водоотливное устройство в соответствии с требованиями, приведенными в 2.3.114.

Кабельные колодцы должны быть снабжены металлическими лестницами.

В кабельных колодцах кабели и соединительные муфты должны быть уложены на конструкциях, лотках или перегородках.

2.3.128. Люки кабельных колодцев и туннелей должны иметь диаметр не менее 650 мм и закрываться двойными металлическими крышками, из которых нижняя должна иметь приспособление для закрывания на замок, открываемый со стороны туннеля без ключа. Крышки должны иметь приспособления для их снятия. Внутри помещений применение второй крышки не требуется.

2.3.129. На соединительных муфтах силовых кабелей напряжением 6 - 35 кВ в туннелях, кабельных этажах и каналах должны быть установлены специальные защитные кожухи для локализации пожаров и взрывов, которые могут возникнуть при электрических пробоях в муфтах.

2.3.130. Концевые муфты на кабельных маслонаполненных линиях высокого давления должны располагаться в помещениях с положительной температурой воздуха или быть оборудованы автоматическим обогревом при снижении температуры окружающего воздуха ниже +5°С.

2.3.131. При прокладке маслонаполненных кабелей в галереях необходимо предусмотреть отопление галерей в соответствии с техническими условиями на маслонаполненные кабели.

Помещения маслоподпитывающих агрегатов линий высокого давления должны иметь естественную вентиляцию. Подземные подпитывающие пункты допускается совмещать с кабельными колодцами; при этом колодцы должны быть оборудованы водоотливными устройствами в соответствии с 2.3.127.

2.3.132. Кабельные сооружения, за исключением эстакад, колодцев для соединительных муфт, каналов и камер, должны быть обеспечены естественной или искусственной вентиляцией, причем вентиляция каждого отсека должна быть независимой.

Расчет вентиляции кабельных сооружений определяется, исходя из перепада температур между поступающим и удаляемым воздухом не более 10°С. При этом должно быть

Таблица 2.3.2. Наименьшее расстояние от кабельных эстакад и галерей до зданий и сооружений

Сооружение	Нормируемое расстояние	Наименьшие размеры, м
При параллельном следовании, по горизонтали		
Здания и сооружения с глухими стенами	От конструкции эстакады и галереи до стены здания и сооружения	Не нормируется
Здания и сооружения, имеющие стены с проемами	то же	
Внутризаводская неэлектрифицированная железная дорога	От конструкции эстакады и галереи до габарита приближения строений	1 м для галерей и проходных эстакад; 3 м для непроходных эстакад
Внутризаводская автомобильная дорога и пожарные проезды	От конструкции эстакады и галереи до бордюрного камня, внешней бровки или подошвы кювета дороги	2
Канатная дорога	От конструкции эстакады и галереи до габарита подвижного состава	1
Надземный трубопровод	От конструкции эстакады и галереи до ближайших частей трубопровода	0,5
Воздушная линия электропередачи	От конструкции эстакады и галереи до проводов	См. 2.5.115
При пересечении, по вертикали		
Внутризаводская неэлектрифицированная железная дорога	От нижней отметки эстакады и галереи до головки рельса	5,6
Внутризаводская электрифицированная железная дорога	От нижней отметки эстакады и галереи:	
	до головки рельса	7,1
	до наивысшего провода или несущего троса контактной сети	3
Внутризаводская автомобильная дорога (пожарный проезд)	От нижней отметки эстакады и галереи до полотна автомобильной дороги (пожарного проезда)	4,5
Надземный трубопровод	От конструкции эстакады и галереи до ближайших частей трубопровода	0,5
Воздушная линия электропередачи	От конструкции эстакады и галереи до проводов	См. 2.5.114
Воздушная линия связи и радиофикации	То же	1,5

предотвращено образование мешков горячего воздуха в сужениях туннелей, поворотах, обходах и т. д.

Вентиляционные устройства должны быть оборудованы заслонками (шиберами) для прекращения доступа воздуха в случае возникновения возгорания, а также для предупреждения промерзания туннеля в зимнее время. Исполнение вентиляционных устройств должно обеспечивать возможность применения автоматики прекращения доступа воздуха в сооружения.

При прокладке кабелей внутри помещений должен быть предотвращен перегрев кабелей за счет повышенной температуры окружающего воздуха и влияний технологического оборудования.

Кабельные сооружения, за исключением колодцев для соединительных муфт, каналов, камер и открытых эстакад, должны быть оборудованы электрическим освещением и сетью для питания переносных светильников и инструмента. На тепловых электростанциях сеть для питания инструмента допускается не выполнять.

2.3.133. Прокладка кабелей в коллекторах, технологических галереях и по технологическим эстакадам выполняется в соответствии с требованиями СНиП Госстроя СССР.

Наименьшие расстояния в свету от кабельных эстакад и галерей до зданий и сооружений должны соответствовать приведенным в табл. 2.3.2.

Пересечение кабельных эстакад и галерей с воздушными линиями электропередачи, внутризаводскими железными и автомобильными дорогами, пожарными проездами, канатными дорогами, воздушными линиями связи и радиофикации и трубопроводами рекомендуется выполнять под углом не менее 30°.

Расположение эстакад и галерей во взрывоопасных зонах - см. гл.7.3, расположение эстакад и галерей в пожароопасных зонах - см.гл. 7.4.

При параллельном следовании эстакад и галерей с воздушными линиями связи и радиофикации наименьшие расстояния между кабелями и проводами линии связи и радиофикации определяются на основании расчета влияния кабельных линий на линии связи и радиофикации. Провода связи и радиофикации могут располагаться под и над эстакадами и галереями.

Наименьшая высота кабельной эстакады и галереи в непроезжей части территории промышленного предприятия должна приниматься из расчета возможности прокладки нижнего ряда кабелей на уровне не менее 2,5 м от планировочной отметки земли.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

2.3.134. При прокладке кабельных линий в производственных помещениях должны быть выполнены следующие требования:

1. Кабели должны быть доступны для ремонта, а открыто проложенные - и для осмотра.

Кабели (в том числе бронированные), расположенные в местах, где производится перемещение механизмов, оборудования, грузов и транспорта, должны быть защищены от повреждений в соответствии с требованиями, приведенными в 2.3.15.

2. Расстояние в свету между кабелями должно соответствовать приведенному в табл. 2.3.1.

3. Расстояние между параллельно проложенными силовыми кабелями и всякого рода трубопроводами, как правило, должно быть не менее 0,5 м, а между газопроводами и трубопроводами с горючими жидкостями - не менее 1 м. При меньших расстояниях сближения и при пересечениях кабели должны быть защищены от механических

повреждений (металлическими трубами, кожухами и т. п.) на всем участке сближения плюс по 0,5 м с каждой его стороны, а в необходимых случаях защищены от перегрева.

Пересечения кабелями проходов должны выполняться на высоте не менее 1,8 м от пола.

Параллельная прокладка кабелей над и под маслопроводами и трубопроводами с горючей жидкостью в вертикальной плоскости не допускается.

2.3.135. Прокладка кабелей в полу и междуэтажных перекрытиях должна производиться в каналах или трубах; заделка в них кабелей наглухо не допускается. Проход кабелей через перекрытия и внутренние стены может производиться в трубах или проемах; после прокладки кабелей зазоры в трубах и проемах должны быть заделаны легко пробиваемым несгораемым материалом.

Прокладка кабелей в вентиляционных каналах запрещается. Допускается пересечение этих каналов одиночными кабелями, заключенными в стальные трубы.

Открытая прокладка кабеля по лестничным клеткам не допускается.

ПОДВОДНАЯ ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

2.3.136. При пересечении кабельными линиями рек, каналов и т.п. кабели должны прокладываться преимущественно на участках с дном и берегами, мало подверженными размыванию (пересечение ручьев - см. 2.3.46). При прокладке кабелей через реки с неустойчивым руслом и берегами, подверженными размыванию, заглубление кабелей в дно должно быть сделано с учетом местных условий. Глубина заложения кабелей определяется проектом. Прокладка кабелей в зонах пристаней, причалов, гаваней, паромных переправ, а также зимних регулярных стоянок судов и барж не рекомендуется.

2.3.137. При прокладке кабельных линий в море должны учитываться данные о глубине, скорости и стиле перемещения воды в месте перехода, господствующих ветрах, профиле и химическом составе дна, химическом составе воды.

2.3.138. Прокладка кабельных линий должна производиться по дну таким образом, чтобы в неровных местах они не оказались на весу; острые выступы должны быть устранены. Отмели, каменные гряды и другие подводные препятствия на трассе следует обходить или предусматривать в них траншеи или проходы.

2.3.139. При пересечении кабельными линиями рек, каналов и т.п. кабели, как правило, должны заглубляться в дно на глубину не менее 1 м на прибрежных и мелководных участках, а также на судоходных и сплавных путях; 2 м при пересечении кабельными маслонаполненными линиями.

В водоемах, где периодически производятся дноуглубительные работы, кабели заглубляются в дно до отметки, определяемой по согласованию с организациями водного транспорта.

При прокладке кабельных маслонаполненных линий 110 - 220 кВ на судоходных реках и каналах в целях защиты их от механических повреждений рекомендуется заполнять траншеи мешками с песком с последующей наброской камней.

2.3.140. Расстояние между кабелями, заглубляемыми в дно рек, каналов и т. п. с шириной водоема до 100 м, рекомендуется принимать не менее 0,25 м. Вновь сооружаемые подводные кабельные линии должны прокладываться на расстоянии от действующих кабельных линий не менее 1,25 глубины водоема, исчисленной для многолетнего среднего уровня воды.

При прокладке в воде кабелей низкого давления на глубине 5 - 15 м и при скорости течения, не превышающей 1 м/с, расстояния между отдельными фазами (без специальных креплений фаз между собой) рекомендуется принимать не менее 0,5 м, а расстояния между крайними кабелями параллельных линий - не менее 5 м.

При подводных прокладках на глубине более 15 м, а также при скоростях течения более 1 м/с расстояния между отдельными фазами и линиями принимаются в соответствии с проектом.

При параллельной прокладке под водой кабельных маслонаполненных линий и линий до 35 КВ расстояние по горизонтали между ними в свету должно быть не менее 1,25 глубины, исчисленной для многолетнего среднего уровня воды, но не менее 20 м.

Расстояние по горизонтали от кабелей, заглубляемых в дно рек, каналов и других водоемов, до трубопроводов (нефтепроводов, газопроводов и т. п.) должно определяться проектом в зависимости от вида дноуглубительных работ, выполняемых при прокладках трубопроводов и кабелей, и быть не менее 50 м. Допускается уменьшение этого расстояния до 15 м по согласованию с организациями, в ведении которых находятся кабельные линии и трубопроводы.

2.3.141. На берегах без усовершенствованных набережных в месте подводного кабельного перехода должен быть предусмотрен резерв длиной не менее 10 м при речной и 30 м при морской прокладке, который укладывается восьмеркой: На усовершенствованных набережных кабели должны прокладываться в трубах. В месте выхода кабелей, как правило, должны быть устроены кабельные колодцы. Верхний конец трубы должен входить в береговой колодец, а нижний

находиться на глубине не менее 1 м от наименьшего уровня воды. На береговых участках трубы должны быть прочно заделаны.

2.3.142. В местах, где русло и берега подвержены размыву, необходимо принять меры против обнажения кабелей при ледоходах и наводнениях путем укрепления берегов (замощение, отбойные дамбы, сваи, шпунты, плиты и т. д.).

2.3.143. Пересечение кабелей между собой под водой запрещается.

2.3.144. Подводные кабельные переходы должны быть обозначены на берегах сигнальными знаками согласно действующим правилам плавания по внутренним судоходным путям и морским проливам.

2.3.145. При прокладке в воде трех и более кабелей до 35 кВ должен быть предусмотрен один резервный кабель на каждые три рабочих. При прокладке в воде кабельных маслонаполненных линий из однофазных кабелей должен быть предусмотрен резерв: для одной линии - одна фаза, для двух линий - две фазы, для трех и более - по проекту, но не менее двух фаз. Резервные фазы должны быть проложены таким образом, чтобы они могли быть использованы взамен любой из действующих рабочих фаз.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

2.3.146. Прокладка кабельных линий по каменным, железобетонным и металлическим мостам должна выполняться под пешеходной частью моста в каналах или в отдельных для каждого кабеля несгораемых трубах; необходимо предусмотреть меры по предотвращению стока ливневых вод по этим трубам. По металлическим и железобетонным мостам и при подходе к ним кабели рекомендуется прокладывать в асбестоцементных трубах. В местах перехода с конструкций моста в грунт кабели рекомендуется прокладывать также в асбестоцементных трубах.

Все подземные кабели при прохождении по металлическим и железобетонным мостам должны быть электрически изолированы от металлических частей моста.

2.3.147. Прокладка кабельных линий по деревянным сооружениям (мостам, причалам, пирсам и т. п.) должна выполняться в стальных трубах.

2.3.148. В местах перехода кабелей через температурные швы мостов и с конструкций мостов на устои должны быть приняты меры для предотвращения возникновения в кабелях механических усилий.

2.3.149. Прокладка кабельных линий по плотинам, дамбам, пирсам и причалам непосредственно в земляной траншее допускается при толщине слоя земли не менее 1 м.

2.3.150. Прокладка кабельных маслонаполненных линий по мостам не допускается.

ГЛАВА 2.4

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.4.1. Настоящая глава [1)] Правил распространяется на ВЛ до 1 кВ, выполняемые с применением неизолированных проводов, а также на ответвления от этих линий к вводам, выполняемые с применением изолированных или неизолированных проводов. Настоящие Правила не распространяются на ВЛ, сооружение которых определяется особыми правилами и нормами (контактные сети городского электротранспорта и т. п.).

Дополнительные требования к ВЛ до 1 кВ приведены в гл. 6.3 и 7.7.

Кабельные вставки в линию и кабельные ответвления от линии должны выполняться в соответствии с требованиями гл. 2.3.

2.4.2. Воздушной линией электропередачи до 1 кВ называется устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам, стойкам на зданиях и инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.).

Ответвлением от ВЛ до 1 кВ к вводу называется участок проводов от опоры ВЛ до ввода.

2.4.3. Нормальным режимом ВЛ до 1 кВ называется состояние ВЛ при необорванных проводах.

Аварийным режимом ВЛ до 1 к В называется состояние ВЛ при оборванных проводах.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.4.4. Механический расчет проводов ВЛ должен производиться по методу допускаемых напряжений, а расчет изоляторов и арматуры - по методу разрушающих нагрузок. Расчет опор и фундаментов ВЛ производится по методу расчетных предельных состояний в соответствии со СНиП II-6-74 "Нагрузки и воздействия" Госстроя СССР. Нормативные нагрузки определяются в соответствии с настоящими Правилами.

2.4.5. Воздушные линии электропередачи должны размещаться так, чтобы опоры не загораживали входов в здания и въездов во дворы и не затрудняли движения транспорта и пешеходов. В местах, где имеется опасность наезда транспорта (у въездов во дворы, вблизи

[1)] Согласована с Госстроем СССР 1 октября 1973 г.; утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 25 сентября 1975 г. Внесены изменения Решениями Главтехуправления Минэнерго СССР № Э-9/79 от 26 июня 1979 г. и № Э-18/79 от 26 октября 1979 г.

съездов с дорог, при пересечении дорог и т. п.), опоры должны быть защищены от наезда (например, отбойными тумбами).

2.4.6. На опорах ВЛ на высоте 2,5 - 3 м от земли должны быть установлены (нанесены): порядковый номер и год установки опоры; плакаты, на которых указаны расстояния от опоры ВЛ до кабельной линии связи (на опорах, установленных на расстоянии менее половины высоты опоры ВЛ до кабелей связи).

2.4.7. Металлические конструкции, бандажи и т. п. на опорах ВЛ должны быть защищены от коррозии.

РАСЧЕТНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.4.8. Климатические условия для расчета ВЛ должны приниматься в соответствии с картами климатического районирования СССР и региональными картами по скоростному напору ветра и толщине стенки гололеда, а значения нормативных скоростных напоров ветра и толщин стенок гололеда - исходя из повторяемости 1 раз в 5 лет и высоты подвеса проводов до 12 м (см. 2.5.24 и 2.5.31).

Для ВЛ, сооружаемых в местах, защищенных от воздействия поперечных ветров (населенные пункты со сплошной застройкой, лесные массивы и садово-парковые насаждения со средней высотой зданий или деревьев не менее -2/3 высоты опор ВЛ, горные долины, ущелья и т. п.), нормативный скоростной напор ветра следует принимать по табл. 2.4.1.

При расчете проводов на ветровые нагрузки направление ветра следует принимать под углом 90° к ВЛ.

При расчете опор следует принимать направление ветра, дающее наиболее невыгодное сочетание внешних сил, действующих на опору. Давление ветра на провода следует определять в соответствии с 2.5.30.

Значение высшей температуры воздуха принимается по данным фактических наблюдений, а низшей температуры - по данным повторяемости 1 раз в 5 лет. Эти значения округляются до значений, кратных пяти.

2.4.9. Провода ВЛ следует рассчитывать для работы в нормальном режиме, исходя из различных климатических условий по ветровым и гололедным нагрузкам в соответствии с

Таблица 2.4.1. Нормативный скоростной напор ветра для ВЛ, защищенных от воздействия поперечных ветров

Район СССР по ветру	Скоростной напор ветра, даН/м² (кгс/м²)	Скорость ветра, м/с	Район СССР по ветру	Скоростной напор ветра, даН/м² (кгс/м²)	Скорость ветра, м/с
I	15,7 (16)	16	V	44,1 (45)	27
II	20,6 (21)	18	VI	53,9 (55)	30
III	26,5 (27)	21	VII	68,6 (70)	33
IV	34,3 (35)	24			

2.4.10. Толщину стенки гололеда следует принимать равной: 5 мм - в I и II районах по гололеду, 10 мм - в III районе, 15 мм - в IV районе и 20 мм и более - в особом районе по гололеду.

2.4.10. При расчете ВЛ необходимо принимать следующие сочетания климатических условий:

1. Высшая температура, ветер и гололед отсутствуют.
2. Низшая температура, ветер и гололед отсутствуют.
3. Провода покрыты гололедом, температура минус 5 °С, ветер отсутствует.
4. Нормативный скоростной напор ветра q_{max} (см. табл. 2.5.1), температура минус 5 °С, гололед отсутствует.
5. Провода покрыты гололедом, температура минус 5 °С, скоростной напор ветра 0,25 qmax (скорость ветра 0,5 V_{max}). При этом для ВЛ в IV и более районах по гололеду скоростной напор ветра следует принимать равным не менее 14,7 даН/м².

Для районов со средней годовой температурой минус 5°С и ниже температуру в пп. 4 и 5 следует принимать равной минус 10 С.

2.4.11. Проверка приближения проводов к зданиям, строениям и сооружениям должна производиться из расчета нормативной скорости ветра и высшей температуры.

ПРОВОДА, АРМАТУРА

2.4.12. Для ВЛ могут применяться одно- и многопроволочные провода; применение расплетенных проводов не допускается.

По условиям механической прочности на ВЛ следует применять провода сечением не менее: алюминиевые 16 мм^2, сталеалюминиевые и биметаллические 10 мм^2, стальные многопроволочные 25 мм^2, стальные однопроволочные 4 мм (диаметр).

Применение однопроволочных стальных проводов диаметром более 5 мм и однопроволочных биметаллических проводов диаметром более 6,5 мм не допускается.

Для ответвлений от ВЛ к вводам допускается применение неизолированных и изолированных проводов марок и сечений, указанных в табл. 2.4.2.

В районах с одноэтажной застройкой ответвления от ВЛ к вводам рекомендуется выполнять проводами с атмосферостойкой изоляцией. Длина ответвления от ВЛ к вводу должна быть не более 25 м.

Физико-механические характеристики проводов приведены в табл. 2.5.8.

2.4.13. Расчет проводов на прочность должен производиться для следующих условий: при наибольшей внешней нагрузке; при низшей температуре и отсутствии внешних нагрузок. Допускаемые напряжения в проводах указаны в табл. 2.5.7.

2.4.14. Соединение проводов должно производиться при помощи соединительных зажимов или сваркой (в том числе термитной). Сварка встык однопроволочных проводов не

Таблица 2.4.2. Наименьшее сечение или диаметр проводов ответвлений от ВЛ и вводам

Провода	Наименьшее сечение или диаметр провода в пролете	
	до 10 м	более 10 до 25 м
Медные, самонесущие (АВТ-1, АВТ-2 и др.)	4 мм^2	6 мм^2
Стальные, биметаллические	3 мм	4 мм
Из алюминия и его сплавов	16 мм^2	16 мм^2

допускается. Однопроволочные провода допускается соединить путем скрутки с последующей пайкой.

2.4.15. Соединения, подверженные тяжению, должны иметь механическую прочность не менее 90% предела прочности провода.

2.4.16. Соединения проводов из разных металлов или разных сечений должны выполняться только на опорах с применением переходных зажимов. Переходные зажимы и участки проводов, на которых установлены такие зажимы, не должны испытывать механических усилий от тяжения проводов.

2.4.17. Крепление проводов к изоляторам на опорах ВЛ должно быть одинарным (см. также 2.4.49, 2.4.51, 2.4.52 и 2.4.60). Крепление проводов к штыревым изоляторам следует выполнять проволочными вязками или зажимами. Провода ответвлений от ВЛ к вводам должны иметь глухое крепление.

2.4.18. Коэффициент запаса прочности крюков и штырей должен быть не менее 2.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРОВОДОВ НА ОПОРАХ

2.4.19. На опорах допускается любое расположение фазных проводов независимо от района климатических условий. Нулевой провод, как правило, следует располагать ниже фазных проводов. Провода наружного освещения, прокладываемые на опорах совместно с проводами ВЛ, должны располагаться, как правило, над нулевым проводом.

2.4.20. Устанавливаемые на опорах плавкие предохранители, а также защитные, секционирующие и другие устройства должны размещаться ниже проводов ВЛ.

2.4.21. Расстояния между проводами на опоре и в пролете по условиям их сближения пролете при наибольшей стреле провеса до 1,2 м должны быть не менее:

а) при вертикальном расположении проводов и расположении проводов с горизонтальным смещением не более 20 см: 40 см в I, II и III районах по гололеду, 60 см в IV и особом районах по гололеду;

б) при других расположениях проводов во всех районах по гололеду при скорости ветра при гололеде: до 18 м/с - 40 см, более 18 м/с - 60 см.

При наибольшей стреле провеса более 1,2 м указанные расстояния должны быть увеличены пропорционально отношению наибольшей стрелы провеса к стреле провеса, равной 1,2 м.

Расстояние по вертикали между проводами разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛ и пересечении разных ВЛ на общей опоре должно быть не менее 10 см. Расстояние между изоляторами. ввода по их осям должно быть не менее 20 см.

2.4.22. Расстояние по горизонтали между проводами при спусках на опоре должно составлять не менее 15 см. Расстояние от проводов до поверхности опоры, траверсы или других элементов опоры должно быть не менее 5 см.

ИЗОЛЯЦИЯ

2.4.23. Коэффициент запаса прочности штыревых изоляторов должен быть не менее 2,5.

2.4.24. В местах ответвлений от ВЛ следует, как правило, применять многошейковые или подставные изоляторы.

Нулевые провода должны быть укреплены на изоляторах.

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ

2.4.25. В сетях с изолированной нейтралью крюки и штыри фазных проводов, устанавливаемые на железобетонных опорах, а также арматура этих опор должны быть заземлены. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 50 Ом.

В сетях с заземленной нейтралью крюки и штыри фазных проводов, устанавливаемые на железобетонных опорах, а также арматура этих опор должны быть присоединены к нулевому проводу.

Заземляющие проводники должны иметь диаметр не менее 6 мм.

Крюки и штыри, устанавливаемые на деревянных опорах, заземлению не подлежат, за исключением подлежащих заземлению по условиям защиты от атмосферных перенапряжений (см. 2.4.26), а также устанавливаемых на опорах, где выполнено повторное заземление нулевого провода.

2.4.26. В населенной местности с одно- и двухэтажной застройкой ВЛ, не экранированные промышленными дымовыми и другими трубами, высокими деревьями, зданиями и т. п., должны иметь заземляющие устройства, предназначенные для защиты от грозовых перенапряжений. Сопротивления этих заземляющих устройств должны быть не более 30 Ом, а расстояния между ними не более 200 м для районов с числом грозовых часов в году до 40; 100 м для районов с числом грозовых часов в году более 40.

Кроме того, заземляющие устройства должны быть выполнены:

1. На опорах с ответвлениями к вводам в помещения, в которых может быть сосредоточено большое количество людей (школы, ясли, больницы и т. п.) или которые представляют большую хозяйственную ценность (животноводческие помещения, склады, мастерские и пр.).

2. На конечных опорах линий, имеющих ответвления к вводам, при этом наибольшее расстояние от соседнего защитного заземления этих же линий должно быть не более 100 м для районов с числом грозовых часов в году от 10 до 40 и 50 м для районов с числом грозовых часов в году более 40.

К указанным заземляющим устройствам должны быть присоединены на деревянных опорах крюки и штыри, а на железобетонных опорах, кроме того, арматура.

В сетях с заземленной нейтралью для заземляющих устройств от атмосферных перенапряжений следует по возможности использовать заземляющие устройства повторных заземлений нулевого провода.

В местах, указанных в пп. 1 и 2, рекомендуется, кроме того, установка вентильных разрядников.

ОПОРЫ

2.4.27. Для ВЛ могут применяться следующие типы опор:

1. Промежуточные опоры, устанавливаемые на прямых участках трассы ВЛ. Эти опоры в нормальных режимах работы не должны воспринимать усилий, направленных вдоль ВЛ.

2. А н к е р н ы е о п о р ы, устанавливаемые на пересечениях с различными сооружениями, а также в местах изменения количества, марок и сечений проводов. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы усилия от разности тяжения проводов, направленные вдоль ВЛ. Анкерные опоры должны иметь жесткую конструкцию.

3. У г л о в ы е о п о р ы, устанавливаемые в местах изменения направления трассы ВЛ. Эти опоры при нормальных режимах работы должны воспринимать слагающую тяжения проводов смежных пролетов.

4. К о н ц е в ы е о п о р ы, устанавливаемые в начале и конце ВЛ, а также в местах, ограничивающих кабельные вставки. Они являются опорами анкерного типа и должны воспринимать в нормальных режимах работы ВЛ одностороннее тяжение проводов.

5. Ответвительные опоры, на которых выполняются ответвления от ВЛ.

6. П е р е к р е с т н ы е о п о р ы, на которых выполняется пересечение ВЛ двух направлений.

Ответвительные и перекрестные опоры могут быть всех указанных выше типов.

2.4.28. Опоры независимо от их типа могут быть с подкосами или оттяжками. Оттяжки опор могут прикрепляться к анкерам, установленным в земле, или к каменным, кирпичным, железобетонным и металлическим зданиям и сооружениям. Они могут быть многопроволочными или однопроволочными. Оттяжки следует выбирать по расчету. Сечение остальных оттяжек должно быть не менее 25 мм^2.

2.4.29. Оттяжки опор в сетях с изолированной нейтралью, закрепленные нижним концом на высоте менее 2,5 м от земли, должны быть заземлены с сопротивлением заземляющего

устройства не более 10 Ом или изолированы при помощи натяжного изолятора, рассчитанного на напряжение ВЛ и установленного на высоте не менее 2,5 м от земли. В

сетях с глухозаземленной нейтралью оттяжки опор должны быть присоединены к нулевому защитному проводу.

2.4.30. Опоры независимо от их типа должны быть рассчитаны на механические нагрузки, отвечающие нормальным режимам работы ВЛ: провода не оборваны и свободны от гололеда; провода не оборваны и покрыты гололедом.

Для концевых и угловых опор при пролетах меньше критических расчет должен производиться также из предположения, что провода свободны от гололеда, температура воздуха низшая, ветер отсутствует.

При расчетах допускается ограничиваться учетом следующих основных нагрузок:

для промежуточных опор - горизонтальной поперечной ветровой нагрузки на провода и на конструкцию опоры;

для анкерных опор - горизонтальной поперечной ветровой нагрузки на провода и на конструкцию опоры и продольной горизонтальной нагрузки, создаваемой разностью тяжения проводов смежных пролетов. За наименьшее значение продольной горизонтальной нагрузки, действующей на опору, следует принимать 50% наибольшего значения одностороннего тяжения проводов;

для угловых опор - горизонтальной поперечной составляющей нагрузки от тяжения проводов (направленной по оси траверсы) и горизонтальной поперечной ветровой нагрузки на провода и конструкции;

для концевых опор - горизонтальной нагрузки от одностороннего тяжения проводов.

2.4.31. Для ВЛ могут применяться железобетонные, деревянные с железобетонными приставками, деревянные и металлические опоры.

2.4.32. Для опор ВЛ необходимо применять бревна, пропитанные антисептиками, из леса не ниже третьего сорта. Пропитка древесины антисептиками должна соответствовать требованиям действующих стандартов. Допускается применение непропитанной лиственницы. Конусность бревна от комля к верхнему отрубу (сбег бревна) при расчетах следует принимать равной 8 мм на 1 м длины.

2.4.33. Для основных рассчитываемых элементов опор (стойки, приставки, траверсы, подкосы) диаметр бревна в верхнем отрубе должен быть не менее 14 см. Для остальных элементов опор, а также для опор, устанавливаемых у зданий на ответвлениях к вводам (см. 2.4.37), диаметр бревна в верхнем отрубе может быть не менее 12 см.

2.4.34. Размеры заглубления и способы закрепления опор должны определяться в зависимости от их высоты, количества укрепляемых на опоре проводов, грунтовых условий, а также от метода производства земляных работ.

2.4.35. При установке опор на затапливаемых участках трассы, где возможны размывы грунта, опоры должны быть укреплены (подсыпка земли, замощение и т. п.).

ГАБАРИТЫ, ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И СБЛИЖЕНИЯ

2.4.36. При пересечении ВЛ с различными сооружениями, а также с улицами и площадями городов и поселков угол пересечения не нормируется (см. также 2.4.46).

2.4.37. Расстояние от проводов при наибольшей стреле провеса до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 6 м. Расстояние от проводов до земли может быть уменьшено в труднодоступной местности до 3,5 м и в недоступной местности (склоны гор, скалы, утесы и т. п.) до 1 м.

При пересечении непроезжей части улиц ответвлениями от ВЛ к вводам расстояние от проводов до тротуаров и пешеходных дорожек допускается уменьшить до 3,5 м. При невозможности соблюдения указанного расстояния должна быть установлена дополнительная опора или конструкция на здании.

2.4.38.При определении расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли или воды, а также до различных сооружений при прохождении ВЛ над ними следует учитывать наибольшую стрелу провеса проводов без нагрева их электрическим током, которая может

получиться в одном из двух расчетных случаев: провода покрыты гололедом, температура окружающего воздуха - 5 °С, ветер отсутствует; температура окружающего воздуха высшая, ветер отсутствует.

2.4.39. Расстояние по горизонтали от проводов при наибольшем их отклонении до зданий и строений должно быть не менее: 1,5 м до балконов, террас и окон, 1 м до глухих стен. Прохождение ВЛ над зданием не допускается, за исключением подходов ответвлений от ВЛ к вводам в здания (см. 2.1.79).

2.4 40. Расстояния по горизонтали от опор ВЛ до подземных кабелей, трубопроводов и надземных колонок различного назначения должны быть не менее приведенных в табл. 2.4.3 (см. также 2.4.50).

2.4.41. Пересечение ВЛ с судоходными реками не рекомендуется. При необходимости выполнения такого пересечения ВЛ должны сооружаться в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 2.5 для ВЛ напряжением выше 1 КВ. При пересечении несудоходных и замерзающих небольших рек, каналов и т. п. расстояние от проводов ВЛ до наивысшего уровня воды должно быть не менее 2 м, а до льда - не менее 6 м.

Таблица 2.4.3. Наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от опор ВЛ до подземных кабелей, трубопроводов и надземных колонок

Объект сближения	Расстояние, м
Водо-, газо-, паро- и теплопроводы, а также канализационные трубы	1
Пожарные гидранты, колодцы (люки) подземной канализации, водоразборные колонки	2
Бензиновые колонки	10
Кабели (кроме кабелей связи, сигнализации и радиотрансляции)	1
То же, но при прокладке их в изолирующей трубе	0,5

2.4.42. При прохождении ВЛ по лесным массивам и зеленым насаждениям вырубка просеки не обязательна. При этом расстояние от проводов при наибольшей стреле их провеса или наибольшем отклонении до деревьев, кустов и прочей растительности должно быть не менее 1 м.

2.4.43. При пересечении ВЛ до 1 кВ с ВЛ выше 1 кВ должны выполняться требования, приведенные в 2.5.119 - 2.5.122, а при их параллельном следовании - в 2.5.124.

Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ до 1 кВ и выше 1 КВ, а также выполнение пересечений указанных ВЛ на общей опоре должны производиться в соответствии с требованиями, приведенными в 2.5.57. Провода верхней ВЛ, закрепляемые на штыревых изоляторах, должны иметь двойное крепление.

Крюки, штыри и арматура опор ВЛ до 1 кВ, ограничивающих пролет пересечения, а также опор, на которых производится совместная подвеска, должны быть заземлены. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 30 Ом.

2.4.44. Пересечение ВЛ до 1 кВ между собой рекомендуется выполнять на перекрестных опорах; допускается также пересечение в пролете, при этом расстояние по вертикали между ближайшими проводами пересекающихся ВЛ при температуре окружающего воздуха плюс 15°С без ветра должно быть не менее 1 м.

В местах пересечения ВЛ между собой могут применяться анкерные и промежуточные опоры.

При пересечении ВЛ в пролете место пересечения следует выбирать возможно ближе к опоре верхней пересекающей ВЛ, при этом расстояние по горизонтали между опорами пересекающей и проводами пересекаемой ВЛ должно быть не менее 2 м.

2.4.45. Пересечение ВЛ с линиями связи и сигнализации (ЛС) и линиями радиотрансляционных сетей (РС) [1] должно быть выполнено по одному из следующих вариантов:

---

[1] Под ЛС следует понимать линии связи Министерства связи СССР и других министерств и ведомств, а также линии сигнализации Министерства путей сообщения. Под РС следует понимать линии радиотрансляционных сетей.

Воздушные линии связи по своему назначению разделяются на: линии междугородной телефонной связи (МТС); сельской телефонной связи (СТС); радиотрансляционных сетей (РС); городской телефонной связи (ГТС). По значимости воздушные линии связи подразделяются на классы.

Линии МТС и СТС: магистральные линии МТС, соединяющие Москву с республиканскими, краевыми и областными центрами и последние между собой, и линии Министерства путей сообщения, проходящие вдоль железных дорог и по территории железнодорожных станций (класс I); внутризоновые линии МТС, соединяющие республиканские, краевые и областные центры с районными центрами и последние между собой, и соединительные линии СТС (класс II); абонентские линии СТС (класс III).

Линии РС: фидерные линии номинальным напряжением выше 360 В (класс I); фидерные линии номинальным напряжением до 360 В и абонентские линии напряжением 15 и 30 В (класс II).

1) неизолированными проводами ВЛ и изолированными проводами ЛС и РС;

2) неизолированными проводами ВЛ и подземным или подвесным кабелем ЛС и РС;

3) неизолированными проводами ВЛ с повышенной механической прочностью и неизолированными проводами ЛС и РС;

4) изолированными проводами ВЛ и неизолированными проводами ЛС и РС;

5) подземным кабелем ВЛ и неизолированными проводами ЛС и РС.

2.4.46. Угол пересечения ВЛ с ЛС и РС должен быть по возможности близок к 90°. Для стесненных условий угол пересечения не нормируется.

2.4 47. Расстояние по вертикали от проводов ВЛ до проводов или подвесных кабелей ЛС и РС в пролетах пересечения при наибольшей стреле провеса (наивысшая температура воздуха, гололед) должно быть не менее 1,25 м.

Расстояние по вертикали от проводов ВЛ до проводов или подвесных кабелей РС при пересечении на общей опоре должно быть не менее 1,5 м. При расположении проводов или подвесных кабелей РС на кронштейнах это расстояние принимается от провода ВЛ, расположенного на той же стороне опоры ВЛ, на которой находятся провода или подвесные кабели РС.

2.4.48. Место пересечения проводов ВЛ с проводами или подвесными кабелями ЛС и РС в пролете должно находиться на расстоянии не менее 2 м от ближайшей опоры ВЛ, но по возможности ближе к опоре ВЛ.

2.4.49. При пересечении неизолированных проводов ВЛ с изолированными проводами ЛС и РС должны соблюдаться следующие требования:

1. Пересечение проводов ВЛ с проводами ЛС должно выполняться только в пролете. Пересечение проводов с проводами РС может выполняться как в пролете, так и на общей опоре.

2. Опоры ВЛ; ограничивающие пролет пересечения с ЛС магистральных и внутризоновых сетей связи и с соединительными линиями СТС, должны быть анкерного

типа. При пересечении всех остальных ЛС и РС допускаются опоры ВЛ промежуточного типа, усиленные дополнительной приставкой или подкосом.

3. Провода ЛС и РС на участке пересечения должны иметь атмосферостойкую изоляцию с испытательным напряжением не менее 2 кВ (например, ПСБА, ПСБАП, ПРСП) и коэффициент запаса прочности на растяжение при наихудших метеорологических условиях данной местности не менее 1,5.

4. Провода ВЛ должны располагаться над проводами ЛС и РС. На опорах, ограничивающих пролет пересечения, провода ВЛ. Должны иметь двойное крепление или глухую вязку. В исключительных случаях провода ВЛ 380/220 В и ниже допускается располагать под проводами стоечных ЛС. При этом провода ЛС на стойках, ограничивающих пролет пересечения, должны иметь двойное укрепление.

5. Соединение проводов ВЛ, а также проводов ЛС и РС в пролетах пересечения не

допускается. Провода ВЛ должны быть многопроволочными с сечениями не менее: 35 мм^2 для алюминиевых проводов, 16 мм^2 для сталеалюминиевых и 25 мм^2 для стальных проводов.

Для линий ГТС и СТС при количестве их проводов 10 и более вариант пересечения, оговоренный в настоящем параграфе, применять не следует.

2.4.50. При пересечении неизолированных проводов ВЛ с подземным или подвесным кабелем ЛС и РС должны выполняться следующие требования:

1. Расстояние от подземных кабелей ЛС и РС до заземлителя опоры (или до железобетонной опоры) ВЛ должно быть не менее 3 м в населенной местности и 10 м в ненаселенной.

Расстояние от подземных кабелей ЛС и РС незаземленной деревянной опоры ВЛ должно составлять в ненаселенной местности не менее 5 м, в населенной - не менее 2 м. В стесненных условиях это расстояние может быть менее 2 м, но не менее 1 м; при этом кабель должен быть проложен в стальной трубе либо покрыт швеллером или угловой сталью по длине в обе стороны от опоры не менее 3 м. При выборе трасс кабелей ЛС и РС расстояние от них до ближайшей опоры ВЛ должно по возможности приниматься большим.

2. Провода ВЛ должны располагаться над подвесным кабелем ЛС и РС.

3. Соединение проводов ВЛ в пролете пересечения с подвесным кабелем ЛС и РС не допускается. Провода ВЛ в пролете пересечения с подвесным кабелем ЛС и РС должны быть многопроволочными сечением не менее: 35 мм¤ для алюминиевых проводов, 16 мм¤ для сталеалюминиевых и 25 мм¤ для стальных проводов.

4. Металлическая оболочка подвесного кабеля и трос, на котором подвешен кабель, должны быть заземлены на опорах, ограничивающих пролет пересечения.

5. Расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ЛС и РС до проекции ближайшего провода ВЛ на горизонтальную плоскость должно быть не менее высоты опоры ВЛ.

Вариант пересечения ВЛ с ЛС и РС, оговоренный в настоящем параграфе, применять не следует:

если применение кабельной вставки в ЛС приведет к необходимости установки дополнительного и переноса ранее установленного усилительного пункта ЛС;

если при применении кабельной вставки в РС суммарная длина кабельных вставок в РС превышает допускаемые значения.

2.4.51. При пересечении неизолированных проводов ВЛ с неизолированными проводами ЛС и РС должны соблюдаться следующие требования:

1. Пересечение проводов ВЛ с проводами ЛС и РС должно выполняться только в пролете. Пересечение проводов ВЛ с абонентскими и фидерными линиями РС напряжением между проводами до 360 В допускается выполнять на опорах ВЛ.

2. Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа.

3. Провода линий связи должны иметь коэффициент запаса прочности на растяжение при наихудших метеорологических условиях данной местности (гололед или низшая температура) не менее 2,2 для проводов как стальных, так и из цветного металла.

4. Провода ВЛ должны располагаться над проводами ЛС и РС. На опорах, ограничивающих пролет пересечения, провода ВЛ должны иметь двойное крепление. Провода ВЛ 380/220 В и ниже допускается располагать под проводами стоечных РС. При этом провода РС на стойках, ограничивающих пролет пересечения, должны иметь двойное крепление.

5. Соединение проводов ВЛ, а также проводов ЛС и РС в пролетах пересечения не допускается. Провода ВЛ должны быть многопроволочными с сечениями не менее: 35 мм¤ для алюминиевых, 25 мм^2 для сталеалюминиевых и стальных проводов.

2.4.52. При пересечении изолированных проводов ВЛ с неизолированными проводами ЛС и РС должны соблюдаться следующие требования:

1. Пересечение проводов ВЛ с проводами ЛС должно выполняться только в пролете. Пересечение проводов ВЛ с проводами РС может выполняться как в пролете, так и на общей опоре.

2. Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с ЛС магистральных и внутризоновых сетей связи и с соединительными линиями СТС, должны быть анкерного типа. При пересечении всех остальных ЛС и РС допускаются опоры ВЛ промежуточного типа, усиленные дополнительной приставкой или подкосом.

3. Провода ВЛ на участке пересечения должны иметь атмосферостойкую изоляцию с испытательным напряжением не менее 2 кВ и коэффициент запаса прочности на растяжение при наихудших метеорологических условиях данной местности не менее 1,5.

4. Провода ВЛ должны располагаться над проводами ЛС и РС. На опорах, ограничивающих пролет пересечения, провода или несущие их тросы ВЛ должны иметь двойное крепление или глухую вязку. Провода ВЛ 380/220 В и ниже допускается располагать под проводами стоечных РС. При этом провода РС на стойках, ограничивающих пролет пересечения, должны иметь двойное крепление.

5. Соединение проводов ВЛ, а также проводов ЛС и РС в пролетах пересечения не допускается.

2.4.53. При пересечении подземной кабельной вставки ВЛ с неизолированными проводами ЛС и РС должны соблюдаться следующие требования:

1. Расстояние от подземной кабельной вставки ВЛ до опоры ЛС и РС и ее заземлителя должно быть не менее 1 м, а при прокладке кабеля в изолирующей трубе не менее 0,5 м.

2. Расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ВЛ до проекции ближайшего провода ЛС и РС на горизонтальную плоскость должно быть не менее высоты опоры ЛС и РС.

2.4.54. При сближении ВЛ с воздушными ЛС и РС расстояние по горизонтали между крайними проводами этих линий должно быть не менее 2 м, а в стесненных условиях не

менее 1,5 м. Во всех остальных случаях расстояние между линиями должно быть не менее высоты наибольшей опоры ВЛ, ЛС и РС.

2.4.55. Сближение ВЛ с антенными сооружениями передающих радиоцентров, приемными радиоцентрами, выделенными приемными пунктами радиофикации и местных радиоузлов не нормируется.

2.4.56. Расстояние по горизонтали между проводами ВЛ и проводами ЛС и РС, телевизионными кабелями и спусками от радиоантенн на вводах должно быть не менее 1,5 м. При этом провода ВЛ в пролете от опоры до ввода и провода ввода ВЛ в здание не

должны пересекаться с проводами ответвлений от ЛС и РС к вводам и должны располагаться не ниже проводов ЛС и РС.

2.4.57. Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ и ЛС не допускается.

Совместная подвеска на общих опорах проводов вновь сооружаемых ВЛ и неизолированных проводов РС не допускается.

На общих опорах допускается совместная подвеска проводов ВЛ и изолированных проводов РС, а также совместная подвеска проводов ВЛ, сооружаемых взамен пришедших в негодность и реконструируемых, и подвешенных ранее неизолированных проводов РС. При этом должны соблюдаться следующие условия:

1. Напряжение ВЛ должно быть не более 380/220 В.
2. Номинальное напряжение между проводами РС должно быть не более 360 В.
3. Расстояние от нижних проводов РС до земли, между цепями РС и их проводами должно соответствовать действующим "Правилам строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей" Министерства связи СССР.
4. Провода ВЛ должны располагаться над проводами РС; при этом расстояние по вертикали от нижнего провода ВЛ до верхнего провода РС независимо от их взаимного расположения должно быть на опоре не менее 1,5 м, а в пролете не менее 1,25 м; при расположении проводов РС на кронштейнах это расстояние принимается от нижнего провода ВЛ, расположенного на той же стороне, что и провода РС.

2.4.58. Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ и кабелей ЛС не допускается. Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ не более 380/220 В и кабелей РС допускается при соблюдении условий, оговоренных в 2.4.57 для изолированных проводов РС.

2.4.59. Совместная подвеска на общих опорах проводов ВЛ не более 380/220 В и проводов цепей телемеханики допускается при условии, если они принадлежат одному владельцу и соблюдаются требования, приведенные в 2.4.57, а также если цепи телемеханики не используются как каналы проводной телефонной связи.

2.4.60. При пересечении и параллельном следовании ВЛ с железными дорогами, а также с автомобильными дорогами категорий I и II должны выполняться требования, изложенные в 2.5.140 - 2.5.149. Пересечения могут выполняться также при помощи кабельной вставки в ВЛ. Выбор варианта пересечения должен производиться на основе технико-экономических расчетов.

При пересечении ВЛ с автомобильными дорогами категорий III - V расстояние по вертикали от проводов ВЛ до проезжей части дорог при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 6 м.

Требования, предъявляемые в этих случаях к воздушным сетям наружного освещения населенных пунктов и территорий промышленных предприятий, приведены в гл. 6.3.

2.4.61. При пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами расстояние от проводов ВЛ до дорожных знаков и их несущих тросов должно быть не менее 1 м. Несущие тросы в местах пересечения с ВЛ должны быть заземлены с сопротивлением заземляющего устройства не более 10 Ом.

2.4.62. При пересечении и сближении ВЛ с контактными проводами и несущими тросами трамвайных и троллейбусных линий должны быть выполнены следующие требования:

1. ВЛ должны, как правило, располагаться вне зоны, занятой сооружениями контактных сетей, включая опоры.
2. Провода ВЛ должны быть расположены над несущими тросами контактных проводов. Провода ВЛ должны быть многопроволочными с сечением не менее: алюминиевые 35 мм^2, стальные и сталеалюминиевые 16 мм^2. Соединение проводов ВЛ в пролетах пересечений не допускается.
3. Расстояние от проводов ВЛ при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 8 м до головки рельса трамвайной линии и 10,5 м до проезжей части улицы в зоне

троллейбусной линии. При этом во всех случаях расстояние от проводов ВЛ до несущего троса или контактного провода должно быть не менее 1,5 м. В зоне расположения контактных сетей опоры ВЛ должны быть анкерными, а крепление проводов - двойным.

4. Пересечение ВЛ с контактными проводами в местах расположения поперечин запрещается.

5. Совместная подвеска на опорах троллейбусных линий контактных проводов и проводов ВЛ напряжением не более 380 В допускается при соблюдении следующих условий: опоры троллейбусных линий должны иметь механическую прочность, достаточную для подвески проводов ВЛ; расстояние между проводами ВЛ и кронштейном или устройством крепления несущего троса контактных проводов должно быть не менее 1,5 м.

Требования настоящего параграфа не распространяются на линии уличного освещения.

2.4.63. При пересечении и сближении ВЛ с канатными дорогами и надземными металлическими трубопроводами должны быть выполнены следующие требования:

1. ВЛ должна проходить под канатной дорогой; прохождение ВЛ над канатной дорогой не допускается.

2. Канатные дороги должны иметь снизу мостки или сетки для ограждения проводов ВЛ.

3. При прохождении ВЛ под канатной дорогой или под трубопроводом провода ВЛ должны находиться от них на расстоянии: при наименьшей стреле провеса до мостков или ограждающих сеток канатной дороги или до трубопровода не менее 1 м; при наибольшей

стреле провеса и наибольшем отклонении проводов до элементов канатной дороги или до трубопровода не менее 1 м.

4. При пересечении ВЛ с трубопроводом, расположенным под ВЛ, расстояние от проводов ВЛ до элементов трубопроводов при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 1 м.

5. При параллельном следовании ВЛ с канатной дорогой или с трубопроводом расстояние по горизонтали от проводов ВЛ до канатной дороги или трубопровода должно быть не менее высоты опоры, а на стесненных участках трассы при наибольшем отклонении проводов не менее 1 м.

6. Сопротивление заземления трубопровода в пролете пересечения должно быть не более 10 Ом.

2.4.64. При сближении ВЛ с пожаро- и взрывоопасными установками следует руководствоваться требованиями, приведенными в 2.5.163, при сближении с аэродромами - в 2.5.174.

2.4.65. Прохождение ВЛ до 1 кВ не допускается по территориям стадионов и школ (общеобразовательных и интернатов), а также по территориям спортивных комплексов пионерских лагерей.

ГЛАВА 2.5

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.5.1. Настоящая глава [1)] Правил распространяется на ВЛ выше 1 кВ и до 500 кВ, выполняемые неизолированными проводами. Настоящая глава не распространяется на электрические воздушные линии, сооружение которых определяется специальными правилами, нормами и постановлениями (контактные сети электрифицированных железных дорог, трамвая, троллейбуса, сигнальные линии автоблокировки и т.д.).

Кабельные вставки в ВЛ должны выполняться в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 2.3 и 2.5.70.

2.5 2. Воздушной линией электропередачи выше 1 кВ называется устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.).

[1)] Согласована с Госстроем СССР 26 июля 1976 г.; утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 24 июня 1977 г. Внесены изменения Решением Главтехуправления Минэнерго СССР № Э-5/83 от 21 июля 1983 г.

За начало и конец ВЛ принимаются линейные порталы или линейные вводы распределительных устройств, а для ответвлений - ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод распределительного устройства.

2.5.3. Нормальным режимом ВЛ выше 1 к В называется состояние ВЛ при необорванных проводах и тросах.

Аварийным режимом ВЛ выше 1 к В называется состояние ВЛ при оборванных одном или нескольких проводах или тросах.

Монтажным режимом ВЛ выше 1 кВ называется состояние в условиях монтажа опор, проводов и тросов.

Габаритным пролетом $l_г$, называется пролет, длина которого определяется нормированным вертикальным габаритом от проводов до земли при установке опор на идеально ровной поверхности.

Ветровым пролетом $l_{ветр}$ называется длина участка ВЛ, давление ветра на провода или тросы с которого воспринимается опорой.

Весовым пролетом $l_{вес}$ называется длина участка ВЛ, вес проводов или тросов которого воспринимается опорой.

Габаритной стрелой провеса провода называется наибольшая стрела провеса в габаритном пролете.

2.5.4. Населенной местностью называются земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов.

Ненаселенной местностью называются земли единого государственного земельного фонда, за исключением населенной и труднодоступной местности. К ненаселенной местности настоящие Правила относят незастроенные местности, хотя бы и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта и сельскохозяйственных машин, сельскохозяйственные угодья, огороды, сады, местности с отдельными редко стоящими строениями и временными сооружениями.

Труднодоступной местностью называется местность, недоступная для транспорта и сельскохозяйственных машин.

Застроенной местностью в настоящих Правилах называются территории городов, поселков и сельских населенных пунктов в границах фактической застройки, защищающие ВЛ с обеих сторон от поперечных ветров.

2.5.5. Большими переходами называются пересечения судоходных рек, судоходных проливов или каналов, на которых устанавливаются опоры высотой 50 м и более, а также пересечения любых водных пространств с пролетом пересечения более 700 м независимо от высоты опор ВЛ.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.5.6. Механический расчет проводов и тросов ВЛ производится по методу допускаемых напряжений, расчет изоляторов и арматуры - по методу разрушающих нагрузок. По обоим

методам расчеты производятся на нормативные нагрузки. Расчет опор и фундаментов ВЛ производится по методу расчетных предельных состояний. Применение других методов расчета в каждом отдельном случае должно быть обосновано в проекте.

В настоящей главе приведены условия для определения нормативных нагрузок. Указания по определению расчетных нагрузок, используемых в расчетах строительных конструкций ВЛ (опор и фундаментов), даны в приложении к настоящей главе.

Коэффициенты перегрузки и расчетные положения, касающиеся специфических условий расчета конструкций ВЛ, приводятся в приложении к настоящей главе.

2.5.7. На ВЛ 110 - 500 кВ длиной более 100 км для ограничения несимметрии токов и напряжений должен выполняться один полный цикл транспозиции. На двухцепных ВЛ схемы транспозиции должны быть одинаковыми. Шаг транспозиции по условию влияний на линии связи не нормируется.

В электрических сетях 110 - 500 КВ, содержащих несколько участков ВЛ длиной менее 100 км каждый, транспозиция проводов выполняется непосредственно на промежуточных подстанциях (на шинах, в пролете между концевой опорой и порталом подстанции или на концевой опоре). При этом транспозиция должна осуществляться так, чтобы суммарные длины участков ВЛ с различным чередованием фаз были примерно равны.

В электрических сетях до 35 КВ рекомендуется производить транспозицию фаз на подстанциях так, чтобы суммарные длины участков с различным чередованием фаз были примерно равны.

2.5.8. Обслуживание ВЛ должно предусматриваться с ремонтно-производственных баз (РПБ) и ремонтно-эксплуатационных пунктов (РЭП).

Размещение РПБ и РЭП, выбор их типа, оснащение средствами механизации работ и транспорта должны производиться на основании схем организации эксплуатации, утвержденных в установленном порядке, или действующих нормативов.

РПБ и РЭП должны оборудоваться средствами связи в соответствии со схемой организации эксплуатации, утвержденной в установленном порядке.

Кроме РПБ и РЭП для эксплуатации ВЛ в труднодоступной местности на трассе ВЛ должны быть предусмотрены упрощенные пункты обогрева, количество и расположение которых должны быть обоснованы в проекте.

2.5.9. При ремонтно-производственных базах предусматривается строительство производственно-жилой площади для оперативного и ремонтно-эксплуатационного персонала ВЛ. Объем строительства производственно-жилой площади определяется в соответствии со схемой организации эксплуатации энергосистемы, утвержденной в установленном порядке, или действующими нормативами.

Производственно-жилые помещения размещаются, как правило, на территории подстанций или РПБ и должны быть обеспечены местной телефонной или радиосвязью с

возможностью выхода на ближайшую телефонную сеть Министерства связи СССР, вызывной сигнализацией, а также средствами радиофикации.

2.5.10. Укомплектование сетевых предприятий и их структурных подразделений транспортными средствами и средствами механизации работ для эксплуатации и ремонта ВЛ производится в соответствии с перспективной схемой организации эксплуатации, утвержденной в установленном порядке, или действующими нормативами.

Автомашины и самоходные механизмы, предназначенные для эксплуатации и ремонта ВЛ, должны быть оборудованы средствами двусторонней радиосвязи с РПБ.

2.5.11. Численность персонала, объем производственно-жилых помещений РПБ и РЭП, а также количество транспортных средств и механизмов, необходимых для эксплуатации, определяются в соответствии с действующими нормативными документами.

2.5.12. К ВЛ 110 кВ и выше должен быть обеспечен в любое время года подъезд на возможно близкое расстояние, но не далее чем на 0,5 км от трассы ВЛ. Для проезда вдоль трассы указанных ВЛ и для подъезда к ним должна быть расчищена от насаждений, пней, камней и т. п. полоса земли шириной не менее 2,5 м. Исключения допускаются лишь на участках ВЛ:

проходящих по топким болотам и сильно пересеченной местности, где проезд невозможен. В этих случаях необходимо выполнять вдоль трассы ВЛ пешеходные тропки с мостиками шириной не менее 0,4 м или насыпные земляные дорожки шириной не менее 0,8 м;

проходящих по территориям, занятым под садовые и другие ценные культуры и снегозащитные насаждения вдоль железных и шоссейных дорог.

2.5.13. Опоры ВЛ рекомендуется устанавливать вне зоны размыва берегов с учетом возможных перемещений русл и затопляемости района, а также вне мест, где могут быть потоки дождевых и других вод, ледоходы (овраги, поймы рек и др.).

При невозможности установки опор ВЛ вне указанных опасных зон должны быть выполнены мероприятия по защите опор от повреждений (устройство специальных фундаментов, укрепление берегов, откосов, склонов, устройство водоотводных канав, ледорезов или иных сооружений и т. п.).

Установка опор в зоне предполагаемых грязекаменных селевых потоков запрещается.

Наибольший горизонт ледохода и уровня высоких (паводковых) вод принимается с обеспеченностью 2% (повторяемость 1 раз в 50 лет) для ВЛ 330 кВ и ниже и 1% (повторяемость 1 раз в 100 лет) или по историческому наблюденному уровню при наличии соответствующих данных для ВЛ 500 кВ.

2.5.14. При прохождении ВЛ с деревянными опорами по лесам, сухим болотам и другим местам, где возможны низовые пожары, для защиты опор должна быть предусмотрена одна из следующих мер:

устройство вокруг каждой стойки опоры на расстоянии 2 м от нее канавы глубиной 0,4 и шириной 0,6 м;

уничтожение химическим или другим способом травы и кустарника и очистка от них площадки радиусом 2 м вокруг каждой опоры;

применение железобетонных приставок (пасынков); при этом расстояние от земли до нижнего торца стойки должно быть не менее 1 м. Для районов многолетней мерзлоты в мостах, где возможны низовые пожары, расстояние от деревянной опоры до канавы и размер зоны химической обработки растительности увеличиваются до 5 м.

Установка деревянных опор ВЛ 110 КВ и выше в местах, где возможны торфяные пожары, не рекомендуется.

2.5.15. На опорах ВЛ на высоте 2,5 - 3,0 м должны быть нанесены следующие постоянные знаки:

порядковый номер - на всех опорах;

номер ВЛ или ее условное обозначение - на концевых опорах, первых опорах ответвлений от линии, на опорах в месте пересечения линий одного напряжения, на опорах, ограничивающих пролет пересечения с железными дорогами и автомобильными дорогами I - V категорий, а также на всех опорах участков трассы с параллельно идущими линиями, если расстояние между их осями - менее 200 м. На двухцепных и многоцепных опорах ВЛ, кроме того, должна быть обозначена соответствующая цепь;

расцветка фаз - на ВЛ 35 кВ и выше на концевых опорах, опорах, смежных с транспозиционными, и на первых опорах ответвлений от ВЛ;

предупреждающие плакаты - на всех опорах ВЛ в населенной местности;

плакаты, на которых указаны расстояния от опоры ВЛ до кабельной линии связи, - на опорах, установленных на расстоянии менее половины высоты опоры до кабелей связи.

2.5.16. Металлические опоры и подножники, выступающие металлические части железобетонных опор и все металлические детали деревянных и железобетонных опор ВЛ должны быть защищены от коррозии путем оцинковки или окраски стойким покрытием. Очистка, грунтовка и окраска должны производиться только в заводских условиях. На трассе следует производить лишь повторную окраску поврежденных мест.

2.5.17. В соответствии с "Правилами маркировки и светоограждения высотных препятствий" на приаэродромных территориях и воздушных трассах в целях обеспечения безопасности полетов самолетов опоры ВЛ, которые по своему расположению или высоте представляют аэродромные или линейные препятствия для полетов самолетов, должны иметь сигнальное освещение (светоограждение) и дневную маркировку (окраску), выполненные в соответствии со следующими условиями:

1. Опоры ВЛ должны иметь световое ограждение на самой верхней части (точке) и ниже через каждые 45 м. Расстояния между промежуточными ярусами огней, как правило, должны быть одинаковыми.

2. В каждом ряду светоограждения опоры должно устанавливаться не менее двух огней, размещенных на двух внешних сторонах опоры и работающих одновременно или по одному при наличии надежного автоматического устройства для включения резервного огня при выходе из строя основного огня.

3. Заградительные огни должны быть установлены так, чтобы их можно было наблюдать со всех направлений и в пределах от зенита до 5° ниже горизонта.

4. Средства светового ограждения аэродромных препятствий по условиям электроснабжения относятся к электроприемникам 1 категории. В отдельных случаях допускается электроснабжение заградительных огней по одной линии электропередачи при полной надежности ее работы.

5. Включение и отключение светового ограждения препятствий в районе аэродрома должны производиться владельцами ВЛ и командно-диспетчерским пунктом аэродрома по заданному режиму работы.

Допускается применение надежных автоматических устройств для включения и отключения заградительных огней. На случай отказа в работе этих устройств следует предусматривать возможность включения заградительных огней вручную.

6. Для обеспечения удобного и безопасного обслуживания должны предусматриваться площадки у мест размещения сигнальных огней и оборудования, а также лестницы для доступа к этим площадкам. Для этих целей следует использовать площадки и лестницы, имеющиеся на опорах ВЛ.

7. Для целей дневной маркировки опоры со световым ограждением должны быть окрашены в два цвета - красный (оранжевый) и белый - полосами шириной до 6 м в зависимости от высоты опоры. Число полос должно быть не менее трех, причем первую и последнюю полосы окрашивают в красный (оранжевый) цвет.

8. Определение того, к какому роду препятствий относится конкретная опора ВЛ, расчет высоты маркировки и светового ограждения, определение других требований, предъявляемых к выполнению светоограждения и дневной маркировки, а также согласование требований с органами гражданской авиации осуществляются в соответствии с "Правилами маркировки и светоограждения высотных препятствий".

2.5.18. Для определения мест повреждений на ВЛ 110 КВ и выше должны быть предусмотрены специальные приборы, устанавливаемые на подстанциях. При прохождении этих ВЛ в районах, где может быть гололед с толщиной стенки 15 мм и более, рекомендуется предусматривать устройства, сигнализирующие о появлении гололеда (см. также 2.5.19).

2.5.19. Для ВЛ, проходящих в районах с толщиной стенки гололеда 20 мм и более, а также в местах с частыми образованиями гололеда или изморози в сочетании с сильными ветрами и в районах с частой и интенсивной пляской проводов, рекомендуется предусматривать плавку гололеда на проводах. Плавка гололеда на тросах ВЛ должна предусматриваться в тех случаях, когда возможно опасное приближение освобождающихся от гололеда проводов к тросам, покрытым гололедом.

При обеспечении плавки гололеда без перерыва электроснабжения потребителей нормативная толщина стенки гололеда может быть снижена на 15 мм, при этом расчетная

218

толщина стенки гололеда должна быть не менее 15 мм.

На ВЛ с плавкой гололеда должны быть предусмотрены устройства, сигнализирующие о появлении гололеда. При выборе установок сигнализатора гололеда следует учитывать необходимое время от поступления сигнала до начала плавки в соответствии с расчетными условиями, принятыми для ВЛ.

2.5.20. Трасса ВЛ должна выбираться по возможности кратчайшей. В районах с большими отложениями гололеда, сильными ветрами, лавинами, оползнями, камнепадами, болотами и т. п. Необходимо при проектировании предусматривать по возможности обходы особо неблагоприятных мест, что должно быть обосновано сравнительными технико-экономическими расчетами.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.5.21. Определение расчетных климатических условий, интенсивности грозовой деятельности и пляски проводов для расчета и выбора конструкций ВЛ должно производиться на основании карт климатического районирования с уточнением по региональным картам и материалам многих наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов управлений гидрометеослужбы и энергосистем за скоростью ветра, интенсивностью и плотностью гололедно-изморозевых отложений и температурой воздуха, грозовой деятельностью и пляской проводов в зоне трассы сооружаемой ВЛ.

При обработке данных наблюдений должно быть учтено влияние микроклиматических особенностей на интенсивность гололедообразования и на скорость ветра в результате действия как природных условий (пересеченный рельеф местности, высота над уровнем моря, наличие больших озер и водохранилищ, степень залесенности и т.д.), так и существующих или проектируемых инженерных сооружений (плотины и водосбросы, пруды-охладители, полосы сплошной застройки и т. п.).

2.5.22. Максимальные нормативные скоростные напоры ветра и толщину гололедно-изморозевых отложений определяют, исходя из их повторяемости 1 раз в 15 лет для ВЛ 500 кВ, 1 раз в 10 лет для ВЛ 6 - 330 кВ и 1 раз в 5 лет для ВЛ 3 КВ и ниже.

2.5.23. Максимальные нормативные скоростные напоры для высоты до 15 м от земли принимаются по табл. 2.5.1 в соответствии с картой районирования территории СССР по скоростным напорам ветра (рис. 2.5.1 - 2.5.4), но. не ниже 40 даН/м^2 для ВЛ 6-330 кВ и 55 даН/м^2 для ВЛ 500 кВ.

2.5.24. Скоростной напор ветра на провода ВЛ определяется по высоте расположения приведенного центра тяжести всех проводов, скоростной напор на тросы - по высоте расположения центра тяжести тросов. При расположении центра тяжести на высоте до 15 м скоростной напор принимается по табл. 2.5.1.

При высоте более 15 м скоростной напор определяется путем умножения значения напора, указанного в табл. 2.5.1 для высоты до 15 м, на поправочный коэффициент по табл.

Таблица 2.5.1. Максимальный нормативный скоростной напор ветра на высоте до 15 м от земли

Районы СССР по ветру	Скоростной напор ветра qmax, даН/м², (скорость ветра v_{max}, м/с) с повторяемостью		
	1 раз в 5 лет	1 раз в 10 лет	1 раз в 15 лет
I	27 (21)	40 (25)	55 (30)
II	35 (24)	40 (25)	55 (30)
III	45 (27)	50 (29)	55 (30)
IV	55 (30)	65 (32)	80 (36)
V	70 (33)	80 (36)	80 (36)
VI	85 (37)	100 (40)	100 (40)
VII	100 (40)	125 (45)	125 (45)

Примечания: Для повторяемости 1 раз в 10 лет и 1 раз в 15 лет в таблице даны унифицированные значения скоростных напоров и скоростей ветра.

2. Значения скоростных напоров при их уточнении на основании обработки фактически замеренных скоростей определяются по формуле

$$q_{max}=(a\cdot v_{max})^2/16,$$

где v - скорость ветра на высоте 10 м над поверхностью земли (при двухминутном интервале усреднения), превышаемая в среднем один раз в 5, 10 или 15 лет; $a = 0{,}75+ 5/v_{max}$ - поправочный коэффициент к скоростям ветра, полученным из обработки наблюдений по флюгеру, принимается не более единицы; при использовании малоинерционных анемометров коэффициент а принимается равным единице.

Полученные значения применяются до высоты 15 м. Рекомендуется округлять их до ближайшего указанного в таблице значения.

2.5.2, учитывающий возрастание скорости ветра по высоте.

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов $h_{пр}$ определяется для габаритного пролета по формуле

$$h_{пр} = h_{ср} - \frac{2}{3} f ,$$

где $h_{ср}$ - средняя высота крепления проводов к изоляторам или средняя высота крепления тросов на опоре, отсчитываемая от отметки земли в местах установки опор, м; f - стрела провеса провода или троса, условно принимаемая наибольшей (при высшей температуре или гололеде без ветра), м.

Полученные значения скоростных напоров ветра должны быть округлены до целого числа.

2.5.25. Скоростной напор ветра на провода и тросы больших переходов через водные пространства определяется по указаниям 2.5.24, но с учетом следующих дополнительных требований:

1. Для перехода, состоящего из одного пролета, высота расположения приведенного центра тяжести проводов или тросов определяется по формуле

$$h_{пр} = \frac{h_{ср1} + h_{ср2}}{2} - \frac{2}{3} f ,$$

Таблица 2.5.2. Поправочный коэффициент на возрастание скоростных напоров ветра по высоте

Высота, м	Коэффициент	Высота, м	Коэффициент
До 15	1,0	100	2,1
20	1,25	200	2,6
40	1,55	350 и выше	3,1
60	1,75		

Примечание. Для промежуточных высот значения поправочных коэффициентов определяются по линейной интерполяции.

где $h_{ср1}$, $h_{ср2}$ - высота крепления тросов или средняя высота крепления проводов к изоляторам на опорах перехода, отсчитываемая от меженного уровня реки или нормального горизонта пролива, канала, водохранилища, м; f - наибольшая стрела провеса провода или троса перехода, м.

2. Для перехода, состоящего из нескольких пролетов, скоростной напор ветра на провода или тросы определяется для высоты $h_{пр}$, соответствующей средневзвешенному значению высот приведенных центров тяжести проводов или тросов во всех пролетах перехода и вычисляемой по формуле

$$h_{пр} = \frac{h_{пр1l1} + h_{пр2l2} + \ldots + h_{прnln}}{l_1 + l_2 + \ldots + l_n},$$

где $h_{пр1l1}$, $h_{пр2l2}$, ... , $h_{прnln}$ - высоты приведенных центров тяжести проводов или тросов над меженным уровнем реки или нормальным горизонтом пролива; канала, водохранилища в каждом из пролетов, м. При этом если пересекаемое водное пространство имеет высокий, незатопляемый берег, на котором расположены как переходные, так и смежные с ними опоры, то высоты приведенных центров тяжести в пролете, смежном с переходным, отсчитываются от отметки земли в этом пролете; l_1, l_2, ... , l_n - длины пролетов, входящих в переход, м.

2.5.26. Скоростной напор ветра на конструкции опор определяется с учетом его возрастания по высоте. Для отдельных зон высотой не более 15 м значение поправочных коэффициентов следует принимать постоянным, определяя его по высоте средних точек соответствующих зон, отсчитываемой от отметки земли в месте установки опоры.

2.5.27. Для участков ВЛ, сооружаемых в застроенной местности, максимальный нормативный скоростной напор ветра допускается уменьшать на 30% (скорость ветра - на 16%) по сравнению с принятым для района прохождения ВЛ, если средняя высота окружающих зданий составляет не менее 2/3 высоты опор. Такое же уменьшение скоростного напора ветра допускается для ВЛ, трасса которых защищена от поперечных ветров (например, в лесных массивах заповедников, в горных долинах и ущельях).

2.5.28. Для участков ВЛ, находящихся в местах с сильными ветрами (высокий берег большой реки, резко выделяющаяся над окружающей местностью возвышенность, долины

и ущелья, открытые для сильных ветров, прибрежная полоса больших озер и водохранилищ в пределах 3 - 5 км), при отсутствии данных наблюдений максимальный скоростной напор следует увеличивать на 40% (скорость ветра - на 18%) по сравнению с принятым для данного района. Полученные цифры рекомендуется округлять до ближайшего значения, указанного в табл. 2.5.1.

2.5.29. При расчете проводов и тросов на ветровые нагрузки направление ветра следует принимать под углом 90° к ВЛ. При расчете опор следует принимать направление ветра под углом 90 и 45° к ВЛ.

2.5.30. Нормативная ветровая нагрузка P, даН, на провода и тросы, действующая перпендикулярно проводу (тросу), для каждого расчетного режима определяется по формуле

$$P = a \cdot K_l \cdot C_x \cdot q \cdot F \cdot \sin^2 ц ,$$

где a - коэффициент, учитывающий неравномерность скоростного напора ветра по пролету ВЛ, принимаемый равным: 1 при скоростном напоре ветра до 27 даН/м^2, 0,85 при 40 даН/м^2, 0,75 при 55 даН/м^2, 0,7 при 76 даН/м^2 и более (промежуточные значения определяются линейной интерполяцией); K_l - коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50 м, 1,1 при 100 м, 1,05 при 150 м, 1 при 250 м и более (промежуточные значения K_l определяются интерполяцией); C_x- коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным: 1,1 для проводов и тросов диаметром 20 мм и более, свободных от гололеда, 1,2 для всех проводов и тросов, покрытых гололедом, и для проводов и тросов диаметром менее 20 мм, свободных от гололеда; q - нормативный скоростной напор ветра в рассматриваемом режиме, даН/м^2, F - площадь диаметрального сечения провода, м^2 (при гололеде с учетом нормативной толщины стенки гололеда); ц - угол между направлением ветра и осью ВЛ.

2.5.31. Нормативная масса гололедных отложений на проводах и тросах определяется, исходя из цилиндрической формы отложений с плотностью 0,9 г/куб.см.

Толщина стенки гололеда, приведенная к высоте 10 м от земли и к диаметру провода 10 мм при повторяемости 1 раз в 5 и 10 лет, определяется в соответствии с картой

Таблица 2.5.3. Нормативная толщина стенки гололеда для высоты 10 м над поверхностью земли

Район по гололеду	Нормативная толщина стенки гололеда, мм, с повторяемостью	
	1 раз в 5 лет	1 раз в 10 лет
I	5	5
II	5	10
III	10	15
IV	15	20
Особый	20 и более	Более 22

районирования территории СССР по гололеду (рис. 2.5.5 - 2.5.10) и табл. 2.5.3. Толщина стенки гололеда может быть уточнена на основании обработки многолетних наблюдений.

Толщина стенки гололеда с повторяемостью 1 раз в 15 лет в I-IV районах по гололеду, а также с любой повторяемостью в особых районах по гололеду должна приниматься на основании обработки данных фактических наблюдений.

Принимаемая в расчетах толщина стенки гололеда для повторяемости один раз в 5 и 10 лет должна быть не менее 5 мм, а для повторяемости 1 раз в 15 лет - не менее 10 мм.

При высоте расположения приведенного центра тяжести проводов до 25 м поправки на толщину стенки гололеда в зависимости от высоты и диаметра проводов и тросов не вводятся.

При высоте расположения приведенного центра тяжести проводов более 25 м толщина стенки гололеда вычисляется в соответствии со СНиП II-6-74 "Нагрузки и воздействия"

Госстроя СССР, причем высота для определения поправочного коэффициента принимается в соответствии с указаниями 2.5.25 такой же, как для вычисления скоростного напора ветра. При этом исходную толщину стенки гололеда (для высоты 10 м и диаметра 10 мм) следует принимать без увеличения, предусмотренного 2.5.32.

Толщина стенки гололеда до 22 мм округляется до ближайшего значения, крестного 5 мм, а толщина более 22 мм - до 1 мм.

2.5.32. Для участков ВЛ, проходящих по плотинам гидроэлектростанций и вблизи прудов-охладителей, при отсутствии данных наблюдений следует принимать толщину стенки гололеда на 5 мм больше, чем для всей линии.

2.5.33. Расчетные температуры воздуха принимаются одинаковыми для ВЛ всех напряжений по данным фактических наблюдений и округляются до значений, кратных пяти.

2.5.34. Расчет ВЛ по нормальному режиму работы необходимо производить для следующих сочетаний климатических условий:

1) высшая температура, ветер и гололед отсутствуют.

2) низшая температура, ветер и гололед отсутствуют.

3) среднегодовая температура t, ветер и гололед отсутствуют.

4) провода и тросы покрыты гололедом, температура минус 5 °С, ветер отсутствует.

5) максимальный нормативный скоростной напор ветра q_{max}, температура минус 5 °С, гололед отсутствует.

6) провода и тросы покрыты гололедом, температура минус 5 °С, скоростной напор ветра 0,25 q_{max} (скорость ветра 0,5 v_{max}). В районах с толщиной стенки гололеда 15 мм и более скоростной напор ветра при гололеде должен быть не менее 14 даН/м^2 (скорость ветра - не менее 15 м/с).

Для районов со среднегодовой температурой минус 5 °С и ниже температуру в пп. 5 и 6 следует принимать равной минус 10 °С.

Во всех случаях скоростной напор ветра при гололеде следует принимать не более 30 даН/м^2.

В отдельных районах СССР, где отмечены повышенные скорости ветра при гололеде или

где их можно ожидать, а также в районах, где возможно сочетание значительных скоростей ветра с большими размерами гололедно-изморозевых отложений с плотностью менее 0,9 г/куб.см, нормативные значения скоростного напора ветра и толщины стенки гололеда должны быть приняты в соответствии с данными о фактически наблюдаемых размерах гололеда и скорости ветра при гололеде.

2.5.35. Расчет ВЛ по аварийному режиму работы необходимо производить для следующих сочетаний климатических условий:

1. Среднегодовая температура $t_э$ ветер и гололед отсутствуют.

2. Низшая температура t_{min}, ветер и гололед отсутствуют.

3. Провода и тросы покрыты гололедом, температура минус 5 °С, ветер отсутствует.

2.5.36. При проверке опор ВЛ по условиям монтажа необходимо принимать следующие сочетания климатических условий: температура минус 15 °С, скоростной напор ветра на высоте до 15 м от земли 6,25 даН/м^2, гололед отсутствует.

2.5.37. При расчете приближений токоведущих частей к элементам опор ВЛ и сооружений необходимо принимать следующие сочетания климатических условий:

1. При рабочем напряжении: максимальный нормативный скоростной напор ветра q_{max}, температура минус 5 °С (см. также 2.5.34).

2. При грозовых и внутренних перенапряжениях: температура плюс 15 °С, скоростной напор $q = 0{,}1q_{max}$($v \sim 0{,}3 \cdot v_{max}$), но не менее 6,25 даН/м^2.

3. Для обеспечения безопасного подъема на опору под напряжением: температура минус 15 °С, ветер и гололед отсутствуют.

Значение q_{max} принимается таким же, как для определения ветровой нагрузки на провода.

Расчет приближений по п. 2 должен производиться также при отсутствии ветра.

Угол отклонения проводов и тросов определяется по формуле

$$t_у = kP/(G_{пр} + 0,5G_г) ,$$

где k - коэффициент, учитывающий динамику колебаний провода при его отклонениях и принимаемый равным: 1 при скоростном напоре ветра до 40 даН/м^2, 0,95 при 45 даН/м^2, 0,9 при 55 даН/м^2, 0,85 при 65 даН/м^2, 0,8 при 80 даН/м^2 и более (промежуточные значения определяются линейной интерполяцией); P - нормативная ветровая нагрузка на провод, даН; $G_{пр}$ - нагрузка на гирлянду от веса провода, даН; $G_г$ - вес гирлянды изоляторов, даН.

ПРОВОДА И ГРОЗОЗАЩИТНЫЕ ТРОСЫ

2.5.38. ВЛ могут выполняться с одним или несколькими проводами в фазе; во втором случае фаза называется расщепленной.

Таблица 2.5.4. Минимальное допустимое сечение проводов ВЛ по условиям механической прочности

Характеристика ВЛ	Сечение проводов мм^2		
	алюминиевых и из алюминиевого сплава АН	сталеалюминиевых и из алюминиевого сплава АЖ	стальных
ВЛ без пересечений в районах с толщиной стенки гололеда, мм:			
до 10	35	25	25
15 и более	50	35	25
Переходы ВЛ через судоходные реки и каналы в районах с толщиной стенки гололеда, мм:			
до 10	70	25	25
15 и более	70	35	25
Пролеты пересечений ВЛ с инженерными сооружениями при любой толщине стенки гололеда:			
с линиями связи	70	35	25
с надземными трубопроводами и канатными дорогами	70	35	Не допускается
В пролетах пересечений ВЛ с железными дорогами при толщине стенки гололеда, мм:			
до 10	-	35	То же
15 и более	-	50	"

Примечание. В пролетах пересечений ВЛ с инженерными сооружениями, не указанными в табл. 2.5.4, например с автомобильными дорогами, троллейбусными и трамвайными линиями, допускается применение проводов таких же сечений, как на ВЛ без пересечений.

Диаметр проводов, их сечение и количество в фазе, а также расстояние между проводами расщепленной фазы определяются расчетом.

2.5.39. По условиям механической прочности на ВЛ, как правило, должны применяться многопроволочные провода и тросы. Минимальные допустимые сечения проводов приведены в табл. 2.5.4.

На ВЛ 10 кВ и ниже, проходящих в ненаселенной местности с расчетной толщиной стенки гололеда до 10 мм, в пролетах без пересечений с инженерными сооружениями допускается применять однопроволочные стальные провода марок, разрешенных к применению специальными указаниями.

В качестве грозозащитных тросов следует использовать стальные канаты сечением не менее 35 мм^2 из проволок с пределом прочности не менее 120 даН/мм^2. На особо ответственных переходах и в зонах химического воздействия, а также при использовании грозозащитного троса для высокочастотной связи и в случаях, когда это необходимо по условиям термической стойкости (см. 2.5.43), в качестве грозозащитного троса следует

Таблица 2.5.5. Наибольший допустимый пролет ВЛ с алюминиевыми, сталеалюминиевыми и стальными проводами и проводами из алюминиевых сплавов малых сечений

Марка провода	Предельный пролет, м, при толщине стенки гололеда		
	до 10 мм	15 мм	20 мм
Алюминиевые:			
А 35	140	-	-
А 50	160	90	60
А 70	190	115	75
А 95	215	135	90
А 120	270	150	110
А 150	335	165	130
Из алюминиевых сплавов:			
АН 35	210	115	75
АН 50	265	155	100
АН 70	320	195	130
АН 95	380	235	160
АН 120	435	270	185
АН 150	490	290	205
АЖ 35	280	175	120
АЖ 50	350	220	140
АЖ 70	430	270	180
АЖ 95	500	330	230
АЖ 120	550	370	260
АЖ 150	605	400	290
Сталеалюминиевые:			
АС 25/4,2	230	-	-
АС 35/6,2	320	200	140
АС 50/8,0	360	240	160
АС 70/11	430	290	200
АС 95/16, АС 95/15	525	410	300
АС 120/19	660	475	350
Стальные ПС 25	520	220	150

Примечания: 1. Указанные значения предельных пролетов действительны для алюминиевых проводов из проволоки АТ и АТп.

2. Значения предельных пролетов вычислены из условия достижения 80% предела прочности в точках его подвеса, расположенных иа одинаковой высоте, при удвоенном весе гололеда и допускаемых напряжениях по табл. 2.5.7.

применять сталеалюминиевые провода общего применения или специальные.

В пролетах пересечений с надземными трубопроводами и канатными дорогами допускается применение стальных грозозащитных тросов. В пролетах пересечений с трубопроводами, не предназначенными для транспортировки горючих жидкостей и газов, допускается применение стальных проводов сечением 25 мм^2 и более.

В пролетах пересечений ВЛ с железными дорогами в качестве трозозащитных тросов следует применять стальные канаты с пределом прочности не менее 120 даН/мм^2 сечением не менее 35 мм^2 в I и II районах по гололеду и не менее 50 мм^2 в остальных районах по гололеду.

Для снижения потерь электроэнергии на перемагничивание стальных сердечников в сталеалюминиевых проводах рекомендуется при прочих равных условиях применять провода с четным числом повивов алюминиевых проволок.

2.5.40. На ВЛ с алюминиевыми, сталеалюминиевыми и стальными проводами и проводами из алюминиевых сплавов малых сечений пролеты не должны превышать значений, указанных в табл. 2.5.5.

2.5.41. Для сталеалюминиевых проводов рекомендуются следующие области применения:

1. В районах с толщиной стенки гололеда до 20 мм: при сечениях до 185 мм^2 - с отношением А:С = 6,0-6,25, при сечениях 240 мм^2 и более - с отношением А: С = 7,71-8,04.

2. В районах с толщиной стенки гололеда более 20 мм: при сечениях до 95 мм^2 - с отношением А: С=6,0, при сечениях 120 - 400 мм^2 - с отношением А: С = 4,29-4,39, при сечениях 450 мм^2 и более - с отношением А: С = 7,71-8,04.

3. На больших переходах с пролетами более 800 м - с отношением А: С=1,46. Выбор других марок проводов обосновывается технико-экономическими расчетами.

4. При сооружении ВЛ в местах, где опытом эксплуатации установлено разрушение сталеалюминиевых проводов от коррозии (побережья морей, соленых озер, промышленные районы и районы засоленных песков, прилежащие к ним районы с атмосферой воздуха типов II и III), а также в местах, где такое разрушение ожидается на основании данных изысканий, следует применять сталеалюминиевые провода марок АСКС, АСКП, АСК в соответствии с ГОСТ 839-80, а алюминиевые провода - марки АКП.

На равнинной местности при отсутствии данных эксплуатации ширину прибрежной полосы, к которой относится указанное требование, следует принимать равной 5 км, а полосы от химических предприятий - 1,5 км.

2.5.42. По условиям короны при отметках до 1000 м над уровнем моря рекомендуется применять на ВЛ провода диаметром не менее указанных в табл. 2.5.6.

Таблица 2.5.6. Минимальный диаметр проводов ВЛ по условиям короны, мм

Направление Вл, кВ	Фаза с проводами	
	Одиночными	расщепленными
110	11,4 (АС 70/11)	

150	15,2 (AC 120/19)	
220	21,6 (AC 240/39)	
330	33,2 (AC 600/72)	3 x 17,1 (3 x AC 150/24) 2 x 21,6 (2 x AC 240/39)
500		3 x 24,5 (3 x AC 300/66) 2 x 36,2 (2 x AC 700/86)

Таблица 2.5.7. Допустимое механическое напряжение в проводах и тросах ВЛ напряжением выше 1 кВ

Провода и тросы	Допустимое напряжение, %, предела прочности при растяжении		Допустимое напряжение, даН/мм², для проводов из алюминевой проволоки			
			АТ		АТп	
	при наибольшей нагрузке* и низшей температуре	при среднегодовой температуре	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре
Алюминиевые А, АКП сечением, мм²:						
16 - 35	35	30	5,6	4,8	6,0	5,1
50 и 70	40	30	6,4	4,8	6,8	5,1
95	40	30	6,0	4,5	6,4	4,8
120 и более	45	30	7,2	4,8	7,6	5,1
Сталеалюминиевые АС, АСКС, АСКП, АСК сечением, мм² :						
16-25	35	30	10,2	8,7	10,5	9,0
35-95 при А:С = 6,0 и 6,13	40	30	11,6	8,7	12,0	9,0
70 при А:С = 0,95	40	30	26,8	20,1	27,2	20,4
95 при А:С = 0,65	40	30	30,4	22,8	30,8	23,1
120 и более при А:С = 6,11-6,25	45	30	13,0	8,7	13,5	9,0
120 и более при А:С = 4,29-4,39	45	30	14,9	9,9	15,3	10,2
150 и более при А:С = 7,71-8,04	45	30	12,2	8,1	12,6	8,4
185, 300 и 500 при А:С = 1,46	45	30	25,0	16,5	25,2	16,8
330 при А: С = 12,22	45	30	10,8	7,2	11,7	7,8
400 и 500 при А:С=17,93 и 18,09	45	30	9,7	6,5	10,4	6,9
Стальные:						
ПС всех сечений	50	35	31	21,6	-	-
тросы ТК всех сечений	50	35	По ГОСТ или ТУ **			
Из алюминиевого сплава сечением, мм² :						
16 - 95 из сплава АН	40	30	8,3	6,2	-	-

16 - 95 из сплава АЖ	40	30	11,4	8,5	-	-
120 и более из сплава АН	45	30	9,4	6,2	-	-
120 и более из сплава АЖ	45	30	12,8	8,5	-	-

* В районах, где толщина стенки гололеда превышает 22 мм. В сталеалюминиевых проводках сечением 120 мм^2 и более и при А:С=4,29-18,09, а также в стальных тросах сечением 95 мм^2 и более допускается повышение напряжения при наибольшей нагрузке до 60% предела прочности. Однако при этом для толщины стенки 20 мм напряжение в сталеалюминиевых проводах не должно превышать 45%, а в тросах - 50% предела прочности.

** В зависимости от разрывного усилия троса в целом.

При выборе конструкции ВЛ и количества проводов в фазе, а также междуфазных расстояний ВЛ необходимо ограничивать напряженность электрического поля на поверхности проводов до уровней, допустимых по короне (см. гл. 1.3) и уровню радиопомех.

2.5.43. Сечение грозозащитного троса, выбранное по механическому расчету, должно быть проверено на термическую стойкость в соответствии с указаниями гл. 1.4. На участках с изолированным креплением троса (см. 2.5.68) проверка на термическую стойкость не производится.

2.5.44. Механический расчет проводов и тросов ВЛ выше 1 кВ должен производится на основании следующих исходных условий:

1) при наибольшей внешней нагрузке;

2) при низшей температуре и отсутствии внешних нагрузок;

3) при среднегодовой температуре и отсутствии внешних нагрузок.

Допустимые механические напряжения в проводах и тросах при этих условиях приведены в табл. 2.5.7.

2.5.45. В механических расчетах проводов и тросов ВЛ следует принимать физико-механические характеристики, приведенные в табл. 2.5.8.

Область применения (минимальные допустимые сечения и т. п.) проводов из алюминиевого сплава марки АН соответствует области применения алюминиевых проводов, а проводов из алюминиевого сплава марки АЖ - области применения сталеалюминиевых проводов.

2.5.46. Механические напряжения, возникающие в высших точках. подвески алюминиевых и стальных проводов, не должны превышать 105% значений, приведенных в табл. 2.5.7. Напряжения в высших точках подвески сталеалюминиевых проводов на всех участках ВЛ, в том числе и на больших переходах, должны составлять не более 110% значений, указанных в табл. 2.5.7.

2.5.47. На ВЛ с подвесными изоляторами должны быть защищены от вибрации:

1. Одиночные алюминиевые и сталеалюминиевые провода и провода из алюминиевого сплава сечением до 95 мм^2 в пролетах длиной более 80 м, сечением 120 - 240 мм¤ в пролетах более 100 м, сечением 300 мм^2 и более в пролетах более 120 м, стальные многопроволочные провода и тросы всех сечений в пролетах более 120 м - при прохождении ВЛ по открытой ровной или малопересеченной местности, если механическое напряжение при среднегодовой температуре составляет более, даН/мм^2:

для алюминиевых проводов и проводов из алюминиевого сплава АН 3,5
для сталеалюминиевых проводов и проводов из алюминиевого сплава АЖ 4,0
для стальных проводов и тросов 18,0

При прохождении ВЛ по сильно пересеченной или застроенной местности, а также по редкому или низкорослому (ниже высоты подвеса проводов) лесу длина пролетов и значения

Таблица 2.5.8. Физико-механические характеристики проводов и тросов

Провода и тросы	Приведенная нагрузка от собственного веса, 0,001 даН/(м·мм^2)	Модуль упругости, 1000 даН/мм^2	Температурный коэффициент линейного удлинения, 0,000001 1/град	Предел прочности при растяжении, даН/мм^2, провода и троса в целом		
				из проволоки		из стали и сплавов
				АТ	АТп	
Алюминиевые А, АКП сечением, мм^2 :						

до 400, за исключе-нием 95 и 240	2,75	6,3	23,0	16	17	-
450 и более, а также 95 и 240	2,75	6,3	23,0	15	16	-
Сталеалюминиевые АС, АСКС, АСКП, АСК сече-нием, мм^2:						
10 и более при А: С = = 6,0 - 6,25	3,46	8,25	19,2	29	30	-
70 при А:С = 0,95	5,37	13,4	14,5	67	68	-
95 при А С = 0,65	5,85	14,6	13,9	76	77	-
120 и более при А:С = = 4,29 - 4,39	3,71	8,9	18,3	33	34	-
150 и более при А:С = = 7,71 - 8,04	3,34	7,7	19,8	27	28	-
185 и более при А:С = = 1,46	4,84	11,4	15,5	55	56	-
330 при А:С = 12,22	3,15	6,65	21,2	24	26	-
400 и 500 при А:С = = 17,93 и 18,09	3,03	6,65	21,2	21,5	23	-
Стальные:						
ПС всех сечений	8,0	20,0	12,0	-	-	62
тросы ТК всех сечений	8,0	20,0	12,0	-	-	*
из алюминиевого сплава АН	2,75	6,5	23,0	-	-	20,8
из алюминиевого сплава АЖ	2,75	6,5	23,0	-	-	28,5

* Принимается по соответствующим ГОСТ, но не менее 120 даН/мм^2.

механических напряжений, при превышении которых необходима защита от вибрации, увеличиваются на 20%.

2. Провода расщепленной фазы, состоящей из двух проводов, соединенных распорками, в пролетах длиной более 150 м - при прохождении ВЛ по открытой ровной или слабо

пересеченной местности, если механическое напряжение в проводах при среднегодовой температуре составляет более, даН/мм^2:

для алюминиевых проводов и проводов из алюминиевого сплава АН 4,0

для сталеалюминиевых проводов и проводов из алюминиевого сплава АЖ 4,5

При прохождении ВЛ по сильно пересеченной или застроенной местности, а также по редкому или низкорослому (ниже высоты подвеса проводов) лесу значения механических напряжений, при превышении которых необходима зашита от вибрации, увеличиваются на 10 %.

При применении расщепленной фазы, состоящей из трех или четырех проводов с групповой установкой распорок, защита от вибрации не требуется (кроме случаев, указанных в п. 3).

3. Провода и тросы при пересечении рек, водоемов и других водных преград с пролетами более 500 м - независимо от числа проводов в фазе и значения механического напряжения; при этом защите от вибрации подлежат все пролеты участка перехода.

На участках ВЛ, защищенных от поперечных ветров, при прохождении по лесному массиву с высотой деревьев более высоты подвеса проводов, вдоль горной долины и т. п. защита проводов и тросов от вибрации не требуется.

2.5.48. Для защиты от вибрации алюминиевых проводов и проводов из алюминиевых сплавов АЖ и АН сечением до 95 мм^2 и сталеалюминиевых проводов сечением до 70 мм^2 рекомендуется применять гасители вибрации петлевого типа, а для алюминиевых и

сталеалюминиевых проводов большего сечения и стальных проводов и тросов - гасители вибрации обычного типа.

2.5.49. На проводах расщепленной фазы в пролетах и петлях анкерных опор должны быть установлены дистанционные распорки. Расстояния между распорками или группами распорок, устанавливаемыми в пролете, не должны превышать 75 м.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРОВОДОВ И ТРОСОВ И РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ

2.5.50. На ВЛ может применяться любое расположение проводов на опоре. На ВЛ 35 кВ и выше с расположением проводов в несколько ярусов, как правило, должно быть предусмотрено смещение проводов соседних ярусов по горизонтали (см. также 2.5.53).

В районах с толщиной стенки гололеда 15 и 20 мм, а также в районах с частой пляской проводов при прочих равных условиях рекомендуется применять горизонтальное расположение проводов.

При толщине стенки гололеда более 20 мм на ВЛ 35 кВ и выше следует применять только горизонтальное расположение проводов. На ВЛ 20 кВ и ниже в районах с толщиной стенки гололеда более 20 мм допускается смешанное расположение проводов (треугольник с креплением верхнего провода на стойке).

На ВЛ 500 кВ рекомендуется применять горизонтальное расположение проводов независимо от толщины стенки гололеда.

2.5.51. Расстояния между проводами ВЛ должны выбираться по условиям работы проводов, а также по допустимым изоляционным расстояниям между проводами и элементами опоры, принимаемым в соответствии с 2.5.37 и 2.5.72.

Выбор расстояний между проводами, а также между проводами и тросами из условий работы в пролете и зашиты от грозовых перенапряжений производится по стрелам провеса, соответствующим габаритному пролету, согласно указаниям 2.5.52 - 2.5.55, 2.5.66 и 2.5.67; при этом стрела провеса троса должна быть не более стрелы провеса провода. В отдельных пролетах, выбранных при расстановке опор и превышающих габаритные пролеты не более чем на 25%, увеличения расстояний, вычисленных для габаритного пролета, не требуется.

Для пролетов, превышающих габаритные более чем на 25%, следует производить проверку расстояний между проводами согласно указаниям 2.5.52-2.5.54, а между проводами и тросами - по указаниям 2.5.55, 2.5.66 и 2.5.67. При этом допускается определять расстояния между проводами по формулам, приведенным в 2.5.52-2.5.54, без учета требований табл. 2.5.10 - 2.5.12.

2.5.52. На ВЛ 35 кВ и выше с подвесными изоляторами при горизонтальном расположении проводов минимальное расстояние между проводами d, м, по условиям их сближения в пролете определяется в зависимости от номинального напряжения линии и габаритной стрелы провеса по формуле

$$d = 1,0 + U/110 + 0,6\sqrt{f},$$

где U - напряжение ВЛ, кВ; f - наибольшая стрела провеса, соответствующая габаритному пролету, м.

При определении расстояний между проводами ВЛ с пролетами более 500 м расстояния между проводами определяются по наибольшей стреле провеса переходного пролета. Расстояния между проводами при стрелах провеса до 16 м, вычисленные по приведенной выше формуле с допускаемым округлением до значений, кратных 0,25 м, приводятся в табл. 2.5.9.

Таблица 2.5.9. Наименьшее допустимое расстояние между проводами ВЛ с подвесными изоляторами при горизонтальном расположении проводов

Напряжение ВЛ,кВ	Наименьшее расстояние между проводами, м, при стрелах провеса, м						
	3	4	5	6	8	12	16
35	2,5	2,5	2,75	2,75	3,0	3,25	3,75
110	3,0	3,25	3,5	3,5	3,75	4,0	4,5
150	3,5	3,5	3,75	3,75	4,0	4,5	4,75
220	-	-	4,25	4,5	4,75	5,0	5,5
330	-	-	-	5,5	5,75	6,0	6,5
500	-	-	-	7,0	7,25	7,5	8,0

При расстояниях d > 8 м допускается округление до значений, кратных 0,5 м, а при d > 12 м - до значений, кратных 1 м.

2.5.53. На ВЛ 35 - 330 кВ с подвесными изоляторами при негоризонтальном (смешанном или вертикальном) расположении проводов расстояния между проводами по условиям их работы в пролете определяются следующим образом:

1. На промежуточных опорах при стрелах провеса до 16 м:

а) в районе 1 (с редкой пляской проводов, рис. 2.5.11 и 2.5.12) - по табл. 2.5.10, а в районе 11 (с умеренной пляской проводов, рис. 2.5.11 и 2.5.12) - по табл. 2.5.11. При этом в районах с толщиной стенки гололеда 5 - 10 мм дополнительной проверки по условиям гололеда не требуется.

В случаях, когда расстояние не может быть определено по табл. 2.5.10 и 2.5.11 (например, при расстояниях по вертикали менее указанных в таблицах), расстояние между проводами по прямой должно быть не менее требуемого при горизонтальном расположении проводов (см. 2.5.52).

В районах с толщиной стенки гололеда 15 - 20 мм расстояния между проводами d, м, определяемые по табл. 2.5.10 и 2.5.11, подлежат дополнительной проверке по формуле

$$d = 1,0 + U/110 + 0,6\sqrt{f} + 0,15V$$

где U - напряжение ВЛ, кВ; f - наибольшая стрела провеса, соответствующая габаритному пролету, м; V - расстояние между проводами по вертикали, м.

Из двух расстояний - по соответствующей таблице (2.5.10 или 2.5.11) и по приведенной выше формуле - следует принимать большее;

б) в районе III (с частой пляской проводов, см. рис.. 2.5.11 и 2.5.12) - по табл. 2.5.12 без дополнительной проверки по условиям гололеда.

В случаях, иногда расстояние между проводами не может быть определено по табл. 2.5.12, расстояние между проводами должно быть не менее определяемого по формуле, приведенной в п. 1, а;

в) при выборе расположения проводов и расстояний между ними по условиям пляски проводов для линий или их участков, проходящих во II и III районах интенсивности пляски, но защищенных от поперечных ветров рельефом местности, лесным массивом, постройками или сооружениями, высота которых составляет не менее 2/3 высоты опор, рекомендуется принимать I район пляски вместо II и II район вместо III.

2. На промежуточных опорах при стрелах провеса проводов более 16 м расстояния между проводами определяются по формуле, приведенной в п. 1, а.

3. На всех опорах анкерного типа расстояния между проводами определяются по формуле, приведенной в 2.5.52.

На опорах анкерного типа наименьшие смещения проводов соседних ярусов по горизонтали, как правило, должны быть не менее указанных в табл. 2.5.13.

Таблица 2.5.10. Наименьшее смещение проводов соседних ярусов погоризонтали на промежуточных опорах в районе I (с редкой пляской проводов)

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Смещение соседних проводов по горизонтали, м, при габаритных стрелах провеса, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	2,5	0,50	0,50	0,50	1,10	1,50	1,80	2,00	2,10
	3,0	0,50	0,50	0,50	0,80	1,30	1,65	1,85	2,05
	3,5	0	0,50	0,50	0,50	1,20	1,60	1,80	2,00
	4,0	0	0,50	0,50	0,50	1,00	1,50	1,70	1,95
	4,5	0	0	0,50	0,50	0,60	1,30	1,60	1,90
	5,0	0	0	0	0,50	0,50	1,10	1,50	1,80
	5,5	0	0	0	0,50	0,50	0,50	1,40	1,75
	6,0	0	0	0	0	0,50	0,50	1,10	1,60
	6,5	0	0	0	0	0	0,50	0,60	1,40
	7,0	0	0	0	0	0	0,50	0,50	1,10
110	3,0	0,70	0,70	0,70	1,20	1,70	1,90	2,15	2,30
	3,5	0,70	0,70	0,70	1,00	1,50	1,90	2,10	2,20
	4,0	0	0,70	0,70	0,70	1,20	1,70	2,00	2,15
	4,5	0	0	0,70	0,70	1,00	1,50	1,90	2,10
	5,0	0	0	0	0,70	0,70	1,30	1,70	2,00
	5,5	0	0	0	0,70	0,70	1,00	1,60	1,95
	6,0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,40	1,80
	6,5	0	0	0	0	0	1,70	1,10	1,60
	7,0	0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,50
150	3,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,60	2,00	2,20	2,35
	4,0	0	1,00	1,00	1,00	1,40	1,80	2,10	2,30
	4,5	0	0	1,00	1,00	1,10	1,70	2,00	2,25
	5,0	0	0	0	1,00	1,00	1,50	1,90	2,20
	5,5	0	0	0	1,00	1,00	1,10	1,70	2,10
	6,0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,50	2,00
	6,5	0	0	0	0	0	1,00	1,20	1,80
	7,0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,60
220	5,0	0	0	1,50	1,50	1,50	1,80	2,20	2,50
	5,5	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	2,30
	6,0	0	0	0	0	1,50	1,50	1,90	2,20
	6,5	0	0	0	0	0	1,50	1,70	2,10
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	1,50	1,85
330	5,5	0	0	2,00	2,00	2,20	2,55	2,80	3,15
	6,0	0	0	0	2,00	2,10	2,45	2,75	3,10
	6,5	0	0	0	0	2,00	2,35	2,65	3,05
	7,0	0	0	0	0	2,00	2,20	2,60	3,00
	7,5	0	0	0	0	2,00	2,00	2,50	2,95
	8,0	0	0	0	0	2,00	2,00	2,40	2,90

8,5	0	0	0	0	2,00	2,00	2,30	2,70

Таблица 2.5.11. Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах в районе II (с умеренной пляской проводов)

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Смешение соседних проводов по горизонтали, м, при габаритных стрелах провеса, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	2,5	0,70	0,70	1,00	1,60	2,00	2,30	2,50	2,60
	3,0	0,70	0,70	0,70	1,30	1,80	2,15	2,35	2,55
	3,5	0	0,70	0,70	1,00	1,70	2,10	2,30	2,50
	4,0	0	0,70	0,70	0,70	1,50	2,00	2,20	2,45
	4,5	0	0	0,70	0,70	1,10	1,80	2,10	2,40
	5,0	0	0	0	0,70	0,70	1,60	2,00	2,30
	5,5	0	0	0	0,70	0,70	1,00	1,90	2,25
	6,0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,60	2,10
	6,5	0	0	0	0	0	0,70	1,10	1,90
	7,0	0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,60
110	3,0	1,20	1,20	1,20	1,70	2,20	2,40	2,65	2,80
	3,5	1,20	1,20	1,20	1,50	2,00	2,40	2,60	2,70
	4,0	0	1,20	1,20	1,20	1,70	2,20	2,50	2,65
	4,5	0	0	1,20	1,20	1,50	2,00	2,40	2,60
	5,0	0	0	0	1,20	1,20	1,80	2,30	2,50
	5,5	0	0	0	1,20	1,20	1,50	2,10	2,45
	6,0	0	0	0	0	1,20	1,20	1,90	2,30
	6,5	0	0	0	0	0	1,20	1,60	2,10
	7,0	0	0	0	0	0	1,20	1,20	2,00
150	3,5	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	2,50	2,70	2,85
	4,0	0	1,50	1,50	1,50	1,90	2,30	2,60	2,80
	4,5	0	0	1,50	1,50	1,60	2,20	2,50	2,75
	5,0	0	0	0	1,50	1,50	2,00	2,40	2,70
	5,5	0	0	0	1,50	1,50	1,60	2,20	2,60
	6,0	0	0	0	0	1,50	1,50	2,00	2,50
	6,5	0	0	0	0	0	1,50	1,70	2,30
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	1,50	2,10
220	5,0	0	0	2,00	2,00	2,00	2,30	2,70	3,00
	5,5	0	0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,60	2,80
	6,0	0	0	0	0	2,00	2,00	2,40	2,70
	6,5	0	0	0	0	0	2,00	2,20	2,60
	7,0		0	0	0	0	2,00	2,00	2,35
330	5,5	0	0	2,50	2,50	2,70	3,05	3,30	3,65
	6,0	0	0	0	2,50	2,60	2,95	3,25	3,60
	6,5	0	0	0	0	2,50	2,85	3,15	3,55
	7,0	0	0	0	0	2,50	2,70	3,10	3,50
	7,5	0	0	0	0	2,50	2,50	3,00	3,45
	8,0	0	0	0	0	2,50	2,50	2,90	3,40

8,5	0	0	0	0	2,50	2,50	2,80	3,20

Таблица 2.5.12. Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах в районе III (с частой пляской проводов)

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Смешение соседних проводов по горизонтали, м, при габаритных стрелах провеса, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	3,0	0,70	1,25	1,55	2,05	2,35	2,65	2,95	3,20
	3,5	0	0,70	1,30	1,90	2,30	2,65	2,95	3,20
	4,0	0	0,70	0,70	1,70	2,20	2,60	2,90	3,20
	4,5	0	0	0,70	1,30	2,05	2,50	2,85	3,15
	5,0	0	0	0	0,70	1,80	2,35	2,75	3,10
	5,5	0	0	0	0,70	1,40	2,20	2,65	3,05
	6,0	0	0	0	0	0,70	1,90	2,50	2,95
	6,5	0	0	0	0	0,70	1,40	2,30	2,85
	7,0	0	0	0	0	0	0,70	2,00	2,65
110	3,0	1,20	1,35	1,85	2,35	2,65	2,95	3,25	3,50
	3,5	1,20	1,20	1,50	2,20	2,60	2,95	3,25	3,50
	4,0	0	1,20	1,20	2,00	2,50	2,90	3,20	3,50
	4,5	0	0	1,20	1,65	2,35	2,80	3,15	3,45
	5,0	0	0	0	1,20	2,10	2,65	3,05	3,40
	5,5	0	0	0	1,20	1,70	2,50	2,95	3,35
	6,0	0	0	0	0	1,20	2,20	2,80	3,25
	6,5	0	0	0	0	1,20	1,70	2,60	3,15
	7,0	0	0	0	0	0	1,20	2,30	2,95
150	3,5	1,50	1,5	1,70	2,30	2,80	3,10	3,35	3,60
	4,0	0	1,5	1,50	2,10	2,60	3,00	3,30	3,60
	4,5	0	0	1,50	1,75	2,45	2,90	3,25	3,55
	5,0	0	0	0	1,50	2,20	2,75	3,15	3,50
	5,5	0	0	0	1,50	1,80	2,60	3,05	3,45
	6,0	0	0	0	0	1,50	2,30	2,90	3,35
	6,5	0	0	0	0	0	1,80	2,70	3,25
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	2,40	3,05
220	5,0	0	0	2,00	2,00	2,50	3,05	3,45	3,80
	5,5	0	0	2,00	2,00	2,10	2,90	3,35	3,75
	6,0	0	0	0	0	2,00	2,60	3,20	3,65
	6,5	0	0	0	0	2,00	2,10	3,00	3,55
	7,0	0	0	0	0	0	2,00	2,70	3,35
330	6,0	0	0	2,50	2,90	3,45	3,85	4,15	4,40
	6,5	0	0	2,50	2,70	3,35	3,80	4,10	4,40
	7,0	0	0	0	2,50	3,20	3,75	4,10	4,40
	7,5	0	0	0	2,50	3,05	3,65	4,05	4,40
	8,0	0	0	0	2,50	2,85	3,55	4,00	4,35
	8,5	0	0	0	2,50	2,50	3,40	3,90	4,30

9,0	0	0	0	2,50	2,50	3,25	3,80	4,25
10,0	0	0	0	0	2,50	2,65	3,55	4,10

Таблица 2.5.13. Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на опорах анкерного типа

Напряжение ВЛ, кВ	Наименьшее смещение, м, при толщине стенки гололеда, мм	
	5 - 10	15-20
35	0,5	0,7
110	0,7	1,2
150	1,0	1,5
220	1,5	2,0
330	2,0	2,5

4. На опорах всех типов горизонтальное смещение проводов не требуется, если расстояние между проводами по вертикали превышает 0,8f + U/250 при одиночных и f+ U/250 при расщепленных проводах.

Формулы, приведенные в пп. 1 и 4, действительны также для ВЛ 500 КВ. При этом смещения проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах должны быть не менее указанных в табл. 2.5.15.

На линиях, проходящих в районах с отсутствием гололеда, расстояние между проводами по прямой на опорах всех типов определяется по формуле, приведенной в 2.5.52, а горизонтальные смещения проводов не требуются.

При применении устройств защиты ВЛ от пляски проводов допускается принимать расстояние между проводами по условиям пляски согласно формуле, приведенной в 2.5.52, и горизонтальное смещение проводов соседних ярусов - согласно табл. 2.5.13.

2.5.54. На ВЛ 35 КВ и ниже со штыревыми изоляторами при любом расположении проводов расстояние между проводами 4 м, по условиям их сближений в пролете должно быть не менее значений, определяемых по формуле

$$d = U/110 + 0{,}19\sqrt{fb},$$

где U - напряжение ВЛ, кВ; f- наибольшая стрела провеса, соответствующая габаритному пролету, м; b - толщина стенки гололеда, мм (но не более 20 мм).

Расстояния между проводами, вычисленные по приведенной выше формуле при стрелах провеса до 4 м, приводятся в табл. 2.5.14.

2.5.55. Расстояния между тросом и проводом по вертикали на опорах ВЛ 35 - 330 кВ с одним тросом определяются для габаритных пролетов по условиям защиты от перенапряжений и в соответствии с требованиями, приведенными в 2.5.66 и 2.5.67.

В отдельных пролетах, выбранных при расстановке опор по профилю и превышающих габаритные пролеты, допускается применение опор с расстоянием между проводами и тросами, выбранными по габаритным пролетам.

На опорах ВЛ 35 - 330 кВ с горизонтальным расположением проводов и двумя тросами горизонтальные смещения между тросом и ближайшим проводом должны быть не менее: 1 м на ВЛ 35 кВ, 1,75 м

Таблица 2.5.14. Наименьшее расстояние между проводами ВЛ со штыревыми изоляторами

Напряжение ВЛ, кВ	Толщина стенки гололеда, мм	Наименьшее расстояние между проводами, м, при стреле провеса, м					
		до 1,5	2	2,5	3	3,5	4
6-10	5	0,6	0,7	0,75	0,8	0,85	0,90
	10	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,25
	15	0,95	1,1	1,25	1,35	1,45	1,55
	20 и более	1,1	1,3	1,4	1,5	1,65	1,75
20	5	0,7	0,8	0,85	0,9	1,0	1,0
	10	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
	15	1,1	1,2	1,35	1,45	1,55	1,65
	20 и более	1,2	1,4	1,5	1,65	1,8	1,9
35	5	0,85	0,9	1,0	1,05	1,1	1,2
	10	1,05	1,2	1,25	1,4	1,45	1,5
	15	1,2	1,35	1,5	1,6	1,7	1,8
	20 и более	1,35	1,5	1,65	1,8	1,9	2,0

на ВЛ 110 кВ, 2 м на ВЛ 150 КВ, 2,3 м на ВЛ 220 кВ и 2,75 м на ВЛ 330 кВ.

На ВЛ 220 КВ с деревянными опорами допускается уменьшение смещений между тросом и проводом по горизонтали до 2 м.

На промежуточных опорах ВЛ 500 КВ горизонтальные смещения между тросом и ближайшим проводом принимаются по табл. 2.5.15.

На опорах анкерного типа ВЛ 35 - 500 КВ допускается подвеска троса над проводом без горизонтального смещения при условии, что количество таких опор не превышает в среднем 0,5 на 1 км линии.

2.5.56. На двухцепных опорах расстояние между ближайшими проводами разных цепей по условию работы проводов в пролете должно быть не менее: 2 м для ВЛ до 20 кВ со штыревыми изоляторами, 2,5 м для ВЛ 35 кВ со штыревыми и 3 м с подвесными изоляторами, 4 м для ВЛ 110 кВ, 5 м для ВЛ 150 кВ, 6 м для ВЛ 220 кВ, 7 м для ВЛ 330 кВ и 8,5 м для ВЛ 500 кВ. Расстояния между ближайшими проводами разных цепей должны также удовлетворять требованиям 2.5.52 - 2.5.54.

2.5.57. Провода ВЛ разных напряжений выше 1 кВ могут быть подвешены на общих опорах.

Допускается подвеска на общих опорах проводов ВЛ до 10 кВ и ВЛ до 1 КВ при соблюдении следующих условий:

1. ВЛ до 1 кВ должны выполняться по расчетным условиям для ВЛ высшего напряжения.

2. Провода ВЛ до 10 КВ должны располагаться выше проводов ВЛ до 1 кВ, причем расстояние между ближайшими проводами ВЛ разных напряжений на опоре, а также в середине пролета при температуре окружающего воздуха плюс 15 °С без ветра должно быть не менее 2 м.

Таблица 2.5.15. Наименьшее смещение проводов и тросов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 500 кВ

Расстояние между	Наименьшее смещение, м, при габаритной стреле провеса, м

проводами и тросом по вертикали, м	10	12	14	16
9,0	2,0	3,5	4,0	4,0
10,0	2,0	3,0	4,0	4,0
11,0	2,0	2,0	3,0	3,5
12,0	2,0	2,0	2,5	3,0

3. Крепление проводов ВЛ высшего напряжения на штыревых изоляторах должно быть двойным.

В сетях до 35 КВ с изолированной нейтралью, имеющих участки совместной подвески с ВЛ более высокого напряжения, электромагнитное и электростатическое влияние последних не должно вызывать смещения нейтрали при нормальном режиме сети более 15% фазного напряжения.

К сетям с заземленной нейтралью, подверженным влиянию ВЛ более высокого напряжения, специальных требований в отношении наведенного напряжения не предъявляется.

ИЗОЛЯЦИЯ

2.5.58. На ВЛ 110 кВ и выше должны применяться только подвесные изоляторы; на ВЛ 35 КВ и ниже могут применяться подвесные и штыревые (в том числе опорно-стержневые) изоляторы.

2.5.59. На ВЛ 6 - 35 КВ должны применяться изоляторы с мокроразрядным напряжением не менее приведенного в табл. 2.5.16.

Отношение пробивного напряжения штыревых изоляторов к сухоразрядному должно быть не менее 1,5.

Количество подвесных изоляторов с длиной пути утечки не менее 25 см в гирляндах ВЛ 6 - 35 КВ рекомендуется принимать следующим: для ВЛ до 10 кВ - 1 изолятор, 20 кВ - 2 изолятора, 35 кВ - 3 изолятора. На ВЛ 35 кВ с деревянными опорами в поддерживающей гирлянде рекомендуется применять два изолятора.

Количество подвесных и тип штыревых изоляторов для ВЛ 6 - 35 кВ выбираются независимо от высоты над уровнем моря.

2.5.60. Количество подвесных изоляторов для ВЛ 110 - 500 кВ выбирается из условия обеспечения надежной работы при рабочем напряжении, для чего минимальная удельная длина пути утечки гирлянды в районах с чистой атмосферой и с обычными полевыми загрязнениями, расположенных на высоте до 1000 м над уровнем моря, должна быть не менее 1,3 см на 1 кВ действующего значения наибольшего рабочего напряжения с учетом коэффициента эффективности использования длины пути утечки изолятора.

Количество изоляторов в гирлянде, полученное из условия минимальной удельной длины

Таблица 2.5.16. Минимальное мокроразрядное напряжение штыревых изоляторов

Номинальное напряжение ВЛ, кВ	6	10	20	35
Действующее мокроразрядное напряжение, кВ	28	34	57	80

Таблица 2.5.17. Расчетное коммутационное перенапряжение, принимаемое при выборе изоляции ВЛ

Номинальное	Расчетная кратность комму-

напряжение Вл, кВ	тационных перенапряжений Uк/Uф, наиб. раб	Коммутационные перенапряжения, кВ
110	3,0	312
150	3,0	422
220	3,0	620
330	2,7	800
500	2,5	1070

пути утечки, для компенсации возможного появления нулевых (поврежденных) изоляторов должно быть увеличено на один изолятор для ВЛ 110 - 220 кВ и на два изолятора для ВЛ 330 - 500 кВ. При применении изоляторов с отношением длины пути утечки к строительной высоте более 2,3 гирлянда, выбранная по рабочему напряжению, проверяется по условию воздействия коммутационных перенапряжений, расчетные значения которых приведены в табл. 2.5.17.

2.5.61. Количество элементов наиболее распространенных типов изоляторов в поддерживающих гирляндах ВЛ 110 - 500 кВ, проходящих на высоте до 1000 м над уровнем моря, рекомендуется принимать по табл. 2.5.18 (в указанное количество включены запасные изоляторы).

На ВЛ 110 - 220 кВ с деревянными опорами в районах, где не наблюдается возгорания деревянных опор, количество изоляторов в гирлянде принимается на один меньше, чем рекомендовано по табл.2.5.18.

При выборе количества подвесных изоляторов в гирлянде необходимо руководствоваться также следующим.

Количество подвесных изоляторов всех типов в натяжных гирляндах ВЛ 110 кВ следует увеличивать на один изолятор по сравнению с рекомендуемым для поддерживающих гирлянд.

На переходных опорах высотой более 40 м количество подвесных изоляторов в гирлянде следует увеличивать по сравнению с принятыми на остальных опорах этой ВЛ на один изолятор на каждые 10 м высоты опоры сверх 40 м.

Для ВЛ 110 - 150 КВ, проходящих на высоте более 1000 и до 2500 м над уровнем моря, и для ВЛ 220 - 500 кВ, проходящих на высоте более 1000 и до 2000 м над уровнем моря, количество изоляторов в гирляндах должно быть дополнительно увеличено на один.

Таблица 2.5.18. Количество изоляторов в поддерживающих гирляндах ВЛ 110 - 500 кВ с металлическими и железобетонным и опорами

Тип изолятора	Количество изоляторов, шт., при номинальном напряжении ВЛ, кВ				
	110	150	220	330	500
ПФ6-А (П-4,5)	7	9	13	19	-
ПФ6-Б (ПМ-4,5)	7	10	14	20	27
ПФ6-В (ПФЕ-4,5)	7	9	13	19	26
ПФ6-В (со Знаком качества)	7	9	12	18	25
ПФ16-А	6	8	11	17	23
ПФ20-А (ПФЕ-16)	-	-	10	14	20
П-8,5	6	8	11	16	22
П-11	6	8	11	15	21
ПФЕ-11	6	8	11	16	21
ПС6-А (ПС-4,5)	8	10	14	21	29

ПС6-Б	8	10	14	21	29
ПС-11 (ПС-8,5)	7	8	12	17	24
ПС12-А	7	9	13	19	26
ПС16-А (ЛС-16)	6	8	11	16	22
ПС16-Б (со Знаком качества)	6	8	12	17	24
ПС22-А	-	-	10	15	21
ПС30-А (ЛС-30)	-	-	11	16	22
ПС30-Б	-	-	11	16	22

Количество и типы изоляторов для ВЛ, проходящих в местах, где изоляция подвержена загрязнению, должны выбираться с учетом местных условий и в соответствии с указаниями, утвержденными в установленном порядке.

2.5.62. Коэффициенты запаса прочности изоляторов, т.е. отношение механической нагрузки, разрушающей штыревые и опорно-стержневые изоляторы, или электромеханической разрушающей нагрузки подвесных изоляторов к наибольшей нормативной нагрузке, действующей на изоляторы, должны составлять: при работе ВЛ в нормальном режиме - не менее 2,7; при среднегодовой температуре, отсутствии гололеда и ветра - не менее 5,0; в аварийном режиме для подвесных изоляторов ВЛ 500 кВ - не менее 2,0, а напряжением 330 кВ и ниже - не менее 1,8.

Нагрузки, действующие на изоляторы в аварийном режиме, определяются в соответствии с 2.5.90-2.5.И и 2.5.94.

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕИИЙ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ

2.5.63. ВЛ 110 - 500 кВ с металлическими и железобетонными опорами должны быть защищены от прямых ударов молнии тросами по всей длине линии.

Сооружение ВЛ 110 - 500 кВ без тросов допускается:

1) в районах с числом грозовых часов в году менее 20;

2) на отдельных участках ВЛ в районах с плохо проводящими грунтами (р >= 1000 Ом·м);

3) на участках трассы с расчетной толщиной стенки гололеда более 20 мм.

Усиления изоляции для случаев, приведенных в п. 1 - 3, не требуется.

При отсутствии данных о среднегодовой продолжительности гроз можно пользоваться картой районирования территории СССР по числу грозовых часов в году (рис. 2.5.13 - 2.5.16).

Защита подходов ВЛ к подстанциям должна выполняться в соответствии с требованиями гл. 4.2.

2.5.64. Для ВЛ до 35 кВ применения грозозащитных тросов не требуется. ВЛ 110 кВ на деревянных опорах, как правило, не должны защищаться тросами.

2.5.65. Единичные металлические и железобетонные опоры и другие места с ослабленной изоляцией на ВЛ 35 кВ с деревянными опорами должны защищаться трубчатыми разрядниками или, при наличии АПВ, защитными промежутками, а на ВЛ 110 - 220 кВ – трубчатыми разрядниками. При отсутствии трубчатых разрядников 110 - 220 кВ необходимых параметров допускается устанавливать вместо них защитные промежутки.

2.5.66. При выполнении защиты ВЛ от грозовых перенапряжений тросами необходимо руководствоваться следующим:

1. Одностоечные металлические и железобетонные опоры с одним тросом должны иметь угол защиты не более 30°, а с двумя тросами для целей грозозащиты - не более 20°.

2. На металлических опорах с горизонтальным расположением проводов и с двумя тросами угол защиты по отношению к внешним проводам должен быть не более 20°; в III,

IV и особом районах по гололеду, а также в районах с частой пляской проводов допускается угол защиты до 30°.

3. На железобетонных и деревянных опорах портального типа угол защиты по отношению к крайним проводам допускается не более 30°.

4. При защите ВЛ двумя тросами расстояние между ними должно быть не более пятикратного расстояния по вертикали от тросов до проводов.

2.5.67. Расстояния по вертикали между тросом и проводом ВЛ в середине пролета, без учета отклонения их ветром, по условиям защиты от грозовых перенапряжений должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.19 и не менее расстояния по вертикали между тросом и проводом на опоре.

При промежуточных значениях длин пролетов расстояния определяются интерполяцией.

2.5.68. Крепление тросов на всех опорах ВЛ 220 - 500 кВ должно быть выполнено при помощи изолятора, шунтированного искровым промежутком размером 40 мм.

На каждом анкерном участке длиной до 10 км тросы должны быть заземлены в одной точке путем устройства специальных перемычек на анкерной опоре. При большой длине

Таблица 2.5.19. Наименьшее расстояние между тросом и проводом в середине пролета

Длина пролета, м	Наименьшее расстояние между тросом и проводом по вертикали, м	Длина пролета, м	Наименьшее расстояние между тросом и проводом по вертикали, м
100	2,0	700	11,5
150	3,2	800	13,0
200	4,0	900	14,5
300	5,5	1000	16,0
400	7,0	1200	18,0
500	8,5	1500	21,0
600	10,0		

анкерных пролетов количество точек заземления в пролете выбирается таким, чтобы при наибольшем значении продольной электродвижущей силы, наводимой в тросе при КЗ на ВЛ, не происходил пробой искровых промежутков на ВЛ.

Изолированное крепление троса рекомендуется выполнять стеклянными изоляторами.

В случае подвески тросов на нескольких изоляторах, например для плавки гололеда на тросах или для связи, размер искрового промежутка должен быть скоординирован с электрической прочностью гирлянды, на которой подвешен трос.

На подходах ВЛ 220 - 330 КВ к подстанциям на длине 2 - 3 км и на подходе ВЛ 500 КВ на длине не менее 5 км, если тросы не используются для емкостного отбора, плавки гололеда или связи, их следует заземлять на каждой опоре.

На ВЛ 150 КВ и ниже, если не предусмотрена плавка гололеда на тросе, изолированное крепление троса следует выполнять только на металлических и железобетонных анкерных опорах. Если такая плавка предусмотрена, то изолированное крепление троса должно быть выполнено по всей длине ВЛ.

2.5.69. На ВЛ с деревянными опорами портального типа расстояние между фазами по дереву должно быть не менее 5 м для ВЛ напряжением 220 кВ, 4,5 м для ВЛ 150 кВ, 4 м для ВЛ 110 кВ, 3 м для ВЛ 35 кВ.

В отдельных случаях для ВЛ 110 - 220 КВ при наличии обоснований (небольшие токи КЗ, районы со слабой грозовой деятельностью, реконструкция и т. п.) допускается уменьшение

указанных расстояний до значения, рекомендованного для ВЛ напряжением на одну ступень ниже.

На одностоечных деревянных опорах допускаются следующие расстояния между фазами по дереву: 2,5 м для ВЛ 35 кВ, 0,75 м для ВЛ 3 - 20 кВ при условии соблюдения расстояний в пролете согласно 2.5.54.

Применение металлических траверс на деревянных опорах не рекомендуется.

Таблица 2.5.20. Наименьшее допустимое изоляционное расстояние по воздуху от токоведущих до заземленных частей ВЛ

Расчетное условие	Наименьшее изоляционное расстояние, см, при напряжении ВЛ, кВ							
	до 10	20	35	110	150	220	330	500
Грозовые перенапряжения для изоляторов:								
штыревых	15	25	35	-	-	-	-	-
подвесных	20	35	40	100	130	180	260	320
Внутренние перенапряжения	10	15	30	80	110	160	215	300
Рабочее напряжение	-	7	10	25	35	55	80	115
Обеспечение безопасного подъема на опору	-	-	150	150	200	250	350	450

2.5.70. Кабельные вставки в ВЛ при их длине менее 1,5 км должны быть защищены по обоим концам кабеля от грозовых перенапряжений трубчатыми или вентильными разрядниками. Заземляющий зажим разрядника, металлические оболочки кабеля, а также корпус кабельной муфты должны быть соединены между собой по кратчайшему пути. Заземляющий зажим разрядника должен быть соединен с заземлителем отдельным спуском.

2.5.71. На переходах ВЛ через реки, ущелья и т. п. при высоте опор более 40 м и отсутствии на опорах троса должны устанавливаться трубчатые разрядники.

2.5.72. Для ВЛ, проходящих на высоте до 1000 м над уровнем моря, изоляционные расстояния по воздуху от проводов и арматуры, находящейся под напряжением, до заземленных частей опор должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.20.

Изоляционные расстояния по воздуху между токоведущими частями и деревянной опорой, не имеющей заземляющих спусков, допускается уменьшать на 10%, за исключением расстояний, выбираемых по условию безопасного подъема на опору.

При прохождении ВЛ в горных районах наименьшие изоляционные расстояния по рабочему напряжению и по внутренним перенапряжениям должны быть увеличены по сравнению с приведенными в табл. 2.5.20 на 1% на каждые 100 м и выше 1000 м над уровнем моря.

2.5.73. Наименьшие расстояния на опоре между проводами ВЛ в местах их пересечения между собой при транспозиции, ответвлениях, переходе с одного расположения проводов на другое должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.21.

2.5.74. Дополнительные требования к защите от грозовых перенапряжений ВЛ при пересечении их между собой и при пересечении ими различных сооружений приведены в 2.5.123, 2.5.130, 2.5.141 и 2.5 153.

Таблица 2.5.21. Наименьшее расстояние между фазами ВЛ на опоре

Расчетное условие	Наименьшее расстояние между фазами, см, при напряжении ВЛ, кВ							
	до 10	20	35	110	150	220	330	500
Грозовые перенапряжения	20	45	50	135	175	250	310	400
Внутренние перенапряжения	22	33	44	100	140	200	280	420
Рабочее напряжение	-	15	20	45	60	95	140	200

2.5.75. На ВЛ должны быть заземлены:

1) опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства грозозащиты;

2) железобетонные и металлические опоры ВЛ 3 - 35 кВ;

3) опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители или другие аппараты;

4) металлические и железобетонные опоры ВЛ 110 - 500 кВ без тросов и других устройств грозозащиты, если это необходимо по условиям обеспечения надежной работы релейной защиты и автоматики.

2.5.76. Сопротивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.75, п. 1, должны быть не более приведенных в табл. 2.5.22.

Сопротивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.75, п.2, должны быть: для ВЛ 3 - 20 кВ в населенной местности, а также для всех ВЛ 35 кВ - не более приведенных в табл. 2.5.22, для ВЛ 3 - 20 кВ в ненаселенной местности в грунтах с удельным сопротивлением с до 100 Ом·м - не более 30 Ом, а в грунтах с с выше 100 Ом·м - не более 0,3 р Ом.

Сопротивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.75, п. 3, для ВЛ 110 к В и выше должны быть не более приведенных в табл. 2.5.22, а для ВЛ 3 - 35 кВ должны выбираться в соответствии с требованиями 1.7.57 и 1.7.58.

Сопротивления заземляющих устройств опор, указанных в 2.5.75, п. 4, определяются при проектировании ВЛ.

Для ВЛ, защищенных тросами, сопротивления заземляющих устройств, выполняемых по условиям грозозащиты, должны обеспечиваться при отсоединенном тросе, а по остальным условиям - при неотсоединенном тросе.

Для опор высотой более 40 м на участках ВЛ, защищенных тросами, сопротивления заземляющих устройств должны быть в 2 раза меньше по сравнению с приведенными в табл. 2.5.22.

Сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ должны обеспечиваться и измеряться при токах промышленной частоты в период их наибольших значений в летнее время. Допускается производить измерение в другие периоды с корректировкой результатов путем введения сезонного коэффициента, однако не следует производить измерение в период, когда на значение сопротивления заземляющих устройств оказывает существенное влияние промерзание грунта.

Таблица 2.5.22. Наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ

Удельное эквивалентное сопротивление земли с, Ом·м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20
Более 1000 до 5000	30

Более 5000		6·0,001с

2.5.77. При прохождении ВЛ 110 КВ и выше в местностях с глинистыми, суглинистыми, супесчаными и тому подобными грунтами с удельным сопротивлением с <= 500 Ом·м следует использовать арматуру железобетонных фундаментов, опор и пасынков в качестве естественных заземлителей без дополнительной укладки или в сочетании с укладкой искусственных заземлителей. В грунтах с более высоким удельным сопротивлением естественная проводимость железобетонных фундаментов не должна учитываться, а требуемое значение сопротивления заземляющего устройства должно обеспечиваться только применением искусственных заземлителей.

Значения сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ 3 – 35 кВ должны обеспечиваться применением искусственных заземлителей, а естественная проводимость фундаментов, подземных частей опор и пасынков (приставок) при расчетах не должна учитываться.

2.5.78. Железобетонные фундаменты опор ВЛ могут быть использованы в качестве естественных заземлителей (исключение см. В 2.5.77 и 2.5.143) при осуществлении металлической связи между анкерными болтами и арматурой фундамента.

Наличие битумной обмазки на железобетонных опорах и фундаментах, используемых в качестве естественных заземлителей, не должно учитываться.

Измерение проводимости железобетонных фундаментов, подземных частей опор и пасынков должно производиться не ранее чем через 2 мес после их установки.

2.5.79. Для заземления железобетонных опор в качестве заземляющих проводников следует использовать все те элементы напряженной и ненапряженной продольной арматуры стоек, которые металлически соединены между собой и могут быть присоединены к заземлителю. Стержни арматуры, используемые для заземления, должны быть проверены на термическую стойкость при прохождении токов КЗ. За время КЗ стержни должны нагреваться не более чем на 60 °С.

Оттяжки железобетонных опор должны использоваться в качестве заземляющих проводников дополнительно к арматуре. При этом свободный конец тросов оттяжек должен присоединяться к рабочей части оттяжек при помощи специального зажима.

Тросы и детали крепления изоляторов к траверсе железобетонных опор должны быть

металлически соединены с заземляющим спуском или заземленной арматурой.

2.5.80. Сечение каждого из заземляющих спусков на опоре ВЛ должно быть не менее 35 мм¤, а для однопроволочных спусков диаметр должен быть не менее 10 мм. Допускается применение стальных оцинкованных однопроволочных спусков диаметром не менее 6 мм.

На ВЛ с деревянными опорами рекомендуется болтовое соединение заземляющих спусков; на металлических и железобетонных опорах соединение заземляющих спусков может быть выполнено как сварным, так и болтовым.

2.5.81. Заземлители ВЛ, как правило, должны находиться на глубине не менее 0,5 м, а в пахотной земле - 1 м. В случае установки опор в скальных грунтах допускается прокладка лучевых заземлителей непосредственно под разборным слоем над скальными породами при толщине слоя не менее 0,1 м. При меньшей толщине этого слоя или его отсутствии рекомендуется прокладка заземлителей по поверхности скалы с заливкой их цементным раствором.

АРМАТУРА

2.5.82. Крепление проводов к подвесным изоляторам и крепление тросов следует производить при помощи поддерживающих или натяжных зажимов. Из натяжных зажимов предпочтение следует отдавать зажимам, не требующим разрезания провода.

Крепление проводов к штыревым изоляторам следует производить проволочными вязками или специальными зажимами.

2.5.83. Поддерживающие зажимы для подвески проводов могут быть глухими или с заделкой ограниченной прочности. По условию надежности рекомендуется применение глухих зажимов. Подвеску грозозащитных тросов на опорах следует осуществлять только в глухих зажимах.

На больших переходах могут применяться многороликовые подвесы и специальные зажимы.

2.5.84. Соединения проводов и тросов следует производить при помощи соединительных зажимов, сварки, а также при помощи зажимов и сварки в совокупности. В одном пролете ВЛ допускается не более одного соединения на каждый провод или трос.

В пролетах, пересекающих инженерные сооружения, перечисленные в 2.5 119 - 2.5.161 и 2.5.164 - 2.5.168, одно соединение на провод (трос) допускается: при сталеалюминиевых проводах с отношением А:С >= 4,29 - сечением 240 мм^2 и более, с отношением А:С >= 1,46 - любого сечения, при стальных тросах - сечением 120 мм^2 и более, а также при расщеплении фазы на три сталеалюминиевых провода с отношением А: С44,29 - сечением 150 мм^2 и более.

Минимальное расстояние от соединительного зажима до зажима с ограниченной прочностью заделки должно быть не менее 25 м.

2.5.85. Прочность заделки проводов и тросов в соединительных и натяжных зажимах

должна составлять не менее 90% предела прочности провода или троса.

2.5.86. Коэффициенты запаса прочности линейной арматуры, т. е. отношение минимальной разрушающей нагрузки к нормативной нагрузке, воспринимаемой арматурой, должны быть не менее 2,5 при работе ВЛ в нормальном режиме и не менее 1,7 в аварийном режиме.

На линиях с механическим напряжением в проводах, превышающим 42 % предела прочности при наибольшей нагрузке, до освоения арматуры новых типов допускается уменьшение коэффициентов запаса прочности линейной арматуры в нормальном режиме до 2,3.

Коэффициенты запаса прочности крюков и штырей должны быть не менее 2,0 в нормальном режиме и не менее 1,3 в аварийном режиме.

Нагрузки, действующие на арматуру, крюки и штыри в аварийном режиме, определяются в соответствии с 2.5.90 - 2.5.92 и 2.5.94.

ОПОРЫ

2.5.87. Опоры ВЛ выше 1 кВ разделяются на два основных вида: анкерные опоры, полностью воспринимающие тяжение проводов и тросов в смежных с опорой пролетах, и промежуточные, которые не воспринимают тяжение проводов или воспринимают его частично. На базе анкерных опор могут выполняться концевые и транспозиционные опоры. Промежуточные и анкерные опоры могут быть прямыми и угловыми.

В зависимости от количества подвешиваемых на них цепей опоры разделяются на одноцепные, двухцепные и т. д.

Промежуточные опоры могут быть гибкой и жесткой конструкции, опоры анкерного типа должны быть жесткими. Опоры анкерного типа могут быть нормальной и облегченной конструкции.

Опоры могут выполняться свободностоящими или с оттяжками.

Проектирование опор, фундаментов и оснований должно производиться с учетом указаний, приведенных в приложении к настоящей главе.

2.5.88. Опоры должны рассчитываться на нагрузки нормальных и аварийных режимов ВЛ.

Анкерные опоры должны быть рассчитаны на разность тяжений проводов и тросов, возникающую вследствие неравенства значений приведенных пролетов по обе стороны опоры. При этом условия для расчета разности тяжений устанавливаются при разработке конструкций опор.

Двухцепные опоры во всех режимах должны быть рассчитаны на условия, когда смонтирована только одна цепь.

Опоры должны быть проверены на условия их сборки и установки, а также на условия монтажа проводов и тросов.

2.5.89. Опоры на ВЛ должны рассчитываться на следующие условия нормальных режимов:

1. Провода и тросы не оборваны и свободны от гололеда, скоростной напор ветра qmax, температура минус 5 °С.

2. Провода и тросы не оборваны и покрыты гололедом, скоростной напор ветра 0,25 q_{max}, температура минус 5 °С (см. Также 2.5.34).

Анкерные опоры и промежуточные угловые опоры должны рассчитываться также на условия низшей температуры без ветра, если тяжение проводов или тросов в этом режиме больше, чем в режиме наибольших нагрузок.

Концевые опоры должны рассчитываться также на одностороннее тяжение всех проводов и тросов (провода и тросы со стороны подстанции или пролета, смежного с большим переходом, не смонтированы).

2.5.90. Промежуточные опоры ВЛ с поддерживающими гирляндами и глухими зажимами должны рассчитываться на условные горизонтальные статические нагрузки аварийных режимов.

Расчет производится при следующих условиях:

1. Оборваны провод или провода одной фазы (при любом числе проводов на опоре): тросы не оборваны.

2. Оборван один трос; провода не оборваны.

Условные нагрузки прилагаются в местах крепления того провода или троса, при обрыве которого усилия в рассчитываемых элементах опоры получаются наибольшими.

Нагрузки от проводов и тросов следует принимать по среднеэксплуатационным условиям (в режиме без гололеда и без ветра).

В расчетах опор ВЛ с нерасщепленными фазами условные нагрузки от провода принимаются:

А. Для свободностоящих металлических опор и опор из любого материала на оттяжках с проводами сечением до 185 мм^2 0,5 T_{max}; сечением 205 мм^2 и более 0,4 T_{max};

Б. Для железобетонных свободностоящих опор с проводами сечением до 185 мм^2 0,3 Т; сечением 205 мм^2 и более 0,25 Т.

В. Для деревянных свободностоящих опор с проводами сечением до 185 мм^2 0,25 T_{max}; сечением 205 мм^2 и более 0,2 T_{max}, где T_{max} - наибольшее нормативное тяжение провода или проводов одной фазы.

Г. Для других опор (опор из новых материалов, металлических гибких опор и т. п.) - в зависимости от гибкости рассчитываемых опор в пределах, указанных в пп. А - В.

В расчетах опор ВЛ до 330 кВ с расщепленными фазами нормативная нагрузка определяется путем умножения значений, указанных в пп. А - В для нерасщепленных фаз, на дополнительные коэффициенты: 0,8 при расщеплении на два провода, 0,7 - на три провода и 0,6 - на четыре провода.

В расчетах опор ВЛ 500 КВ с расщепленными фазами нормативная условная нагрузка, прилагаемая в месте крепления одной фазы, принимается равной 0,15 T_{max}, но не менее 18 кН.

При применении средств, ограничивающих передачу продольной нагрузки на промежуточную опору (зажимы с ограниченной прочностью заделки, подвеска на блоках,

а также другие средства), расчет следует производить на нормативные нагрузки, возникающие при использовании этих средств, но не более условных нагрузок, принимаемых при подвеске проводов в глухих зажимах.

Условная горизонтальная нагрузка от троса принимается равной 0,5 T_{max}.

Для гибких опор (железобетонных и деревянных опор без оттяжек) допускается определять нормативную нагрузку от обрыва троса с учетом гибкости опор.

В расчетах допускается учитывать поддерживающее действие необорванных проводов и тросов в режиме среднегодовой температуры без гололеда и ветра. При этом нормативные условные нагрузки следует принимать как для металлических свободностоящих опор и опор из любого материала на оттяжках, а механические напряжения, возникающие в поддерживающих проводах и тросах, не должны превышать 70% предела прочности.

2.5.91. В расчетах по аварийному режиму промежуточных опор с креплением проводов на штыревых изоляторах при помощи проволочной вязки следует принимать условную нормативную горизонтальную нагрузку вдоль линии, равную тяжению одного провода в режиме среднегодовой температуры без гололеда и ветра, но не более 15 кН.

2.5.92. Опоры анкерного типа должны рассчитываться по аварийному режиму на обрыв тех проводов и тросов, при обрыве которых возникают наибольшие усилия в рассматриваемых элементах опоры.

Расчет производится на следующие условия:

1. Для опор ВЛ с алюминиевыми проводами всех сечений, стальными проводами ПС и ПМС всех сечений и сталеалюминиевыми проводами сечением до 150 мм^2:

а) оборваны провода двух фаз одного пролета при любом числе цепей на опоре; тросы не оборваны (анкерные нормальные опоры);

б) оборваны провода одной фазы одного пролета при любом числе цепей на опоре; тросы не оборваны (анкерные облегченные опоры).

2. Для опор со сталеалюминиевыми проводами сечением 185 мм^2 и более, а также со стальными канатами типа ТК всех сечений, используемыми в качестве проводов: оборваны провода одной фазы одного пролета при любом числе цепей на опоре; тросы не оборваны (анкерные нормальные опоры).

3. Для анкерных опор независимо от марок и сечений подвешиваемых проводов: оборван один трос в одном пролете при необорванных проводах.

Нагрузки от проводов и тросов принимаются равными тяжению проводов или тросов в режиме гололеда без ветра при температуре минус 5 °С или в режиме низшей температуры, если жжение в последнем режиме больше, чем при гололеде без ветра.

2.5.93. Опоры анкерного типа должны проверяться на следующие монтажные условия:

1. В одном пролете смонтированы все провода и тросы, в другом пролете провода и тросы не смонтированы. Тяжение в смонтированных проводах и тросах принимается условно равным 2/3 максимального, а климатические условия - по 2.5.36. В этом режиме опора и ее закрепление в грунте должны иметь требуемую нормами прочность без установки временных оттяжек.

2. В одном из пролетов при любом числе проводов на опоре последовательно и в любом порядке монтируются провода одной цепи, тросы не смонтированы.

3. В одном из пролетов при любом числе тросов на опоре последовательно и в любом порядке монтируются тросы. Провода не смонтированы.

При проверках по пп. 2 и 3 допускается предусматривать временное усиление отдельных элементов опор и установку временных оттяжек.

2.5.94. В расчетах по аварийному режиму промежуточных опор больших переходов с нерасщепленными проводами, подвешиваемыми в глухих зажимах, нормативная нагрузка принимается равной редуцированному тяжению, возникающему при обрыве провода в режиме гололеда без ветра. При расщепленных проводах на нормативную нагрузку вводятся понижающие коэффициенты: 0,8 при расщеплении на два провода, 0,7 - на три провода и 0,6 - на четыре провода.

При подвеске проводов и тросов на роликах условная нагрузка по аварийному режиму, направленная вдоль линии, принимается: при одном проводе в фазе 20 кН, при двух проводах в фазе 35 кН, при трех и более проводах в фазе 50 кН.

Расчет одноцепных промежуточных опор больших переходов производится на обрыв провода или проводов одной фазы, а двухцепных - на обрыв проводов двух фаз, при обрыве которых усилия в рассчитываемых элементах опоры получаются наибольшими. При этом тросы считаются необорванными.

Нормативная нагрузка на промежуточные опоры больших переходов от троса, закрепленного в глухом зажиме, принимается равной наибольшему тяжению троса. Провода считаются необорванными.

Одноцепные анкерные опоры больших переходов со сталеалюминиевыми проводами сечением 185 мм^2 и более, а также со стальными канатами типа ТК всех сечений, используемыми в качестве проводов, рассчитываются на обрыв провода или проводов одной фазы. Одноцепные анкерные опоры больших переходов со сталеалюминиевыми проводами сечением до 150 мм^2, а также все двухцепные анкерные опоры с проводами любого сечения рассчитываются на обрыв проводов двух фаз. Тросы считаются необорванными.

Нормативная нагрузка на анкерные опоры больших переходов от троса принимается равной наибольшему тяжению троса. Провода не оборваны.

При определении усилий в элементах опоры учитываются те условные нагрузки или неуравновешенные тяжения, возникающие при обрывах проводов или тросов, при которых эти усилия имеют наибольшие значения.

2.5.95. Опоры ВЛ выше 1 кВ должны проверяться на нагрузки, соответствующие способу монтажа, принятому проектом, с учетом составляющих от усилий тягового троса и массы монтируемых проводов (или грозозащитных тросов) и изоляторов, а также на дополнительные нагрузки от массы монтажных приспособлений и монтера с инструментом.

Нормативные нагрузки от веса монтируемых проводов (или тросов) и гирлянд рекомендуется принимать:

1) на промежуточных опорах - с учетом удвоенного веса пролета проводов (тросов) без гололеда и гирлянды, исходя из возможности подъема монтируемых проводов (тросов) и гирлянды через один блок;

2) на анкерных опорах - с учетом усилия в тяговом тросе, определяемого из условия расположения тягового механизма на расстоянии 2,5 h от опоры, где h - высота подвеса провода средней фазы на опоре.

Нормативная нагрузка от веса монтера и монтажных приспособлений, прилагаемая в месте крепления изоляторов, принимается равной: для опор ВЛ 500 кВ 2,5 кН, для опор анкерного типа ВЛ до 330 кВ с подвесными изоляторами 2 КН, для промежуточных опор ВЛ до 330 кВ с подвесными изоляторами 1,5 кН, для опор со штыревыми изоляторами 1 кН.

В конструкциях траверс должны быть предусмотрены места для крепления такелажа.

2.5.96. Двух- и трехцепные натяжные гирлянды следует предусматривать с раздельным креплением к опоре. Натяжные гирлянды с количеством цепей более трех, а также гирлянды опор больших переходов должны крепиться к опоре не менее чем в двух точках.

На ВЛ с подвесными изоляторами и нерасщепленными проводами сечением 120 мм^2 и более на пересечениях с железными дорогами, автомобильными дорогами 1 категории,

улицами городов с трамвайными и троллейбусными линиями натяжные гирлянды должны быть двухцепными с раздельным креплением каждой цепи к опорам анкерного типа.

На ВЛ со штыревыми изоляторами в населенной местности и на пересечениях с сооружениями, перечисленными в 2.5.119-2.5.171, должно быть предусмотрено двойное крепление проводов.

2.5.97. На ВЛ 110 кВ и выше конструкции опор должны допускать производство ремонтных работ без снятия напряжения (см. 2.5.72).

2.5.98. Конструкция опор ВЛ должна обеспечивать возможность удобного подъема обслуживающего персонала на опору. С этой целью должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

1. На металлических опорах высотой до 20 м при расстояниях между точками крепления решетки к поясам стойки (ствола) опоры более 0,6 м или при угле наклона решетки более 30° должны быть выполнены специальные ступеньки (степ-болты) на одном поясе стойки (ствола) опоры.

2. На металлических опорах высотой более 20 и менее 50 м должны быть выполнены специальные ступеньки или лестницы без ограждений на одном поясе стойки (ствола) опоры, доходящие до отметки верхней траверсы. На металлических двух- и многоцепных опорах высотой менее 50 м ступеньки (степ-болты) должны выполняться так, чтобы была обеспечена возможность подъема со стороны отключенной цепи.

3. На металлических опорах высотой 50 м и более должны быть установлены лестницы с ограждениями, доходящие до вершины опоры. При этом на каждой секции опор должны быть выполнены площадки с ограждениями. Ограждения должны выполняться

также на траверсах этих опор.

4. На железобетонных опорах должна быть обеспечена возможность подъема на нижнюю траверсу с автовышек, по инвентарным лестницам или с помощью специальных инвентарных подъемных устройств.

Для подъема по железобетонной стойке выше нижней траверсы на опорах ВЛ 35 - 500 кВ должны быть установлены специальные лазы (например, лестницы без ограждений). Это требование не распространяется на опоры ВЛ 35 кВ, которые изготавливаются с виброуплотнением бетона.

Для подъема на тросостойки и стальные части стоек железобетонных опор ВЛ 35 -500 кВ следует предусматривать специальные ступеньки.

5. В местах, недоступных для подъезда автовышек (труднодоступная местность, участки с интенсивным землепользованием, закрепление опор в грунте с устройством банкеток и т. п.), железобетонные опары, не допускающие подъема по инвентарным лестницам или с помощью специальных инвентарных подъемных устройств (например, опоры с оттяжками или внутренними связями, закрепленными на стойке ниже нижней траверсы), должны быть снабжены стационарными лестницами без ограждений, доходящими до нижней траверсы. Выше нижней траверсы должны быть выполнены устройства, указанные в п. 4.

6. Конструкции опор должны обеспечивать возможность закрепления монтажных приспособлений с помощью унифицированных деталей и доступа обслуживающего персонала к узлам крепления гирлянд для производства работ по монтажу гирлянд, проводов и тросов.

Стационарные устройства для подъема на опору должны начинаться с высоты около 3 м от поверхности земли.

Элементы опоры следует проверять на нагрузку от веса человека, нормативное значение которой равно 1 кН.

2.5.99. На ВЛ 35 кВ и выше с проводами, подвешенными на промежуточных опорах в глухих зажимах или в зажимах с ограниченной прочностью заделки, расстояние между анкерными опорами не нормируется и устанавливается в зависимости от условий трассы.

На ВЛ 35 кВ и ниже со штыревыми изоляторами расстояние между анкерными опорами не должно превышать 10 км в районах с толщиной стенки гололеда до 10 мм и 5 км в районах с толщиной стенки гололеда 15 мм и более.

На ВЛ, проходящих по горной или сильно пересеченной местности с толщиной стенки гололеда 15 мм и более, рекомендуется устанавливать опоры анкерного типа на перевалах и других точках, резко возвышающихся над окружающей местностью.

2.5.100. Анкерные опоры следует применять в местах, определяемых условиями работы и монтажа ВЛ. Анкерные опоры облегченной конструкции могут применяться на углах поворота ВЛ и на пересечениях с различными объектами, когда по условиям эксплуатации

Анкерные опоры нормальной конструкции применяются в случаях, предусмотренных в 2.5.120, 2.5.133, 2.5.143, 2.5.146, 2.5.151, 2.5.155, 2.5.158 и 2.5.165.

2.5.101. На стойках железобетонных опор несмываемой краской должны быть нанесены заводская маркировка с указанием проектного шифра стойки и кольцевые полосы (выше уровня грунта) с указанием расстояния от полосы до заглубленного в грунт конца стойки.

2.5.102. Для изготовления деревянных опор ВЛ следует применять сосну и лиственницу. Для элементов опор ВЛ 35 кВ и ниже, кроме траверс и пасынков (приставок), допускается применение ели и пихты.

Для опор ВЛ необходимо применять бревна, пропитанные антисептиком. Допустимо применять непропитанные бревна из воздушно-сухой лиственницы влажностью не более 25%. Пасынки должны быть железобетонными. Допускается применение деревянных пасынков. Все горизонтально и наклонно расположенные торцы стоек и пасынков опор рекомендуется защищать от гниения (крышками, пастой и т. п.). Элементы опор могут выполняться как из круглого, так и из пиленого леса.

Сопряжения элементов опор рекомендуется выполнять без врубок.

2.5.103. Для основных элементов деревянных опор (стоек, пасынков, траверс) диаметр бревен в верхнем отрубе должен быть не менее 18 см для ВЛ 110 кВ и выше и не менее 16 см для ВЛ 35 кВ и ниже, однако диаметр пасынков опор ВЛ 35 кВ и ниже должен быть не менее 18 см. Для вспомогательных элементов опор ВЛ всех напряжений диаметр бревен в верхнем отрубе должен быть не менее 14 см. Конусность бревна от комля к верхнему отрубу (сбег бревна) при расчетах следует принимать 8 мм на 1 м длины, за исключением лиственницы, для которой сбег .принимается 10 мм на 1 м длины бревна.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО НЕНАСЕЛЕННОЙ И ТРУДНОДОСТУПНОЙ МЕСТНОСТИ

2.5.104. Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли в ненаселенной и труднодоступной местности при нормальном режиме работы ВЛ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.23.

Наименьшие расстояния определяются при наибольшей стреле провеса провода (при высшей температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током или при гололеде без ветра).

2.5.105. Расстояния по горизонтали от крайних проводов ВЛ при неотклоненном их положении до ближайших выступающих частей отдельно стоящих зданий и сооружений (охранная зона) должны быть не менее: 10 м для ВЛ до 20 кВ; 15 м для ВЛ 35 кВ; 20 м для ВЛ 110 кВ, 25 м для.ВЛ 150 - 220 кВ; 30 м для ВЛ 330-500 кВ. В отдельных случаях, по согласованию с заинтересованными организациями, допускается уменьшение указанных расстояний, однако они должны быть не менее приведенных в 2.5.115.

Таблица 2.5.23. Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до поверхности земли в ненаселенной и труднодоступной местности

Характеристика местности	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ				
	до 110	150	220	330	500
Ненаселенная местность	6	6,5	7	7,5	8
Труднодоступная местность	5	5,5	6	6,5	7
Недоступные склоны гор, скалы, утесы и т. п.	3	3,5	4	4,5	5
Районы тундры, степей с почвами, непригодными для земледелия, и пустынь	6	6	6,5	6,5	7

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО ЛЕСНЫМ МАССИВАМ, ЗЕЛЕНЫМ НАСАЖДЕНИЯМ, ПАХОТНЫМ И КУЛЬТУРНЫМ ЗЕМЛЯМ

2.5.106. Для прохождения ВЛ по лесным массивам должны быть прорублены просеки. При определении ширины просеки должны учитываться условия эксплуатации ВЛ и лесного хозяйства с точки зрения опасности падения деревьев на ВЛ и возможности быстрой ликвидации повреждений (породы леса, характер грунтов, доступность трассы и пр.).

Необходимо избегать сооружения ВЛ в насаждениях, расположенных узкими полосами по направлению ВЛ.

Ширина просек для ВЛ в лесных массивах и зеленых насаждениях должна приниматься:

1. В насаждениях низкорослых пород высотой до 4 м - не менее расстояния между крайними проводами ВЛ плюс 6 м (по 3 м в каждую сторону от крайних проводов). При прохождении ВЛ по территории фруктовых садов с насаждениями высотой не более 4 м вырубка просек не обязательна.

2. В насаждениях высотой более 4 м:

а) для всех ВЛ 330 - 500 кВ, а также для радиальных ВЛ 220 кВ и ниже, служащих единственным источником питания потребителей, - не менее расстояния между крайними проводами плюс расстояния, равные высоте основного лесного массива, с каждой стороны от крайних проводов ВЛ; при этом отдельные деревья или группы деревьев, растущие на краю просеки для ВЛ, должны вырубаться, если их высота больше, чем расстояние по горизонтали от деревьев до проводов ВЛ;

б) для остальных ВЛ 220 КВ и ниже, отключение которых не вызывает прекращения питания потребителей, - не менее указанных в 2.5.107.

Если провода ВЛ, проходящих по косогорам и оврагам, находятся выше верхушек деревьев более чем на 8 м, то просека вниз по склону прорубается с расстоянием по горизонтали 2 м от крайнего провода.

2.5.107. В парках, заповедниках, зеленых зонах вокруг населенных пунктов, ценных лесных массивах, защитных полосах вдоль железных и шоссейных дорог, водных пространств ширину просек для ВЛ следует предусматривать такой, чтобы расстояния от проводов при их наибольшем отклонении до кроны деревьев по горизонтали были не менее: 2 м для ВЛ до 20 хВ; 3 м для ВЛ 35 - 110 кВ; 4 м для ВЛ 150 - 220 кВ; 5 м для ВЛ 330 - 500 кВ.

Следует избегать вырубки лесозащитных насаждений, расположенных вдоль железных дорог и водных пространств.

2.5.108. При прохождении ВЛ по пахотным и культурным землям рекомендуется не занимать земли, орошаемые дождевальными установками.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО НАСЕЛЕННОЙ МЕСТНОСТИ

2.5.109. При прохождении ВЛ по населенной местности угол пересечения с улицами (проездами) не нормируется. При прохождении ВЛ вдоль улицы допускается расположение проводов над проезжей частью.

В населенной местности одностоечные деревянные опоры ВЛ должны быть с железобетонными пасынками; допускается применение одностоечных деревянных опор без пасынков, а также с деревянными пасынками, пропитанными заводским способом, в районах, где это обосновано технико-экономическими расчетами.

Опоры, устанавливаемые на перекрестках, поворотах улиц и проездов, должны быть защищены от наезда автотранспорта.

2.5.110. Крепление проводов на штыревых изоляторах должно быть двойным; при применении подвесных изоляторов крепление проводов должно выполняться глухими зажимами. При сечении проводов 300 мм^2 и более допускается применение зажимов с ограниченной прочностью заделки.

В пролете пересечения ВЛ с улицами (проездами) провода и тросы не должны иметь соединений; как исключение допускается установка одного соединительного зажима на каждом проводе сечением не менее 240 мм^2.

2.5.111. Расстояния от проводов ВЛ до поверхности земли на населенной местности при наибольшей стреле провеса (без учета нагрева провода электрическим током) должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.24.

2.5.112. В местах пересечения ВЛ с улицами, проездами и т.п. расстояния по вертикали от проводов ВЛ сечением менее 185 мм^2 до поверхности земли должны быть проверены также на обрыв провода в соседнем пролете при среднегодовой температуре воздуха без ветра и гололеда, без учета нагрева проводов электрическим током. Эти расстояния должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.24.

При прохождении ВЛ в пределах специально отведенных в городской черте коридоров, а также для ВЛ с проводами сечением 185 мм^2 и более проверка вертикальных расстояний при обрыве проводов не требуется.

Таблица 2.5.24 Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до поверхности земли, зданий и сооружений на населенной местности

Условия работы ВЛ	Участок, сооружение	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
		до 35	110	150	220	330	500
Нормальный режим	До поверхности земли	7	7	7,5	8	8	8
	До зданий или сооружений	3	4	4	5	6	-
Обрыв провода в соседнем пролете	До поверхности земли	4,5	4,5	5	5,5	6	-

2.5.113. Расстояние по горизонтали от основания опоры ВЛ до кювета или бордюрного камня проезжей части улицы (проезда) должно быть не менее 1,5 м; расстояние до тротуаров и пешеходных дорожек не нормируется.

2.5.114. Прохождение ВЛ над зданиями и сооружениями, за исключением выполненных из несгораемых материалов производственных зданий и сооружений промышленных предприятий, запрещается.

Расстояния по вертикали от проводов ВЛ до производственного здания или сооружения, выполненного из несгораемых материалов, при наибольшей стреле провеса должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.24.

Прохождение ВЛ 500 кВ над зданиями и сооружениями запрещается. В виде исключения допускается прохождение ВЛ 500 кВ над несгораемыми производственными зданиями электрических станций с расстоянием по вертикали от проводов до зданий не менее 7 м при условии обеспечения защиты персонала, находящегося внутри здания, от влияния электрического поля.

Металлические крыши, над которыми проходят ВЛ, должны быть заземлены. Сопротивление заземления крыш должно быть не более указанного в табл. 2.5.22.

Прохождение ВЛ по территориям стадионов и детских учреждений не допускается.

2.5.115. Расстояния по горизонтали от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до ближайших выступающих частей зданий и сооружений должны быть не менее: 2 м для ВЛ до 20 кВ; 4 м для ВЛ 35 - 110 к, 5 м для ВЛ 150 кВ, 6 м для ВЛ 220 кВ, 8 м для ВЛ 330 кВ и 10 м для Вл 500 кВ.

Допускается уменьшение указанных расстояний при приближении ВЛ к глухим стенам производственных зданий и сооружений, выполненных из несгораемых материалов. При этом любое расстояние между проводом и зданием (сооружением) должно быть не менее приведенных в 2.5.114.

2.5.116. Сближение ВЛ со зданиями и сооружениями, содержащими взрывоопасные и

пожароопасные помещения, а также со взрывоопасными и пожароопасными наружными установками должно выполняться в соответствии с 2.5.163.

2.5.117. Расстояния от проводов ВЛ до деревьев, расположенных вдоль улиц, в парках и садах, а также до тросов подвески дорожных знаков должны приниматься не более указанных в 2.5.107.

2.5.118. Расстояния от заземленных частей опор ВЛ до проложенных в земле силовых кабельных линий должны приниматься в соответствии с 2.3.93.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ МЕЖДУ СОБОЙ

2.5.119. Угол пересечения ВЛ выше 1 кВ между собой и с ВЛ до 1 кВ не нормируется.

Место пересечения должно выбираться возможно ближе к опоре верхней (пересекающей) ВЛ; при этом, однако, расстояние по горизонтали от этой опоры до проводов нижней (пересекаемой) ВЛ при наибольшем отклонении проводов должно быть не менее 6 м, а от опор нижней (пересекаемой) ВЛ до проводов верхней (пересекающей) ВЛ - не менее 5 м. Для анкерных опор ВЛ 500 кВ указанные расстояния должны быть не менее 10 м (см. также 2.5.122).

Допускается в отдельных случаях выполнение пересечений ВЛ на опоре.

2.5.120. При пересечениях ВЛ 330 - 500 кВ между собой опоры пересекающей ВЛ должны быть анкерными нормальной конструкции. Пересечения ВЛ 330 - 500 кВ с ВЛ 220 кВ и ниже допускается выполнять на промежуточных опорах.

При сооружении ВЛ 330 кВ и ниже допускается прохождение их под действующими ВЛ 330 - 500 кВ в пролетах, ограниченных промежуточными опорами.

При пересечениях ВЛ 220 кВ и ниже между собой допускается применение на пересекающей ВЛ промежуточных опор.

Одностоечные деревянные опоры пересекающей ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть с железобетонными приставками; допускается применение одностоечных деревянных опор без приставок. Повышенные деревянные опоры допускается применять как исключение с деревянными приставками.

Провода пересекающей ВЛ на промежуточных опорах пролета пересечения должны иметь глухие зажимы или двойные крепления на шевыревых изоляторах; при сечении провода 300 мм^2 и более допускается применение зажимов с ограниченной прочностью заделки и оставление выпадающих зажимов на существующей ВЛ при сооружении под ней другой ВЛ.

2.5.121. Провода ВЛ более высокого напряжения, как правило, должны быть расположены над проводами ВЛ более низкого напряжения. Допускается как исключение прохождеиие ВЛ 35 кВ и выше с селением проводов 120 мм¤ и более над проводами ВЛ более высокого напряжения, но не выше 220 кВ.

Таблица 2.5.25. Наименьшее расстояние между проводами или между проводами и тросами пересекающихся ВЛ на металлических и железобетонных опорах, а также на деревянных опорах при наличии грозозащитных устройств

Длина пролета ВЛ, м	Наименьшее расстояние, м, при расстоянии от места пересечения до ближайшей опоры ВЛ, м					
	30	50	70	100	120	150
При пересечении ВЛ 500 - 330 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения						
До 200	5	5	5	5,5	-	-
300	5	5	5,5	6	6,5	7
450	5	5,5	6	7	7,5	8
При пересечении ВЛ 220 - 150 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения						
До 200	4	4	4	4	-	-
300	4	4	4	4,5	5	5,5
450	4	4	5	6	6,5	7
При пересечении ВЛ 110 - 20 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения						
До 200	3	3	3	4	-	-
300	3	3	4	4,5	5	-
При пересечении ВЛ 10 кВ между собой и с ВЛ более низкого напряжения						
До 100	2	2	-	-	-	-
150	2	2,5	2,5	-	-	-

2.5.122. Расстояния между ближайшими проводами и тросами пересекающихся ВЛ на металлических и железобетонных опорах, а также на деревянных опорах при наличии грозозащитных устройств при температуре окружающего воздуха плюс 15 °С без ветра должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.25.

При определении расстояний между проводами пересекающихся ВЛ следует учитывать возможность поражения молнией обеих ВЛ и принимать расстояния для

более неблагоприятного случая. Если верхняя линия ВЛ защищена тросами, то учитывается возможность поражения только нижней ВЛ.

Допускается сохранение опор пересекаемых ВЛ до 110 кВ под проводами пересекающих ВЛ, если расстояние по вертикали от проводов пересекающей ВЛ до верха опоры пересекаемой ВЛ на 4 м больше значений, приведенных в табл. 2.5.25.

2.5.123. На ВЛ с деревянными опорами, не защищенных тросами, на опорах, ограничивающих пролеты пересечения, должны устанавливаться трубчатые разрядники на обеих пересекающихся ВЛ.

На ВЛ 35 кВ и ниже допускается применять вместо трубчатых разрядников защитные промежутки. При этом для ВЛ должно быть предусмотрено автоматическое повторное

Таблица 2.5.26. Наименьшее расстояние по горизонтали между ВЛ

Участки ВЛ и расстояния	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ						
	до 20	35	110	150	220	330	500
Участки нестесненной трассы, между осями ВЛ	Высота наиболее высокой опоры*						
Участки стесненной трассы и подходы к подстанциям:							
между крайними проводами в неотклоненном положении	2,5	4	5	6	7	10	15
от отклоненных проводов одной ВЛ до опор другой ВЛ	2	4	4	5	6	8	10

* При сближении ВЛ 500 кВ между собой и с ВЛ более низких напряжений - высота наиболее высокой опоры, но не менее 50 м.

включение. Защитные промежутки на одностоечных и А-образных опорах с деревянными траверсами выполняются в виде одного заземляющего спуска и заканчиваются бандажами на расстоянии 75 см (по дереву) от точки крепления нижнего изолятора. На П- и АП-образных опорах заземляющие спуски прокладываются по стойкам П-образной грани опоры до траверсы.

Если расстояние от места пересечения до ближайших опор пересекающихся ВЛ составляет не более 40 м, разрядники или защитные промежутки устанавливаются только на ближайших опорах.

Установка трубчатых разрядников и защитных промежутков не требуется для:

ВЛ с металлическими и железобетонными опорами;

ВЛ с деревянными опорами .при расстояниях между проводами ВЛ, пересекающихся между собой и с ВЛ более низких напряжений, не менее: 7 м при напряжении 330 - 500 кВ, 6 м при напряжении 150 - 220 кВ, 5 м при напряжении 35-110 кВ, 4 м при напряжении 3-20 кВ.

Сопротивления заземляющих устройств для трубчатых разрядников и защитных промежутков должны быть не более указанных в табл. 2.5.22.

2.5.124. При параллельном прохождении и сближении ВЛ расстояния по горизонтали должны быть не менее указанных в табл: 2.5.26.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С СООРУЖЕНИЯМИ СВЯЗИ, СИГНАЛИЗАЦИИ И РАДИОТРАНСЛЯЦИИ

2.5.125. Пересечение ВЛ до 35 кВ с ЛС и РС должно быть выполнено по одному из следующих вариантов:

1. Проводами ВЛ и подземным кабелем ЛС и РС.

2. Подземной кабельной вставкой в ВЛ и неизолированными проводами ЛС и РС.

3. Проводами ВЛ и неизолированными проводами ЛС и РС.

2.5.126. Пересечение ВЛ напряжением до 35 кВ с неизолированными проводами ЛС и РС может выполняться в следующих случаях:

1. Если невозможно проложить ни подземный кабель ЛС и РС, ни кабель ВЛ.

2. Если применение кабельной вставки в ЛС приведет к необходимости установки дополнительного или переноса ранее установленного усилительного пункта ЛС.

3. Если при применении кабельной вставки в РС общая длина кабельных вставок РС превышает допустимые значения.

4. Если на ВЛ напряжением до 35 кВ применены подвесные изоляторы. При этом ВЛ на участке пересечения с неизолированными проводами ЛС и РС выполняется с повышенной механической прочностью проводов и опор (см. 2.5.133).

2.5.127. Пересечение ВЛ напряжением 110 кВ и выше с ЛС и РС должно быть выполнено по одному из следующих вариантов:

1. Проводами ВЛ и подземным кабелем ЛС и РС.

2. Проводами ВЛ и неизолированными проводами ЛС и РС.

2.5.128. При пересечении ВЛ напряжением 110 кВ и выше с ЛС и РС применять кабельные вставки в ЛС и РС не следует (см. также 2.5.130):

1) если применение кабельной вставки в ЛС приведет к необходимости установки дополнительного или переноса ранее установленного усилительного пункта ЛС, а отказ от применения этой кабельной вставки не вызовет нарушения норм мешающего влияния ВЛ на ЛС;

2) если при применении кабельной вставки в РС общая длина кабельных вставок в РС превысит допустимые значения, а отказ от применения этой кабельной вставки не приведет к нарушению норм мешающего влияния ВЛ на РС.

2.5.129. Пересечение проводов ВЛ с воздушными линиями городской телефонной связи не допускается; эти линии в пролете пересечения с проводами ВЛ должны выполняться только подземными кабелями.

2.5.130. В пролете пересечения ЛС и РС с ВЛ, на которых предусматриваются каналы высокочастотной связи и телемеханики с аппаратурой, работающей в совпадающем спектре частот и имеющей мощность более 10 Вт на один канал, ЛС и РС должны быть выполнены подземными кабельными вставками. Длина кабельной вставки определяется по расчету влияния ВЛ на ЛС (РС), при этом расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ЛС и РС до проекции крайнего провода ВЛ на горизонтальную плоскость должно быть не менее 100 м.

Если мощность высокочастотной аппаратуры, работающей в совпадающем спектре частот, превышает 5 Вт, но не более 10 Вт на один канал, то необходимость применения кабельной вставки ЛС и РС или принятия других мер защиты определяется по расчету влияния.

Если мощность высокочастотной аппаратуры ВЛ, работающей в совпадающем спектре частот, не превышает 5 Вт на один канал, то применение кабельной вставки по

Таблица 2.5.27. Наименьшее расстояние от заземлителя и подземной части опоры ВЛ до подземного кабеля ЛС и РС

Эквивалентное удельное сопротивление земли р, Ом·м	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ	
	до 35	110 и выше
До 100	0,83√р	10
Более 100 до 500	10	25
Более 500 до 1000	11	35
Более 1000	0,35√р	50

условиям мешающего влияния не требуется.

Если кабельная вставка в ЛС и РС оборудуется не по условиям мешающего влияния от высокочастотных каналов ВЛ, то расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ЛС и РС до проекции на горизонтальную плоскость крайнего провода ВЛ неуплотненных, уплотненных в несовпадающем спектре частот или уплотненных в совпадающем спектре частот при мощности высокочастотной аппаратуры до 10 Вт на один канал должно быть не менее 15 м без учета отклонения проводов ВЛ ветром.

2.5.131. При пересечении ВЛ с подземным кабелем ЛС и РС должны соблюдаться следующие требования:

1. Угол пересечения ВЛ с ЛС и РС не нормируется.

2. Расстояние от заземлителя и подземной части опор ВЛ до подземного кабеля ЛС и РС должно быть не менее приведенных в табл.2.5.27.

В случае прокладки кабельной вставки с целью экранирования в стальных трубах или покрытия ее швеллером и т. п, по длине, равной расстоянию между проводами ВЛ плюс по 10 м с каждой стороны от крайних проводов, допускается уменьшение приведенных расстояний до 5 м. В этом случае при пересечении с ВЛ 110 кВ и выше оболочку кабеля следует соединять со швеллером или трубкой по обоим концам.

3. Металлические покровы кабельной вставки должны быть заземлены с обоих концов.

4. Защита кабельной вставки от грозовых перенапряжений, типы кабелей, способ оборудования кабельной вставки на участке пересечения выбираются в соответствии с требованиями, предъявляемыми к кабельным ЛС и РС.

5. При пересечении ВЛ 400 - 500 кВ с ЛС и РС расстояние в свету от вершины кабельной опоры ЛС и РС до проводов ВЛ должно быть не менее 20 м.

2.5.132. При пересечении кабельной вставки в ВЛ до 35 кВ с неизолированными проводами ЛС и РС должны соблюдаться следующие требования:

1. Угол пересечения кабельной вставки в ВЛ с ЛС и РС не нормируется.

2. Расстояние от подземного кабеля вставки в ВЛ до незаземленной опоры ЛС и РС должно быть не менее 2 м, а до заземленной опоры ЛС (РС) и ее заземлителя - не менее 10 м.

3. Расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ВЛ, неуплотненной и уплотненной в несовпадающем спектре частот и в совпадающем спектре частот в зависимости от мощности высокочастотной аппаратуры, до проекции проводов ЛС и РС должно выбираться в соответствии с требованиями, изложенными в 2.5.130 для случая пересечения проводов ВЛ с подземным кабелем ЛС и РС.

4. Подземные кабельные вставки в ВЛ должны выполняться в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 2.3 и в 2.5.70.

2.5.133. При пересечении проводов ВЛ с неизолированными проводами ЛС и РС необходимо соблюдать следующие требования:

1. Угол пересечения проводов ВЛ с проводами ЛС и РС должен быть по возможности близок к 90°. Для стесненных условий угол пересечения не нормируется.

2. Место пересечения следует выбирать возможно ближе к опоре ВЛ. При этом расстояние по горизонтали от опор ВЛ до проводов ЛС и РС должно быть не менее 7 м, а от опор ЛС и РС до проекции ближайшего провода ВЛ - не менее 15 м. Кроме того, расстояние в свету от проводов ВЛ 400 и 500 КВ до вершин опор ЛС и РС должно быть не менее 20 м.

Не допускается расположение опор ЛС и РС под проводами ВЛ.

3. Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с ЛС и РС, должны быть анкерными, железобетонными, металлическими или деревянными. Деревянные опоры должны быть усилены дополнительными приставками или подкосами.

Пересечения ВЛ 35 кВ и выше с ЛС и РС можно выполнять на промежуточных опорах при применении на ВЛ проводов сечением 120 мм^2 - и более.

4. Провода ВЛ должны быть расположены над проводами ЛС и РС. Провода ВЛ в пролете пересечения с ЛС и РС должны быть многопроволочными сечением не менее: алюминиевые - 70 мм^2, сталеалюминиевые - 35 мм^2, стальные - 25 мм^2.

5. Провода и тросы ВЛ, а также провода ЛС и РС не должны иметь соединений в пролете пересечения. При применении на ВЛ проводов сечением 240 мм^2 и более, а в случае расщепления фазы на три провода - 150 мм^2 и более допускается установка одного соединительного зажима на провод.

6. В пролете пересечений ВЛ с ЛС и РС на опорах ВЛ должны применяться только подвесные изоляторы и глухие зажимы. При расщеплении фазы не менее чем на три провода допускается применение зажимов с ограниченной прочностью заделки.

7. Изменение места установки опор ЛС и РС, ограничивающих пролет пересечения с ВЛ, допускается при условии, что отклонение средней длины элемента скрещивания на ЛС и РС не будет превышать значений, указанных в действующей "Инструкции по скрещиванию телефонных цепей воздушных линий связи" Министерства связи СССР.

Таблица 2.5.28. Наименьшее расстояние по вертикали отпроводов ВЛ до проводов ЛС и РС

Расчетный режим ВЛ	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ							
	до 10	20	35	110	150	220	330	500
Нормальный:								
а) ВЛ на деревянных опорах при наличии грозозащитных устройств, а также на металлических и железобетонных опорах	2	3	3	3	4	4	5	5
б) ВЛ на деревянных опорах при отсутствии грозозащитных устройств	4	4	5	5	6	6	7	7
Обрыв проводов в смежных пролетах на ВЛ с подвесной изоляцией	1	1	1	1	1,5	2	2,5	3,5

8. Опоры ЛС и РС, ограничивающие пролет пересечения или смежные с ним и находящиеся на обочине дороги, должны быть защищены от наезда транспорта.

9. Провода на опорах ЛС и РС, ограничивающих пролет пересечения с ВЛ, должны иметь двойное крепление: при траверсном профиле - только на верхней траверсе, при крюковом профиле - на двух верхних цепях.

10. Расстояния по вертикали от проводов ВЛ до пересекаемых проводов ЛС и РС в нормальном режиме ВЛ и при обрыве проводов в смежных пролетах ВЛ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.28. При применении на ВЛ плавки гололеда следует проверять габариты до проводов ЛС и РС в режиме плавки гололеда. Эти габариты проверяются при температуре провода в режиме плавки гололеда и должны быть не меньше, чем при обрыве провода ВЛ в смежном пролете.

Расстояния по вертикали определяются в нормальном режиме при наибольшей стреле провеса проводов (без учета их нагрева электрическим током). В аварийном режиме расстояния проверяются для ВЛ с проводами сечением менее 185 мм^2 при среднегодовой температуре, без гололеда и ветра. Для ВЛ с проводами сечением 185 мм^2 и более проверка по аварийному режиму не требуется.

11. На деревянных опорах ВЛ без грозозащитного троса, ограничивающих пролет пересечения с ЛС и РС, при расстояниях между проводами пересекающихся линий менее указанных в п. "б" табл. 2.5.28 должны устанавливаться при напряжении 35 кВ и ниже трубчатые разрядчики или защитные промежутки, при напряжении 110 - 220 кВ - трубчатые разрядники. При установке защитных промежутков на ВЛ должно быть предусмотрено автоматическое повторное включение.

Трубчатые разрядники и защитные промежутки должны устанавливаться в соответствии с требованиями 2.5.123.

Сопротивления заземляющих устройств трубчатых разрядников и защитных промежутков при токах промышленной частоты в летнее время должны быть не более:

Эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м	До 100	Более 100 и до 500	Более 500 и до 1000	Более 1000
Сопротивление заземляющего устройства, Ом ...	10	15	20	30

Применение специальных мер защиты не требуется: для ВЛ с деревянными опорами без грозозащитных тросов при расстояниях между проводами пересекающихся линий не менее приведенных в табл. 2.5.28, п. "б", для ВЛ с металлическими и железобетонными опорами, для участков ВЛ с деревянными опорами, имеющих грозозащитные тросы.

12. На деревянных опорах ЛС и РС, ограничивающих пролет пересечения с ВЛ, должны устанавливаться заземляющие спуски в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ЛС и РС.

2.5.134. Совместная подвеска проводов ВЛ и проводов ЛС и РС на общих опорах не допускается.

2.5.135. При сближении ВЛ с воздушными ЛС и РС расстояния между их проводами и мероприятия по защите от влияния определяются в соответствии с "Правилами защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи". Наименьшие расстояния по горизонтали при неотклоненных проводах должны быть не менее высоты наиболее высокой опоры ВЛ, а на участках стесненной трассы при наибольшем отклонении проводов ВЛ ветром: 2 м для ВЛ до 20 кВ, 4 м для ВЛ 35 и 110 кВ, 5 м для ВЛ 150 кВ, 6 м для ВЛ 220 кВ, 8 м для ВЛ 330 кВ, 10 м для ВЛ 400 - 500 кВ. При этом расстояние в свету от проводов ВЛ 400 - 500 КВ до вершин опор ЛС и РС должно быть не менее 20 м. Шаг транспозиции ВЛ по условию влияния на ЛС и РС не нормируется.

Должны быть укреплены дополнительными подпорами опоры ЛС и РС или должны быть установлены сдвоенные опоры в случаях, если при падении опор ЛС и РС возможно соприкосновение между проводами ЛС и РС и проводами ВЛ.

2.5.136. При сближении ВЛ со штыревыми изоляторами на участках, имеющих углы поворота, с воздушными ЛС и РС расстояние между ними должно быть таким, чтобы провод, сорвавшийся с угловой опоры ВЛ, не мог оказаться от ближайшего провода ЛС и РС на расстоянии менее приведенных в 2.5.135. При невозможности выполнить это требование провода ВЛ, проходящие с внутренней стороны поворота, должны иметь двойное крепление.

2.5.137. При сближении ВЛ с подземными кабельными ЛС и РС наименьшие расстояния между ними определяются в соответствии с "Правилами защиты устройств

Таблица 2.5.29. Наименьшее расстояние от ВЛ до антенных сооружений передающих радиоцентров

Антенные сооружения	Расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ	
	до 110	150-500
Средневолновые и длинноволновые передающие антенны	100	100
Коротковолновые передающие антенны в направлении наибольшего излучения	200	300
То же в остальных направлениях	50	50
Коротковолновые передающие слабонаправленные и ненаправленные антенны	150	200

проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи" и должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.27.

2.5.138. Расстояния от ВЛ до антенных сооружений передающих радиоцентров должны приниматься по табл. 2.5.29.

Пересечение ВЛ со створом радиорелейной линии должно быть согласовано с организацией, в ведении которой находится радиорелейная линия.

2.5.139. Расстояния от ВЛ до границ приемных радиоцентров, выделенных приемных пунктов радиофикации и местных радиоузлов должны приниматься по табл. 2.5.30.

Допустимые сближения установлены, исходя из условия, что уровень поля помех, создаваемых ВЛ на расстоянии 50 м от нее, не превосходит значений, предусмотренных общесоюзными "Нормами допускаемых индустриальных радиопомех".

В случае прохождения трассы проектируемой ВЛ в районе расположения особо важных приемных радиоустройств допустимое сближение устанавливается в индивидуальном порядке по согласованию с заинтересованными организациями в процессе проектирования ВЛ.

Таблица 2.5.30. Наименьшее расстояние от ВЛ до границ приемных радиоцентров, выделенных приемных пунктов радиофикации и местных радиоузлов

Радиоустройства	Расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ		
	6-35	110 - 220	330-500
Магистральные, областные и районные	500	1000	2000

радиоцентры			
Выделенные приемные пункты радиофикации	400	700	1000
Местные радиоузлы	200	300	400

Если соблюдение расстояний, указанных в табл. 2.5.30, затруднительно, в отдельных случаях допускается их уменьшение (при условии выполнения мероприятий на ВЛ, обеспечивающих соответствующее уменьшение помех), а также перенос всех или части приемных радиоустройств на другие площадки. В каждом таком случае в процессе проектирования ВЛ должен быть составлен и согласован с заинтересованными организациями проект мероприятий по соблюдению норм радиопомех.

Расстояния от ВЛ до телецентров и радиодомов должны быть не менее: 400 м для ВЛ до 20 кВ, 700 м для ВЛ 35 - 150 кВ, 1000 м для ВЛ 220 - 500 кВ.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ

2.5.140. Пересечение ВЛ с железными дорогами следует выполнять, как правило, воздушными переходами. На железных дорогах с особо интенсивным движением [1] и в некоторых технически обоснованных случаях (например, при переходе через насыпи, на железнодорожных станциях или в местах, где устройство воздушных переходов технически затруднено) переходы ВЛ до 10 кВ следует выполнять кабелем.

Пересечение ВЛ 150 кВ и ниже с железными дорогами в местах сопряжения анкерных участков контактной сети запрещается.

Угол пересечения ВЛ с железными дорогами электрифицированными [2] и подлежащими электрификации [3] должен быть не менее 40°. Рекомендуется по возможности во всех случаях производить пересечения под углом, близким к 90°.

2.5.141. При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами расстояния от основания опоры ВЛ до габарита приближения строений [4] на неэлектрифицированных железных дорогах или до оси опор контактной сети электрифицированных дорог или подлежащих электрификации должны быть не менее высоты опоры плюс 3 м. На участках стесненной трассы допускается эти расстояния принимать не менее: 3 м для ВЛ до 20 кВ, 6 м

---

[1] К особо интенсивному движению поездов относится такое движение, при котором количество пассажирских и грузовых поездов в сумме по графику на двухпутных участках составляет более 100 пар в сутки и на однопутных - более 48 пар в сутки.

[2] К электрифицированным железным дорогам относятся все электрифицированные дороги независимо от рода тока и значения напряжения контактной сети.

[3] К дорогам, подлежащим электрификации, относятся дороги, которые будут электрифицированы в течение 10 лет, считая от года строительства ВЛ, намечаемого проектом.

[4] Габаритом приближения строений называется предназначенное для пропуска подвижного состава предельное поперечное, перпендикулярное пути очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не могут заходить никакие части строений, сооружений и устройств.

для ВЛ 35 - 150 кВ, 8 м для ВЛ 220 - 330 кВ и 10 м для ВЛ 500 кВ.

Защита разрядниками или защитными промежутками пересечений ВЛ с контактной сетью осуществляется в соответствии с требованиями, приведенными в 2.5.123.

В горловинах железнодорожных станций и в местах сопряжения анкерных участков контактной сети пересечение ВЛ 150 КВ и ниже с железными дорогами не допускается.

2.5.142. Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами от проводов до различных элементов железной дороги должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.31.

Расстояния по вертикали от проводов до различных элементов железных дорог, а также до наивысшего провода или несущего
троса электрифицированных железных дорог определяются в нормальном режиме ВЛ при наибольшей стреле провеса с учетом дополнительного нагрева проводов электрическим током. При отсутствии данных об электрических нагрузках ВЛ температура проводов принимается равной плюс 70°С.

В аварийном режиме расстояния проверяются при пересечениях ВЛ с проводами сечением менее 185 мм^2 для условий среднегодовой температуры, без гололеда и ветра. При сечении проводов 185 мм^2 и более проверка в аварийном режиме не требуется.

Допускается сохранение опор контактной сети под проводами пересекающей ВЛ при расстоянии по вертикали от проводов ВЛ до верха опор контактной сети не менее: 7 м для ВЛ до 110 кВ, 8 м для ВЛ 150 - 220 кВ и 9 м для ВЛ 330 - 500 кВ.

В отдельных случаях на участках стесненной трассы допускается подвеска проводов ВЛ и контактной сети на общих опорах. Технические условия на выполнение совместной подвески проводов следует согласовывать с Управлением железной дороги.

При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами, вдоль которых проходят линии связи и сигнализации, необходимо кроме табл. 2.5.31 руководствоваться также требованиями, предъявляемыми к пересечениям и сближениям ВЛ с сооружениями связи.

2.5.143. При пересечении железных дорог общего пользования, электрифицированных и подлежащих электрификации, опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции. На участках с особо интенсивным и интенсивным движением поездов эти опоры должны быть металлическими.

Допускается в пролете этого пересечения, ограниченного анкерными опорами, установка промежуточной опоры между путями, не предназначенными для прохождения регулярных пассажирских поездов, а также промежуточных опор по краям

---

[1] К интенсивному движению поездов относится такое движение, при котором количество пассажирских и грузовых поездов в сумме по графику на двухпутных участках составляет более 50 и до 100 пар в сутки, а на однопутных - более 24 и до 48 пар в сутки.

Таблица 2.5.31. Наименьшее расстояние при пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами

Пересечение или сближение	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	до 20	35-110	150	220	330	500
	При пересечении					
Для неэлектрифицированных железных дорог от провода до головки рельса в нормальном режиме ВЛ по вертикали:						
железных дорог широкой колеи общего и необщего пользования[1]	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5
и узкой колеи общего пользования						
железных дорог узкой колеи не-	6	6,5	7,0	7,5	8	8,5

общего пользования						
От провода до головки рельса при обрыве провода ВЛ в смежном пролете по вертикали:						
железных дорог широкой колеи	6	6	6,5	6,5	7	-
железных дорог узкой колеи	4,5	4,5	5	5	5,5	-
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог от проводов ВЛ до наивысшего провода или несущего троса в нормальном режиме по вертикали	Как при пересечении ВЛ между собой в соответствии с табл. 2.5.25 (см. также 2.5.123)					
То же, но при обрыве провода в соседнем пролете	1	1	2	2	2,5	3,5
	При сближении					
Для неэлектрифицированных железных дорог на участках стесненной трассы от отклоненного провода ВЛ до габарита приближения строений по горизонтали	1,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог на стесненных участках трасс от крайнего провода ВЛ до крайнего провода, подвешенного с полевой стороны опоры контактной сети по горизонтали	Как при сближении ВЛ между собой в соответствии с табл. 2.5.26					
То же, но при отсутствии проводов с полевой стороны опор контактной сети	Как при сближении ВЛ с сооружениями в соответствии с 2.5.115					

---

[1] Железные дороги в зависимости от их назначения разделяются на: железные дороги общего пользования, служащие для перевозки пассажиров и грузов по установленным для всех тарифам;

железные дороги необщего пользования, связанные непрерывной рельсовой колеей с общей сетью железных дорог и служащие только для хозяйственно-производственных перевозок учреждений, предприятий и организаций, которым эти подъездные пути подчинены.

железнодорожного полотна путей любых дорог. Указанные опоры должны быть металлическими или железобетонными. Крепление проводов на этих опорах должно быть двойным, поддерживающие зажимы должны быть глухими.

Применение опор из любого материала с оттяжками и деревянных одностоечных опор не допускается. Деревянные промежуточные опоры должны быть П-образными (с Х- или У-образными связями) или А-образными.

При пересечении железных дорог необщего пользования допускается применение анкерных опор облегченной конструкции и промежуточных опор с подвеской проводов в глухих зажимах. Опоры всех типов, устанавливаемые на пересечениях железных дорог необщего пользования, могут быть свободно стоящими или на оттяжках.

Крепление проводов в натяжных гирляндах должно выполняться в соответствии с 2.5.96.

Применение штыревых изоляторов в пролетах пересечений ВЛ с железными дорогами не допускается.

Использование в качестве заземлителей арматуры железобетонных опор и железобетонных пасынков у опор, ограничивающих пролет пересечения, запрещается.

2.5.144. При пересечении ВЛ с железной дорогой, имеющей лесозащитные насаждения, следует руководствоваться требованиями 2.5.107.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

2.5.145. Угол пересечения ВЛ с автомобильными дорогами не нормируется.

2.5.146. При пересечении автомобильных дорог категории I[1)] опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции.

Крепление проводов на ВЛ с подвесными или штыревыми изоляторами должно выполняться в соответствии с 2.5.96.

[1)] Автомобильные дороги в зависимости от категории имеют следующие размеры:

Категория дорог	Ширина элементов дорог, м			
	проезжей части	обочин	разделительной полосы	земляного полотна
I	15 и более	3,75	5	27,5 и более
II	7,5	3,75	-	15
III	7	2,5	-	12
IV	6	2	-	10
V	4,5	1,75	-	8

Таблица 2.5.32. Наименьшее расстояние при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами

Пересечение или сближение	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	до 20	35-110	150	220	330	500
Расстояния по вертикали:						
а) от провода до полотна дороги:						
в нормальном режиме ВЛ	7	7	7,5	8	8,5	9
при обрыве провода в соседнем пролете	5	5	5,5	5,5	6	-
б) от провода до транспортных средств в нормальном режиме ВЛ	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Расстояния по горизонтали:						
а) от основания опоры до бровки земляного полотна дороги при пересечении	Высота опоры					
б) то же, но при параллельном следовании	Высота опоры плюс 5 м					
в) то же, но на участках стесненной						

трассы от любой части опоры до подошвы насыпи дороги или до наружной бровки кювета:						
при пересечении дорог категорий I и II	5	5	5	5	10	10
при пересечении дорог остальных категорий	1,5	2,5	2,5	2,5	5	5
г) при параллельном следовании от крайнего провода при неотклоненном положении до бровки земляного полотна дороги	2	4	5	6	8	10

При пересечении автомобильных дорог категорий II - IV опоры, ограничивающие пролет пересечения, могут быть анкерными облегченной конструкции или промежуточными.

На промежуточных опорах с подвесными изоляторами провода должны быть подвешены в глухих зажимах, а на опорах со штыревыми изоляторами должно применяться двойное крепление проводов. При расщеплении фазы не менее чем на три провода допускается применение зажимов с ограниченной прочностью заделки. К пересечениям с автомобильными дорогами У категории предъявляются такие же требования, как при прохождении ВЛ по ненаселенной местности.

При сооружении новых автомобильных дорог и прохождении их под действующими ВЛ 400 и 500 кВ переустройство ВЛ не требуется, если расстояние от нижнего провода ВЛ до полотна дороги составляет не менее 9 м и от фундамента опоры до бровки полотна дороги - не менее 25 м.

2.5.147. Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.32.

Во всех случаях сближения ВЛ с криволинейными участками автомобильных дорог, проходящих по насыпи, минимальные расстояния от проводов ВЛ до бровки дороги должны быть не менее указанных в табл. 2.5.32 расстояний по вертикали.

Расстояния по вертикали в нормальном режиме проверяются при наибольшей стреле провеса без учета нагрева проводов электрическим током.

В аварийном режиме расстояния проверяются для ВЛ с проводами сечением менее 185 мм^2 при среднегодовой температуре, без гололеда и ветра. Для ВЛ с проводами сечением 185 мм^2 и более проверка по аварийному режиму не требуется.

2.5.148. В местах пересечения ВЛ с автомобильными дорогами, по которым предусматривается передвижение автомобилей и других транспортных средств высотой более 3,8 м, с обеих сторон ВЛ на дорогах должны устанавливаться дорожные знаки, указывающие допустимую высоту движущегося транспорта с грузом.

При расстояниях по вертикали от провода ВЛ до полотна автомобильной дороги, превышающих указанные в табл. 2.5.32 более чем на 2 м, сигнальные знаки допускается не устанавливать.

Подвеска дорожных знаков в местах пересечения ВЛ с дорогами в пределах охранных зон (см. 2.5.105) не допускается.

2.5.149. Опоры ВЛ, находящиеся на обочине автомобильной дороги, должны быть защищены от наезда транспорта.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С ТРОЛЛЕЙБУСНЫМИ И ТРАМВАЙНЫМИ ЛИНИЯМИ

2.5.150. Угол пересечения ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями не нормируется.

2.5.151. При пересечении троллейбусных и трамвайных линий опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции. Для ВЛ с сечением проводов 120 мм^2 и более допускаются также промежуточные опоры с подвеской проводов в глухих зажимах и с двойным креплением на штыревых изоляторах. При расщеплении фазы не менее чем на три провода допускается применение зажимов с ограниченной прочностью заделки.

В случае применения анкерных опор подвеска проводов должна выполняться в соответствии с 2.5.96.

2.5.152. Расстояния по вертикали при пересечении и сближении ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями при наибольшей стреле провеса проводов должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.33.

В нормальном режиме расстояния по вертикали проверяются при наибольшей стреле провеса (без учета нагрева провода электрическим током).

В аварийном режиме расстояния по вертикали проверяются для ВЛ с проводами сечением менее 185 мм^2 при среднегодовой температуре без гололеда и ветра. Для ВЛ с проводами сечением 185 мм^2 и более проверка расстояний по аварийному режиму не производится.

Таблица 2.5.33. Наименьшее расстояние от проводов ВЛ при пересечении и сближении с троллейбусными и трамвайными линиями

Пересечение или сближение	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ			
	до 110	150-220	330	500
Расстояния по вертикали от проводов ВЛ:				
а) при пересечении с троллейбусной линией (в нормальном режиме):				
до высшей отметки проезжей части	11	12	13	13
до проводов контактной сети или несущих тросов	3	4	5	5
б) при пересечении с трамвайной линией (в нормальном режиме):				
до головки рельса	9,5	10,5	11,5	11,5
до проводов контактной сети или несущих тросов	3	4	5	5
в) при обрыве провода ВЛ в соседнем пролете до проводов или несущих тросов троллейбусной или трамвайной линии	1	2	2,5	-
Расстояние по горизонтали при сближении от отклоненных проводов ВЛ до опор троллейбусных и трамвайных контактных сетей	3	4	5	5

2.5.153. Защита разрядниками или защитными промежутками пересечений ВЛ с контактной сетью осуществляется в соответствии с требованиями, приведенными в 2.5.123.

Допускается сохранение опор контактной сети под проводами пересекающей ВЛ при расстояниях по вертикали от проводов ВЛ до верха опор контактной сети не менее: 7 м для ВЛ напряжением до 110 кВ, 8 м для ВЛ 150 - 220 кВ и 9 м для ВЛ 330 - 500 кВ.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ВЛ С ВОДНЫМИ ПРОСТРАНСТВАМИ

2.5.154. При пересечении ВЛ с водными пространствами (реки, каналы, озера, заливы, гавани и т. п.) угол пересечения с ними не нормируется.

2.5.155. При пересечении водных пространств с регулярным судоходным движением опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными концевыми. Для ВЛ с сечением сталеалюминиевых проводов 120 мм^2 и более или стальных канатов типа ТК сечением 50 мм^2 и более допускается применение промежуточных опор и анкерных опор облегченного типа; при этом в обоих случаях опоры, смежные с ними, должны быть анкерными концевыми.

При применении в пролете пересечения промежуточных опор провода и тросы должны крепиться к ним глухими или специальными зажимами (например, многороликовыми подвесами).

Таблица 2.5.34. Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до поверхности воды, габарита судов и сплава

Расстояние	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ				
	до 110	150	220	330	500
До наибольшего уровня высоких вод судоходных рек, каналов и т. п. при высшей температуре	6	6,5	7	7,5	8
До габарита судов или сплава при наибольшем уровне высоких вод и высшей температуре	2	2,5	3	3,5	4
До наибольшего уровня высоких вод несудоходных рек, каналов и т. п. при температуре плюс 15 °С	3	3,5	4	4,5	5
До уровня льда несудоходных рек, каналов и т. п. при температуре минус 5 °С при наличии гололеда	6	6,5	7	7,5	8

К пересечениям водных путей местного значения с навигационной глубиной 1,65 м и менее, малых рек с глубиной 1,0 м и менее (классов IV-VII по путевым условиям судоходства) и несудоходных водных пространств, не относящихся к числу больших переходов, предъявляются такие же требования, как при прохождении ВЛ по ненаселенной местности, с дополнительной проверкой расстояний до уровня высоких вод, льда и до габарита судов или сплава по табл. 2.5.34.

2.5.156. Расстояния от нижних проводов ВЛ до поверхности воды должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.34. Расчетные уровни льда и воды принимаются в соответствии с 2.5.13. Нагрев проводов ВЛ электрическим током не учитывается.

При прохождении ВЛ в непосредственной близости от неразводных мостов, где мачты и трубы судов, плавающих по реке или каналу, должны быть опущены, допускается по согласованию с местным Управлением водного транспорта уменьшать расстояния от проводов ВЛ до наибольшего уровня высоких вод, приведенных в табл. 2.5.34.

2.5.157. Места пересечений ВЛ с судоходными реками, каналами и т. п. должны быть обозначены на берегах сигнальными знаками в соответствии с действующими правилами плавания по внутренним судоходным путям.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО МОСТАМ

2.5.158. При прохождении ВЛ по мостам опоры или поддерживающие устройства, ограничивающие пролеты с берега на мост и через разводную часть моста, должны быть анкерными нормальной конструкции. Все прочие поддерживающие устройства на мостах могут быть промежуточного типа с креплением проводов глухими зажимами или с двойным креплением на штыревых изоляторах.

2.5.159. На металлических железнодорожных мостах с ездой по низу, снабженных на всем протяжении верхними связями, провода допускается располагать непосредственно над пролетным строением моста выше связей или за его пределами. Располагать провода в пределах габарита приближения строений, а также в пределах ширины, занятой элементами контактной сети электрифицированных железных дорог, не допускается. Расстояния от проводов ВЛ до всех линий МПС, проложенных по конструкции моста, принимаются по 2.5.142, как для стесненных участков трассы.

На городских и шоссейных мостах допускается располагать провода как за пределами пролетного строения, так и в пределах ширины пешеходной и проезжей частей моста.

На охраняемых мостах допускается располагать провода ВЛ ниже отметки пешеходной части.

2.5.160. Наименьшие расстояния от проводов ВЛ до различных частей мостов должны приниматься по согласованию с организациями, в ведении которых находится данный мост, при этом определение наибольшей стрелы провеса проводов производится путем сопоставления стрел провеса при высшей расчетной температуре воздуха и при гололеде.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО ПЛОТИНАМ И ДАМБАМ

2.5.161. При прохождении ВЛ по плотинам, дамбам и т. п. расстояния от проводов ВЛ при наибольшей стреле провеса и наибольшем отклонении до различных частей плотин и дамб должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.35.

Таблица 2.5.35. Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до различных частей плотин и дамб

Части плотин и дамб	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ				
	до 110	150	220	330	500
Гребень и бровка откоса	6	6,5	7	7,5	8
Наклонная поверхность откоса	5	5,5	6	6,5	7
Поверхность воды, переливающейся через плотину	4	4,5	5	5,5	6

При прохождении ВЛ по плотинам и дамбам, по которым проложены пути сообщения, ВЛ должна удовлетворять также требованиям, предъявляемым к ВЛ при пересечениях и сближениях с соответствующими объектами путей сообщения.

Наибольшая стрела провеса проводов ВЛ должна определяться путем сопоставления стрел провеса при высшей расчетной температуре воздуха и при гололеде.

СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С ВОДООХЛАДИТЕЛЯМИ

2.5.162. Расстояние от крайних проводов ВЛ до водоохладителей должно определяться в соответствии с требованиями СНиП II-89-80 "Генеральные планы промышленных предприятий" и СНиП II-58-75 "Электростанции тепловые" Госстроя СССР, а также с требованиями норм технологического проектирования электростанций, подстанций и воздушных линий электропередачи.

СБЛИЖЕНИЕ ВЛ СО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫМИ УСТАНОВКАМИ

2.5.163. Сближение ВЛ со зданиями, сооружениями и наружными технологическими установками, связанными с добычей, производством, изготовлением, использованием или хранением взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных веществ, должно выполняться в соответствии с нормами, утвержденными в установленном порядке.

Если нормы сближения не предусмотрены нормативными документами, то расстояния от оси трассы ВЛ до указанных зданий, сооружений и наружных установок должны составлять не менее полуторакратной высоты опоры. На участках стесненной трассы допускается уменьшение этих расстояний по согласованию с соответствующими министерствами и ведомствами.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С НАДЗЕМНЫМИ И НАЗЕМНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ И КАНАТНЫМИДОРОГАМИ

2.5.164. Угол пересечения ВЛ с надземными и наземными газопроводами, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами рекомендуется принимать близким к 90°. Угол пересечения ВЛ с остальными надземными и наземными трубопроводами, а также с канатными дорогами не нормируется.

Пересечение ВЛ 110 кВ и выше с вновь сооружаемыми надземными и наземными магистральными газопроводами, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами запрещается. Допускается пересечение этих ВЛ с действующими однониточными надземными и наземными магистральными газопроводами, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами, а также с действующими техническими коридорами магистральных трубопроводов при прокладке их в насыпи на расстоянии 1000 м в обе стороны от ВЛ.

2.5.165. При пересечении ВЛ с надземными и наземными трубопроводами и канатными дорогами опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции.

Для ВЛ со сталеалюминиевыми проводами сечением 120 мм^2 и более или со стальными канатами типа ТК сечением 50 мм^2 и более допускаются также анкерные опоры

Таблица 2.5.36. Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до надземных и наземных трубопроводов и канатных дорог

Пересечение или сближение	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	до 20	35-110	150	220	330	500
Расстояния по вертикали:						
от провода ВЛ до любой части трубопровода (насыпи) или канатной дороги в нормальном режиме	3	4	4,5	5	6	6,5
то же, но при обрыве провода в со-	1	2	2,5	3	4	-

седнем пролете						
Расстояния по горизонтали:						
1) при параллельном следовании: от крайнего провода ВЛ до любой части трубопровода или канатной дороги (за исключением пульпопровода и магистральных газопровода, нефтепровода и нефтепродуктопровода) в нормальном режиме	Не менее высоты опоры					
от крайнего провода ВЛ до любой части пульпопровода в нормальном режиме	Не менее 30 м					
от крайнего провода ВЛ до любой части магистрального газопровода в нормальном режиме	Не менее удвоенной высоты опоры					
от крайнего провода ВЛ до любой части магистрального нефтепровода и нефтепродуктопровода в нормальном режиме	50 м, но не менее высоты опоры					
в стесненных условиях от крайнего провода ВЛ при наибольшем его отклонении до любой части трубопровода[1] или канатной дороги	3	4	4,5	5	6	6,5
2) при пересечении: от опоры ВЛ до любой части трубопровода или канатной дороги в нормальном режиме	Не менее высоты опоры					
в стесненных условиях от опоры ВЛ до любой части трубопровода или канатной дороги	3	4	4,5	5	6	6,5
3) от ВЛ до продувочных свеч газопровода	Не менее 300 м					

[1] Вновь сооружаемые магистральные газопроводы на участке сближения с ВЛ в стесненных условиях должны отвечать требованиям, предъявляемым к газопроводам не ниже II категории.

облегченной конструкции и промежуточные опоры с подвеской проводов в глухих зажимах.

При расщеплении фазы не менее чем на три провода допускается применение зажимов с ограниченной прочностью заделки.

2.5.166. Провода ВЛ должны располагаться над трубопроводами и канатными дорогами. В исключительных случаях допускается прохождение ВЛ до 220 кВ под канатными дорогами, которые имеют снизу мостики или сетки для ограждения проводов ВЛ. Крепление мостиков и сеток на опорах ВЛ запрещается.

В местах пересечения с ВЛ надземные и наземные газопроводы, кроме проложенных в насыпи, следует защищать ограждениями. Ограждение должно выступать по обе стороны пересечения от проекции крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении на расстояния не менее: 3 м для ВЛ до 20 кВ, 4 м для ВЛ 35-110 кВ, 4,5 м для ВЛ 150 кВ, 5 м для ВЛ 220 кВ, 6 м для ВЛ 330 кВ, 6,5 м для ВЛ 500 кВ.

Расстояния от ВЛ до мостиков, сеток и ограждений принимают как до надземных и наземных трубопроводов и канатных дорог (см. 2.5.167).

2.5.167. Расстояния при пересечении, сближении и параллельном следовании ВЛ с надземными и наземными трубопроводами и канатными дорогами должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.36.

Расстояния по вертикали в нормальном режиме определяются при наибольшей стреле провеса провода без учета нагрева проводов электрическим током.

В аварийном режиме расстояния проверяются для ВЛ с проводами сечением менее 185 мм¤ при среднегодовой температуре, без гололеда и ветра. Для ВЛ с проводами сечением 185 мм¤ и более проверка при обрыве провода не требуется.

В районах Западной Сибири и Крайнего Севера при параллельном следовании ВЛ 110 КВ и выше с техническими коридорами магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов расстояние от ВЛ до крайнего трубопровода должно быть не менее 1000 м.

2.5.168. В пролетах пересечения с ВЛ металлические трубопроводы, кроме проложенных в насыпи, и канатные дороги, а также ограждения, мостики и сетки должны быть заземлены. Сопротивление, обеспечиваемое применением искусственных заземлителей, должно быть не более 10 Ом.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С ПОДЗЕМНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ

2.5.169. Угол пересечения ВЛ 35 кВ и ниже с подземными магистральными газопроводами, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами, а также угол пересечения ВЛ с остальными подземными трубопроводами не нормируется.

Угол пересечения ВЛ 110 кВ и выше с вновь сооружаемыми подземными магистральными газопроводами, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами, а также с

действующими техническими коридорами этих трубопроводов должен быть не менее 60°. При этом вновь сооружаемые трубопроводы, прокладываемые в районах Западной Сибири и Крайнего Севера, на расстоянии 1 км в обе стороны от пересечения должны быть не ниже II категории.

2.5.170. При сближении ВЛ с действующими и вновь сооружаемыми магистральными газопроводами давлением более 1,2 МПа и магистральными нефтепроводами и нефтепродуктопроводами расстояния между ними должны быть не менее приведенных в 2.5.105.

Провода ВЛ должны быть расположены не ближе 300 м от продувочных свеч, устанавливаемых на магистральных газопроводах.

В стесненных условиях трассы при параллельном следовании ВЛ, а также в местах пересечения ВЛ с указанными трубопроводами допускаются расстояния по горизонтали от заземлителя и подземной части (фундамента) опор ВЛ до трубопроводов не менее: 5 м для кВ до 35 кВ, 10 м для ВЛ 110 - 220 кВ и 15 м для ВЛ 330 - 500 кВ.

Вновь сооружаемые магистральные газопроводы с давлением более 1,2 МПа на участках сближения с ВЛ при прокладке их на расстояниях менее приведенных в 2.5.105 должны отвечать требованиям, предъявляемым к участкам газопроводов не ниже II категории для ВЛ 500 кВ и не ниже III категории для ВЛ 330 кВ и ниже.

Вновь сооружаемые магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы на участках сближения с ВЛ при прокладке их на расстояниях менее приведенных в 2.5.105 должны отвечать требованиям, предъявляемым к участкам трубопроводов не ниже III категории.

В районах Западной Сибири и Крайнего Севера при параллельном следовании ВЛ 110 кВ и выше с техническими коридорами магистральных газопроводов, нефтепроводов и

нефтепродуктопроводов расстояние от ВЛ до крайнего трубопровода должно быть не менее 1 км.

2.5.171. При сближении и пересечении ВЛ с магистральными и распределительными газопроводами давлением 1,2 МПа и менее, а также при сближении и пересечении с ответвлениями от магистральных газопроводов к населенным пунктам и промышленным предприятиям и с ответвлениями от нефтепроводов и нефтепродуктопроводов к нефтебазам и предприятиям расстояния от заземлителя и подземной части (фундаментов) опор ВЛ до трубопроводов должны быть не менее: 5 м для ВЛ до 35 кВ, 10 м для ВЛ 110 кВ и выше.

2.5.172. При сближении и пересечении ВЛ с теплопроводами, водопроводом, канализацией (напорной и самотечной), водостоками и дренажами расстояния в свету от заземлителя и подземной части (фундаментов) опор ВЛ до трубопроводов должны быть не менее 2 м для ВЛ до 35 кВ и 3 м для ВЛ 110 кВ и выше.

В исключительных случаях при невозможности выдержать указанные расстояния до трубопроводов (например, при прохождении ВЛ по территориям электростанций, промышленных предприятий, по улицам городов) эти расстояния допускается уменьшать по согласованию с заинтересованными организациями. При этом следует предусматривать защиту фундаментов опор ВЛ от возможного подмыва фундаментов при повреждении указанных трубопроводов, а также по

предотвращению выноса опасных потенциалов по металлическим трубопроводам.

СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С НЕФТЯНЫМИ И ГАЗОВЫМИ ФАКЕЛАМИ

2.5.173. При сближении с нефтяными и газовыми промысловыми факелами ВЛ должна быть расположена с наветренной стороны. Расстояние от ВЛ до промысловых факелов должно быть не менее 60 м.

СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С АЭРОДРОМАМИ

2.5.174. Сближение ВЛ с аэродромами и воздушными трассами допускается по согласованию с территориальным управлением гражданской авиации, со штабом военного округа, с управлением министерства или ведомства, в ведении которого находится аэродром или аэропорт, при расположении ВЛ на расстояниях: до 10 км от границ аэродрома - с опорами любой высоты; более 10 и до 30 км от границ аэродрома - при абсолютной отметке верхней точки опор ВЛ, превышающей абсолютную отметку аэродрома на 50 м и более; более 30 и до 75 км от границ аэродромов и на воздушных трассах - при высоте опор 100 м и более.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Р а з д е л 2. КАНАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Г л а в а 2.1. Электропроводки 143
Область применения, определения 2.1.1 - 2.1.12 143
Общие требования 2.1.13 - 2.1.30 145
Выбор вида электропроводки, выбор проводов и кабелей и способа их прокладки 2.1.31-2.1.51 148
Открытые электропроводки внутри помещений 2.1.52 - 2.1.65 154
Скрытые электропроводки внутри помещений 2.1.66 - 2.1.68 156
Электропроводки в чердачных помещениях 2.1.69 - 2.1.74 157
Наружные электропроводки 2.1.75 - 2.1.79 158

Г л а в а 2.2. Токопроводы напряжением до 35 кВ 159
Область применения, определения 2.2.1 - 2.2.4 159
Общие требования 2.2.5- 2.2.18 160
Токопроводы напряжением до 1 кВ 2.2.19 - 2.2.27 161
Токопроводы напряжением выше 1 кВ 2.2.28 - 2.2.32 163
Гибкие токопроводы напряжением выше 1 кВ 2.2.33 - 2.2.40 164

Г л а в а 2.3. Кабельные линии напряжением до 220 кВ 165
Область применения, определения 2.3.1-2.3.10 165
Общие требования 2.3.11 - 2.3.24 167
Выбор способов прокладки 2.3.25 - 2.3.34 170
Выбор кабелей 2.3.35 - 2.3.53 171
Подпитывающие устройства и сигнализация давления масла
кабельных маслонаполненных линий 2.3.54-2.3.64 174
Соединения и заделки кабелей 2.3.65 - 2.3.70 176
Заземление 2.3.71 - 2.3.75 177
Специальные требования к кабельному хозяйству электростанций,
подстанций и распределительных устройств 2.3.76 - 2.3.82 178
Прокладка кабельных линий в земле 2.3.83-2.3.101 180
Прокладка кабельных линий в кабельных блоках, трубах и
железобетонных лотках 2.3.102 - 2.3.111 185
Прокладка кабельных линий в кабельных сооружениях 2.3.112 - 2.3.133 187
Прокладка кабельных линий в производственных помещениях
2.3.134 - 2.3.135 195
Подводная прокладка кабельных линий 2.3.136-2.3.145 196
Прокладка кабельных линий по специальным сооружениям 2.3.146 - 2.3.150 198

Г л а в а 2.4. Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ 199
Область применения, определения 2.4.1 - 2.43 199
Общие требования 2.4.4 - 2.4.7 199
Расчетные климатические условия 2.4.8 - 2.4.11 200
Провода, арматура 2.4.12 - 2.4.18 201
Расположение проводов на опорах 2.4.19-2.4.22 202
Изоляция 2.4.23, 2.4.24 203
Защита от перенапряжений, заземление 2.4.25, 2.4.26 203
Опоры 2.4.27 - 2.4.35 204
Габариты, пересечения и сближения 2.4.36 - 2.4.65 206

Г л а в а 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением
выше 1 кВ 213
Область применения, определения 2.5.1 - 2.5.5 213
Общие требования 2.5.6 - 2.5.20 214
Климатические условия 2.5.21 - 2.5.37 219
Провода и грозозащитные тросы 2.5.38 - 2.5.49 224
Расположение проводов и тросов и расстояния между ними 2.5.50 - 2.5.57..... 232
Изоляция 2.5.58 - 2.5.62 240
Защита от перенапряжений, заземление 2.5.63 - 2.5.81 242
Арматура 2.5.82 - 2.5.86 248
Опоры 2.5.87 - 2.5.103 249
Прохождение ВЛ по ненаселенной и труднодоступной местности 2.5.104 –
- 2.5.105 255
Прохождение ВЛ по лесным массивам, зеленым насаждениям,
пахотным и культурным землям 2.5.106 - 2.5.108 256

Прохождение ВЛ по населенной местности 2.5.109 - 2.5.118 257
Пересечение и сближение ВЛ между собой 2.5.119 - 2.5.124 259
Пересечение и сближение ВЛ с сооружениями связи, сигнализации и радиотрансляции 2.5.125 - 2.5.139 261
Пересечение и сближение ВЛ с железными дорогами 2.5.140 - 2.5.144 268
Пересечение и сближение ВЛ с автомобильными дорогами 2.5.145 - 2.5.149 271
Пересечение и сближение ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями 2.5.150 - 2.5.153 273
Пересечение ВЛ с водными пространствами 2.5.154 - 2.5.157 274
Прохождение ВЛ по мостам 2.5.158 - 1.5.160 275
Прохождение ВЛ по плотинам и дамбам 2.5.161 276
Сближение ВЛ с водоохладителями 2.5.162 277
Сближение ВЛ со взрыво- и пожароопасными установками 2.5.163 277
Пересечение и сближение ВЛ с надземными и наземными трубопроводами и канатными дорогами 2.5.164 - 2.5.168 277
Пересечение и сближение ВЛ с подземными трубопроводами 2.5.169 - 2.5.172 279
Сближение ВЛ с нефтяными и газовыми факелами 2.5.173 281
Сближение ВЛ с аэродромами 2.5.174 281