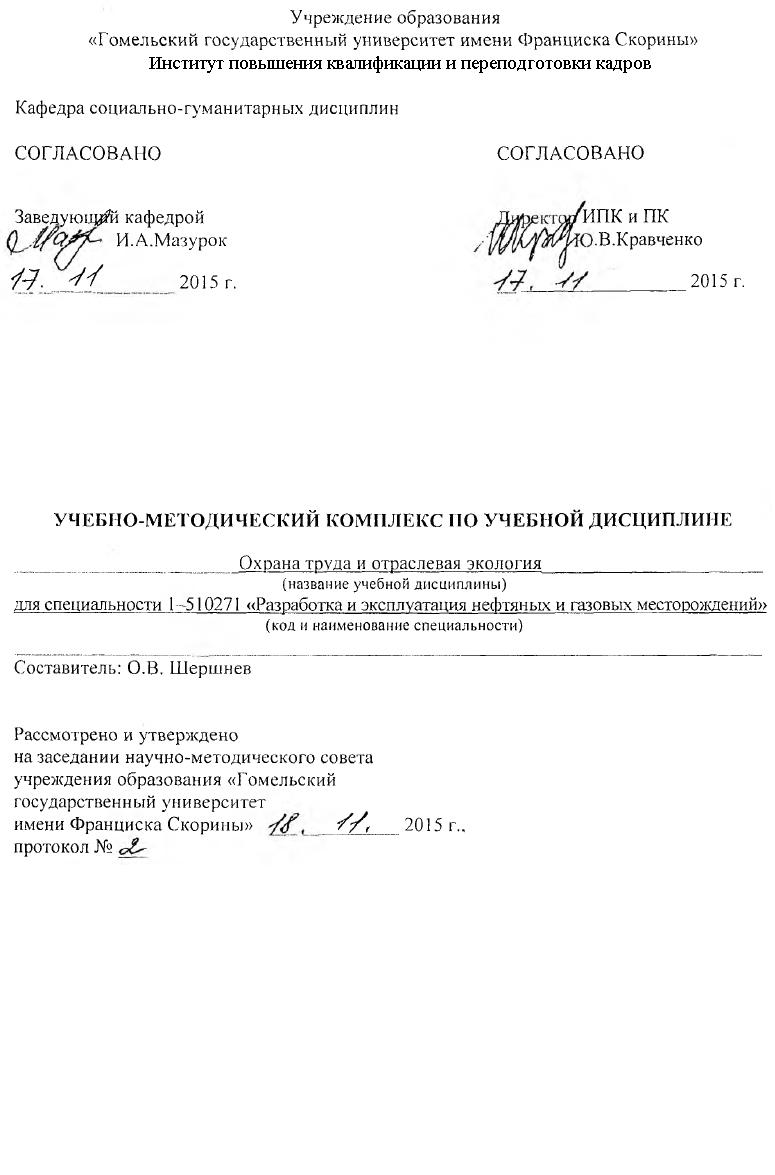
****

СОСТАВИТЕЛЬ:

О.В. Шершнев, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-гуманитарных дисциплин

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

кафедра географии УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

М.Г. Ясовеев, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры географии и методики преподавания географии УО «Белорусский государственный университет имени М. Танка»

**Содержание**

Пояснительная записка

1 Теоретический раздел ЭУМК.

1.1 Тексты лекций «Охрана труда и отраслевая экология»

1.2 Глоссарий. Основные термины и понятия необходимые для изучения дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология»

2 Практический раздел ЭУМК

Задания и методические рекомендации для выполнения практических работ по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология»

3 Раздел контроля знаний ЭУМК

Вопросы к зачету по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология»

4 Вспомогательный раздел ЭУМК

4.1 Типовой учебный план переподготовки по специальности 1–510271 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» заочной формы получения образования

4.2 Учебная программа по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология» для специальности 1–510271 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» заочной формы получения образования

**Пояснительная записка**

Многообразие технологических операций, широкое разнообразие техники, работы связанные с эксплуатацией объектов, рассредоточенных на больших территориях и в разных климатических зонах, могут представлять серьезную угрозу для работающего персонала нефтегазодобывающей отрасли и для окружающей среды.

В производственных процессах необходимо учитывать особенности каждого вида работ. Негативные факторы трудового процесса приводят к снижению трудоспособности. Длительное воздействие неблагоприятных условий труда может привести к нарушению здоровья работающего, развитию профессионального заболевания или инвалидности.

Проблемы защиты окружающей среды особенно остро проявляются в отраслях промышленности, связанных с недропользованием. Осуществление технологических процессов с точки зрения их экологической безопасности на нефтегазовых объектах могут проводить те специалисты, которые умеют рационально подходить к использованию природных ресурсов.

В ЭУМК раскрываются теоретические и методические основы обеспечения охраны труда и экологической безопасности в нефтегазодобывающей отрасли.

Целью изучения дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология» является овладение слушателями знаниями и навыками в области охраны труда и отраслевой экологии.

Задачи дисциплины:

– усвоение слушателями важнейших понятий и определений в области охраны труда и отраслевой экологии;

– изучение видов нарушения окружающей среды при проведении рода технологических операций в нефтегазодобывающей отрасли;

– изучение методов локализации и ликвидации нефтяных загрязнений;

– формирование у слушателей навыков обосновывать выбор методов и технологических схем обезвреживания и утилизации отходов бурения;

– формирование у слушателей умений обосновывать мероприятия по охране окружающей среды от различных видов и источников воздействия в нефтегазодобывающей отрасли.

ЭУМК включает разделы: теоретический практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел ЭУМК включает тексты лекций для теоретического изучения учебной дисциплины в объеме, установленном типовым учебным планом по специальности 1–510271 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». В разделе также представлен необходимый минимум терминов (глоссарий) необходимый для успешного овладения теоретически материалом дисциплины.

Практический раздел ЭУМК содержит задания и методические рекомендации для выполнения практических работ. В конце каждой работы приводится список вопросов по тематике практической работы. Текущая форма контроля знаний осуществляется путем защиты практических работ.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы итоговой аттестации (вопросы к зачету), позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности слушателей требованиям образовательного стандарта высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Вспомогательный раздел ЭУМК включает типовой учебный план переподготовки, учебную программу по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология» для специальности 1–510271 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», перечень учебных изданий и информационных материалов, рекомендуемых для изучения учебной дисциплины.

**1 Теоретический раздел ЭУМК**

**1.1 Тексты лекций по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология»**

**Принятые сокращения**

БЗ – боновое заграждение

БР – буровой раствор

БПК – биологическое потребление кислорода

БСВ – буровые сточные воды

БШ – буровой шлам

ГСМ – горюче-смазочные материалы

ДНС – дожимная насосная станция

КС – компрессорная станция

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод

ОБР – отработанный буровой раствор

ОС – окружающая среда

ПАВ – поверхностно-активные вещества

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

ПДК – предельно допустимая концентрация

ППД – поддержание пластового давления

**Тема 1 Правовое обеспечение охраны труда и экологической безопасности в нефтегазодобывающей отрасли**

1 Законодательные акты в области охраны труда

2 Обеспечение безопасных условий труда на нефтяных и газовых промыслах

3 Нормативно-техническая документация

4 Правовое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности

**1 Законодательные акты в области охраны труда**

**Безопасные условия труда** – это условия труда, при которых воздействие на работающих вредных или опасных производственных факторов исключено, либо уровни их воздействия не превышают установленные нормативы.

**Охрана труда** – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

В свою очередь, охрана труда использует достижения в таких областях научных исследований, как «Гигиена труда», «Техника безопасности» и др.

**Гигиена труда** – это система обеспечения здоровья работающих в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические и иные мероприятия.

**Техника безопасности** – это комплекс средств и мероприятий, внедряемых в производство с целью создания здоровых и безопасных условий труда.

Техника безопасности содержит требования, выполнение которых должно обеспечить необходимый уровень безопасности предприятия в целом, отдельных его помещений, оборудования и других элементов производственной инфраструктуры.

Основополагающим актом, направленным на регулирование общественных отношений в области охраны труда и реализацию установленного Конституцией Республики Беларусь права граждан на здоровые и безопасные условия труда является *Закон Республики Беларусь «Об охране труда»*. Среди закрепленных положений в Закон: определяет обязанности, права и ответственность работодателей и работающих по вопросам охраны труда; определяет полномочия субъектов государственного управления в этой сфере; устанавливает гарантии, права работающих на охрану труда; предусматривает обязательность соблюдения требований охраны труда на стадии проектирования и строительства объектов производственного назначения и другие.

***Трудовой кодекс Республики Беларусь*** регулирует правоотношения в области охраны труда между нанимателями, работниками и государством.

Трудовой кодекс применяется в отношении всех работников и нанимателей, заключивших трудовой договор на территории Республики Беларусь, если иное не установлено актами законодательства или нормами ратифицированных и вступивших в силу международных договоров Республики Беларусь или конвенций Международной организации труда, участницей которых является Республика Беларусь.

Трудовой кодекс регулирует трудовые отношения, основанные на трудовом договоре, а также отношения, связанные с: профессиональной подготовкой работников на производстве; деятельностью профсоюзов и объединений нанимателей; ведением коллективных переговоров; взаимоотношениями между работниками (их представителями) и нанимателями; обеспечением занятости; рассмотрением трудовых споров и другие.

***Закон Республики Беларусь «О пожарной безопасности»*** устанавливает государственный надзор за обеспечением пожарной безопасности министерствами, государственными комитетами, комитетами, концернами, предприятиями, учреждениями, организациями независимо от форм собственности, а также гражданами. Определяет правовую основу к принципы организации пожарной безопасности, а также принципы деятельности пожарной службы, всех субъектов правоотношений в этой области.

*Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»*определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий производственных аварий.

Закон определяет лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности, сертификацию технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, а также экспертизу и разработку декларации промышленной безопасности. В законе установлены требования к организации и проведению производственного и общественного контроля в области промышленной безопасности, а также предусмотрен учет аварий и инцидентов, ответственность за нарушения законодательства в области промышленной безопасности.

Имеются также другие законодательные акты, которые в той или иной части регулируют правоотношения в области охраны труда (Кодекс об административных правонарушениях, Уголовный кодекс и др.).

В зависимости от характера нарушения Законодательства по охране труда и последствий предусмотрены три формы ответственности.

*Дисциплинарная* – замечание, выговор, строгий выговор, увольнение. Возможно лишение премии.

*Административная ответственность* применяется за нарушения, где не предусмотрена уголовная ответственность и, в соответствии со статьями 41–46 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях, влечет наложение штрафов, размер которых в зависимости от нарушения составляет от одной до двадцати минимальных заработных плат.

*Уголовная ответственность* определяется судом. В соответствии со статьей 306 Уголовного кодекса Республики Беларусь, нарушение правил охраны труда, совершенное лицом, на котором лежали обязанности по соблюдению этих правил, в зависимости от степени тяжести может наказываться штрафом, или исправительными работами на срок до двух лет. Могут быть применены ограничение или лишение свободы на срок до трех лет или от трех до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью или без лишения.

**2 Обеспечение безопасных условий труда на нефтяных и газовых промыслах**

Реализация прав на здоровье и безопасные условия труда заключаются в их практическом (санитарно-гигиеническом, медицинском, техническом, эргономическом) обеспечении.

*Санитарно-гигиеническое и медицинское обеспечения включают*: организацию отдыха, питания и быта трудящихся, оснащение цехов, производственных участков и бригад санитарно-бытовыми устройствами; стационарными или передвижными домиками для отдыха, смены и сушки одежды; организацию санитарно-курортного лечения, отдыха и лечения в профилакториях и пансионатах; бесплатную выдачу спецодежды и других средств индивидуальной защиты, соответствующих характеру работ каждого рабочего; периодический медицинский осмотр и бесплатное лечение в случаях болезней и травм.

*Техническое обеспечение* заключается в оснащении производства технологией и оборудованием, которые соответствуют требованиям безопасности, эргономики и санитарным нормам, позволяют нейтрализовать или оградить влияние на рабочих опасных и вредных факторов окружающей и рабочей среды (вредных веществ, чрезмерно высокой или низкой температуры, влажности, давления и т.п.).

Рабочие имеют право на систематическую информацию об условиях труда, о расследовании обстоятельств несчастного случая или профзаболевания, на периодические и внеочередные инструктажи по безопасному ведению работ, нормальные и безопасные режимы труда и отдыха, обеспечение средствами коллективной защиты, компенсацию за работу во вредных условиях, перевод на более легкую работу по состоянию здоровья, контроль за деятельностью администрации по дальнейшему оздоровлению труда, по соблюдению правил и норм охраны труда, возмещение ущерба в связи с потерей здоровья работающего и привлечение к ответственности лиц, виновных в этом.

**Условия труда** – это совокупность факторов производственной среды, влияющих на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Условия труда на нефтяных и газовых промыслах имеют свои особенности:

– работы связаны с эксплуатацией объектов, рассредоточенных на большой территории месторождения нефти и газа;

– люди работают, в основном, под открытым небом в любую погоду и далеко от места жительства;

– большое количество различной аппаратуры и трубопроводов работают под высоким давлением и во взрыво- и пожароопасной средах;

– некоторые производственные операции связаны со значительными затратами физического труда, с нервным напряжением;

– многие технологические процессы осуществляют с применением вредных для здоровья человека рабочих сред и химических реагентов.

К газоопасным местам относятся:

– слабо вентилируемые помещения, где расположены аппараты, агрегаты или трубопроводы, через которые проходят газ, конденсат, нефть;

– все места, находящиеся ниже поверхности земли (колодцы, траншеи, котлованы, лотки и т. п.);

– трассы трубопроводов, по которым транспортируются газ, конденсат и нефть;

– помещения насосных по перекачке газового конденсата, нефти, машинный зал компрессорной станции, помещения газораспределительной батареи и групповой замерной установки;

– территории, непосредственно прилегающие к технологическим установкам, промысловой и комплексной подготовки нефти и газа;

– места открытого выделения газов (факела, газоотводы, места отбора проб газа и нефти) и др.

В технологических процессах добычи нефти и газа применяют разнообразные химреагенты: кислоты, ингибиторы, растворители, одоранты и другие.

Некоторые операции требуют тяжелого физического труда, например, спуско-подъемные операции при ремонте скважин, когда приходится отодвигать и перемещать тяжелое оборудование (клинья, элеваторы, штропы, ключи и др.), канатные работы, при которых приходится очень часто монтировать и демонтировать устьевое оборудование; ремонт трубопровода, когда приходится вручную вскрывать поврежденный участок, и т.д.

Санитарно-гигиенические условия труда определяются физическим, химическим, биологическим и психофизиологическим факторами.

К *физическим факторам* в нефтегазодобыче относятся повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, повышенная или пониженная влажность воздуха, повышенная или пониженная подвижность воздуха, недостаточная освещенность рабочей зоны.

К *химическим факторам* (по характеру воздействия на организм человека) относят токсичные и раздражающие вещества.

К *биологическим факторам* относят насекомых (комары, гнус, мошкара и т. п.), которые мешают человеку при труде.

К *психофизиологическим факторам* относят степень утомляемости (физической и нервной) человека на рабочем месте.

Неблагоприятные факторы, воздействующие на здоровье работников, относятся к **производственным вредностям**.

Указанные факторы способствуют возникновению самых распространенных среди рабочих нефтегазодобывающей промышленности заболеваний – радикулита, остеохондроза и спондилеза.

Воздействие нефти, газа и газоконденсата на организм человека зависит от свойств их составных частей. Природные и нефтяные газы, пары нефти и конденсата не вызывают сильных отравлений, но вредны для организма – при длительном вдыхании их человек теряет сознание. При постоянном вдыхании нефтяного газа и паров нефти поражается центральная нервная система, снижается артериальное давление, становится реже пульс и дыхание, понижается температура тела.

Одна из главных особенностей условий труда при добыче нефти, газа и газоконденсата – это работа, в основном, на открытом воздухе (на кустах скважин, трассе трубопроводов и т. п.), а также работа, связанная с перемещениями по территории объекта и между объектами, частыми подъемами на специальные площадки, находящиеся на высоте. Поэтому метеорологические факторы для рабочих играют важную роль, особенно в условиях сурового климата Западной Сибири и Крайнего Севера с низкими температурами (зимой до –50°С) и высокой влажностью (летом до 100%). При низкой (сверх допустимых норм) температуре окружающей среды тепловой баланс нарушается, что вызывает переохлаждение организма, ведущее к заболеванию. Результатами многократного, длительного воздействия низких температур на организм человека являются пояснично-крестцовый радикулит и хроническое повреждение холодом (иначе его называют ознобление или холодовая болезнь). При работе в плохо вентилируемых помещениях и при высокой температуре воздуха в летнее время (до +50°С) возможны перегревание организма, солнечные и тепловые удары.

Многие машины и агрегаты, применяемые при добыче нефти, газа и конденсата, характеризуются высоким уровнем шума и вибрации. Сильный шум создается при редуцировании газа, продувке скважин, оборудования и трубопроводов газом. Работа технологических компрессоров также сопровождается шумом, фон которого вреден для организма человека: газотурбокомпрессоры создают высокочастотный шум 100–115 дБ, газомоторные и электромоторные компрессоры – среднечастотный шум 80–95 дБ. Такие фоны шума служат причиной быстрой утомляемости, снижения работоспособности и концентрации внимания, замедления психических реакций, ослабления памяти работающих.

*Вибрация* может вызвать расстройство нервной системы, а вместе с шумом и глухоту. Воздействие вибрации может привести к спазмам кровеносных сосудов, нарушить деятельность желудочно-кишечного тракта, мышечного аппарата, вызвать заболевания органов зрения и слуха, а длительное воздействие вибрации, значительно превышающее предельно допустимые санитарные нормы, приводит к вибрационной болезни.

С целью снижения шума и вибрации на рабочих местах следует выполнять следующие мероприятия:

– соблюдать требования инструкций по монтажу оборудования и технических условий на монтаж/демонтаж установок для буровых работ;

– создание хорошей звукоизоляции и установка звукоотражающих экранов;

– своевременно и качественно устранять неисправности и поломки оборудования и металлоконструкций, своевременно проводить все виды ремонтов, соблюдать рекомендации, приведенные в технических описаниях и инструкциях по эксплуатации.

*Производственная пыль*. При капитальном ремонте скважин, когда цементируют обсадную колонну, возводят цементную перемычку в призабойной зоне пласта и т.д., возможны запыление окружающей среды и контактирование рабочих с цементной пылью. Цементная пыль, попадая в глаза, верхние дыхательные пути и легкие, приводит к различным заболеваниям.

**3 Нормативно-техническая документация**

Для того чтобы предусмотреть определенную последовательность безопасных трудовых операций, возможные аварийные ситуации и несчастные случаи, при которых должны быть каким-либо образом запланированы действия обслуживающего персонала; обеспечить регистрацию действий обслуживающего персонала, чтобы по ним можно было принимать оперативные решения по корректировке режимов, ремонту оборудования, и, при необходимости, сделать правильные заключения об обстоятельствах аварии или несчастного случая, на рабочих местах, на каждом объекте или в бригаде должны быть следующие нормативно-технические документы: *технологический регламент или технологическая карта*, *санитарно-технический паспорт*, *план ликвидации аварий*, *вахтенный журнал* и *инструкции по охране труда для работающих*.

*Технологический регламент* содержит порядок пуска отдельных установок и объекта в целом, текущего контроля за ходом нормального технологического процесса и остановки объекта, отдельной установки или линии в случае аварийной ситуации или в случаях необходимости.

# Санитарно-технический паспорт – это документ по охране труда, характеризующий санитарно-техническое состояние производственного объекта и позволяющий запланировать оздоровительные мероприятия по улучшению условий труда.

На каждый производственный объект должен быть заведен санитарно-тенический паспорт, в котором отражаются сведения о характере производственного процесса; состав, количество и состояние средств труда; интенсивность всех вредных производственных факторов в рабочей зоне; состав, количество, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты и бытовых помещений; численность работающих (в том числе женщин и подростков) в неблагоприятных условиях; сведения о вентиляции, освещенности, температуре и влажности воздуха; сведения о травматизме и заболеваемости.

Эти показатели определяют условия труда на данном объекте, причем применяемые средства труда характеризуют тяжесть труда; интенсивность вредных производственных факторов, состояние средств защиты – безопасность труда; бытовые помещения – комфорт труда.

Для каждого газо-, взрыве- или пожароопасного объекта разрабатывают план ликвидации аварий, который содержит оперативную часть (распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварий, и порядок их действия) и список должностных лиц, служб, которые должны быть немедленно извещены об аварии.

*К плану прилагаются*: схема расположения технологического оборудования и коммуникаций с указанием вводов и выводов рабочей среды, задвижек, кранов, вентилей, рубильников и аварийных кнопок; схема размещения стационарных средств пожаротушения; шкафов с газозащитной аппаратурой, инструментом и материалами, используемыми в случаях аварии, мест расположения пожарных извещателей и телефонов.

*Оперативная часть плана* предусматривает условия, предопределяющие возможные аварии и места их возникновения, мероприятия по ликвидации аварий в начальной стадии их возникновения, а также действия работников при этом.

План ликвидации составляют на аварии, которые характерны для данного объекта. Например, для объектов добычи нефти и газа характерными авариями являются прорывы газа и легковоспламеняющихся жидкостей, разлив взрывоопасных и токсичных жидкостей вследствие разрыва трубопроводов, утечки, загорания нефти, газа и т.п.

**Вахтенный журнал** на рабочем месте – это документ, отражающий технологический процесс, состояние оборудования и производственной среды в динамике.

В вахтенном журнале ведут записи о состоянии производственного объекта, оборудования и производственной среды, ходе технологического процесса, неполадках, выполненных работах в данной смене и неотложных работах для следующей смены, а также о всех проводимых на объекте ремонтных и профилактических работах, в том числе выполняемых сторонними организациями с указанием времени начала и окончания работ, состава бригады. Вахтенный журнал служит источником данных для принятия мастером оперативных решений с целью нормализации производственной среды, режима работы объекта, своевременного профилактического обслуживания и ремонта оборудования, проведения повседневных оперативных мероприятий, в том числе и по охране труда на данном объекте. Вахтенный журнал служит юридическим документом для анализа обстоятельств, предшествующих аварии или несчастному случаю.

**Инструкции по охране труда** предназначены для предупреждения аварий, несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве. Инструкции по охране труда разрабатывают на основе накопленного опыта ошибок по данным анализа травматизма, профессиональных заболеваний и аварий, имевших место в прошлом на нефтегазодобывающих предприятиях. Каждое требование инструкции представляет предупреждение об ошибках, приведших ранее к несчастным случаям, заболеваниям и авариям. Журнал проверок состояния условий труда на рабочих местах заводят для регистрации выявленных проверяющими лицами государственного, ведомственного и общественного надзора недостатков, с целью их дальнейшего устранения. В журнале указывают сроки устранения выявленных нарушений правил и требований безопасности, недостатков в обеспечении безопасности и ответственных лиц за их устранения. Рабочие должны своевременно устранять указанные в журнале нарушения и недостатки, так как это является одним из условий охраны труда, их здоровья и безопасности.

**4 Правовое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности**

**Окружающая среда** – совокупность компонентов природной среды, природных, природно-антропогенных и антропогенных объектов.

**Компоненты природной среды** – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

**Охрана окружающей среды** (природоохранная деятельность) – деятельность государственных органов, общественных объединений, иных юридических лиц и граждан, направленная на сохранение и восстановление ОС, рациональное (устойчивое) использование природных ресурсов и их воспроизводство, предотвращение загрязнения, деградации, повреждения, истощения, разрушения, уничтожения и иного вредного воздействия на ОС хозяйственной и иной деятельности и ликвидацию ее последствий.

**Экологическая безопасность** – состояние защищенности ОС, жизни и здоровья граждан от возможного вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

**Управление природопользованием и охраной окружающей среды** – это деятельность государства по организации рационального использования, воспроизводства природных ресурсов, охраны и защиты ОС, достижению экологической безопасности, а также по обеспечению режима законности и конституционных гарантий прав граждан на благоприятную ОС.

Методы управления природопользованием и охраной ОС подразделяются на:

– *административные*, т.е. прямой приказ, обеспечиваемый возможностью государственного принуждения;

– *экономические*, т.е. создающие непосредственную материальную заинтересованность в выполнении предприятиями, организациями, трудовыми коллективами, гражданами решений органов управления природопользованием и охраной ОС;

– *морального стимулирования*, которые реализуются как посредством применения мер поощрительного характера, так и в форме воздействия на нарушителей.

Экологическая функция государства осуществляется на основе ряда программных документов, определяющих направления внутренней и внешней политики Республики Беларусь в области охраны ОС:

– Концепции государственной политики Республики Беларусь в области охраны ОС;

– Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.;

– Национального плана действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране ОС Республики Беларусь.

Принципы охраны ОС, на основе которых реализуется экологическая функция государства, закреплены также в Законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды». К таким принципам относятся, например:

– соблюдение права граждан на благоприятную ОС и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права;

– научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов граждан, общества и государства в целях обеспечения благоприятной ОС;

– предупредительный характер мер по охране ОС и предотвращению вреда ОС;

– приоритет сохранения естественных экологических систем, типичных и редких природных ландшафтов и природных комплексов;

– допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС с учетом требований в области охраны ОС;

– запрещение хозяйственной и иной деятельности, которая может привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда объектов растительного и животного мира, истощению природных ресурсов и иным отрицательным изменениям ОС;

Согласно статье 45 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация и ликвидация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки должны осуществляться в соответствии с требованиями в области охраны ОС, санитарными, противопожарными и иными требованиями законодательства. При осуществлении названных видов деятельности должны предусматриваться меры по очистке и обезвреживанию отходов производства и сбору нефтяного (попутного) газа и попутных вод, рекультивации земель, снижению вредного воздействия на ОС, а также по возмещению вреда ОС, причиненного в процессе строительства и (или) эксплуатации указанных объектов.

Транспортировка нефти и газа по территории Республики Беларусь осуществляется на основании Закона Республики Беларусь «О магистральном трубопроводном транспорте». Этот закон устанавливает меры обеспечения безопасности при создании магистральных трубопроводов, эксплуатации магистральных трубопроводов, выводе из эксплуатации, консервации и ликвидации магистральных трубопроводов, включая: требования по обеспечению промышленной, пожарной и экологической безопасности магистральных трубопроводов; проведение оценки воздействия на ОС планируемой деятельности по созданию и функционированию магистральных трубопроводов и другие мероприятия.

Не допускается размещение магистральных трубопроводов по территориям населенных пунктов, заповедников, заповедных зон национальных парков, зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, а также в опасных геологических условиях, представляющих угрозу безопасности при любых видах строительных и эксплуатационных работ, если это не обосновано экологическими изысканиями и исследованиями по оценке воздействия на ОС.

С целью обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов и кабелей технологической связи устанавливаются охранные зоны, размеры которых определены Правилами охраны магистральных трубопроводов.

Требования по обеспечению промышленной, пожарной и экологической безопасности в области газоснабжения установлены Законом Республики Беларусь «О газоснабжении», согласно которому собственник объектов системы газоснабжения и (или) уполномоченное им лицо обязаны: проводить контроль за техническим состоянием объектов системы газоснабжения; проводить производственный контроль в области охраны ОС, пожарно-профилактические работы на объектах системы газоснабжения; разрабатывать мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации возможных аварий, пожаров и других чрезвычайных ситуаций, а также планы действий в чрезвычайных ситуациях и другие.

Процесс ликвидации объектов нефтегазодобывающих производств также осуществляется с соблюдением требований экологической безопасности. При ликвидации магистрального трубопровода или его объектов производятся демонтаж оборудования, снос или перепрофилирование производственных зданий и сооружений, а также проводятся мероприятия по восстановлению ОС, в том числе мероприятия по рекультивации земель. При невозможности восстановления окружающей среды в первоначальном состоянии проводятся компенсационные мероприятия по возмещению причиненного вреда ОС и гражданам вследствие изменения состояния ОС в период создания и эксплуатации магистральных трубопроводов.

**Экологическое правонарушение** представляет собой виновное, противоправное деяние (действие, бездействие), посягающее на установленный экологический правопорядок, экологическую безопасность общества и причиняющее вред ОС, а через него также здоровью человека, имуществу физических и юридических лиц либо создающее реальную угрозу причинения такого вреда.

В связи с этим эколого-правовая ответственность выступает важным звеном правового обеспечения рационального природопользования и охраны ОС. В соответствии со статьей 99 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» нарушение законодательства Республики Беларусь об охране ОС влечет применение мер *дисциплинарной*, *административной* и *уголовной ответственности*. Так применение дисциплинарной ответственности регламентировано статьями 197–204 Трудового кодекса Республики Беларусь. Сущность дисциплинарной ответственности за нарушение экологического законодательства выражается в наложении на виновного работника дисциплинарного взыскания за невыполнение служебных обязанностей, связанных с охраной ОС. В соответствии со статьями 400–409 Трудового кодекса Республики Беларусь нарушители законодательства в области охраны ОС могут быть привлечены к материальной ответственности, которая выражается в обязанности работника возместить вред, причиненный по его вине организации в результате ненадлежащего исполнения своих трудовых обязанностей.

**Тема 2 Техногенные источники углеводородов на нефтяных и газовых промыслах**

1 Факторы и источники воздействия на окружающую среду

2 Источники воздействия на окружающую среду при бурении скважин

3 Буровые сточные воды

4 Способы сбора и хранения технологических отходов и возникновение

экологических проблем

**1 Факторы и источники воздействия на окружающую среду**

Основные факторы, приводящие к изменению ОС в результате строительства и работы нефтяного и газового промысла, представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Основные группы техногенных геохимических нагрузок на окружающую

среду на разных этапах добычи нефти

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Воздействия | | | Группы загрязнителей окружающей среды и их состав |
| Типы работ | Источники | Причины |
| Поисково-разведочные работы и обустройство промысла | | | |
| Прокладка дорог, обваловка площадок, бурение скважин | Скважины, амбары, системы циркуляции жидкостей, тяжелая техника | Аварийные выбросы, низкая герметичность оборудования, сброс сточных вод, прорывы и переполнение амбаров | Промывочные жидкости, буровые шламы, нефтепродукты, цементы, гипсовые, силикатные, содовые, известняковые, соляные и др. виды технологических растворов, ингибиторы коррозии, ПАВ |
| Эксплуатация месторождений | | | |
| Добыча и транспортирование нефти, закачивание воды в скважины | Отстойники, насосные станции, добывающие и нагнетательные скважины, трубопроводы | Коррозия металла, плохая герметичность, разрушение трубопроводов | Нефть сырая и обессоленная, сточные воды разной минерализации, углеводороды, фенолы, ПАВ и добавки к ним (Ca(NO3)2, Mg(NO3)2, HCl, KCl), ингибиторы коррозии, сероводород, соли (преимущественно хлоридные), редкие и рассеянные элементы, полимеры, щелочи |
| Сбор и первичная подготовка нефти на промысле | | | |
| Сбор сырой нефти, сепарация, утилизация попутных газов и конденсата | Нефтяные резервуары, трубопроводы, факельные системы | Потери легких фракций при хранении, гидролиз углеводородов, коррозия трубопроводов | Продукты неполного сгорания попутных газов и конденсата (выбросы ПАУ, включая бенз(а)пирен), нефть, масла и др. нефтепродукты, азотистые, сернистые соединения, ПАВ, фенолы, одоранты, ингибиторы коррозии, деэмульгаторы, соли, редкие и рассеянные элементы |

Основными веществами, приводящими к загрязнению на нефтяном промысле, являются отходы производства, образующиеся в процессе бурения, обслуживания скважин, сбора продуктов добычи, первичной подготовки нефти и газа.

К числу промысловых отходов, приводящих к загрязнению компонентов ОС на нефтяном промысле и прилегающих территориях, относятся:

– нефть, газ и сточные воды, полученные в результате сепарации пластовой жидкости и первичной подготовки нефти, подземные воды непосредственно из продуктивных пластов;

– законтурные воды нефтяных пластов, в том числе используемые для поддержания пластового давления;

– газ «газовых шапок» нефтяных залежей;

– продукты сгорания газа в факелах;

– буровые растворы, применяемые дня промывки стволов скважин во время бурения;

– химические реагенты, используемые для обработки скважин с целью увеличения нефтеотдачи: присадки, ингибиторы коррозии и осаждения солей, нефтепродукты.

Таблица 2 – Основные факторы и характер изменений ОС на нефтепромысле

|  |  |
| --- | --- |
| Факторы | Характер изменений |
| Виды и интенсивность строительных работ (строительство промышленных объектов, коммуникаций, бытовых сооружений) | Механические нарушения поверхности и естественного растительного покрова |
| Виды и количество транспортных средств, используемых на промысле, интенсивность их работы | Механические нарушения поверхности, накопление токсичных продуктов, входящих в состав выхлопных газов |
| Состав и количество разливающейся нефти; состав и количество разливающихся промысловых сточных вод, в том числе пластовых нефтяных вод; состав и количество разливающейся буровой жидкости и реагентов | Геохимические изменения почв, поверхностных и грунтовых вод; изменение нормального роста растений или деградация растительных сообществ |

В процессе разведки и добычи нефти и газа может иметь место неуправляемое фонтанирование скважин. В одних случаях нефтяные и газовые фонтаны можно ликвидировать довольно быстро, в других это не удается сделать за недели, и даже за месяцы. Необратимые последствия неконтролируемого фонтанирования скважин возникают с одновременным появлением газовых грифонов – пробивающихся сквозь горные породы потоков газа, которые приводят к разуплотнению горных пород и образованию глубокой воронки, в которую проваливаются нефтяные вышки и другие объекты скважинного хозяйства.

На скважинах в процессе бурения и добычи загрязнение ОС вызывается утечками углеводородов через фланцевые соединения (зазоры в сальниках, задвижках), разрывами трубопроводов, разливами нефти при опорожнении сепараторов и отстойников.

На стадии эксплуатации основными источниками загрязнения ОС являются скважины, в случае нарушения их режимов работы, возникающих при аварийных ситуациях, ремонтных работах и по другим причинам. Основным загрязняющим веществом от эксплуатирующихся скважин является пластовая жидкость, представляющая собой нефть, содержащую растворенный газ и некоторое количество пластовой воды, как правило, высокой минерализации. Количество газа и воды зависит от степени обводненности залежи. Соотношение воды и нефти в таких потоках изменяется от 1:100 до 100:1.

Большой ущерб ОС наносят разливы нефти в результате аварий на нефтегазосборных коллекторах и технологических установках, ликвидация которых нередко затягивается или выполняется некачественно. Наиболее тяжелым и опасным по последствиям является загрязнение подземных и наземных пресных вод и почв.

**2 Источники воздействия на окружающую среду при бурении скважин**

При буровых работах источники загрязнения ОС могут быть подразделены на четыре группы:

– *эксплуатационные* – возникают в результате образования сточных вод от мытья оборудования, полов, очистки желобов от шлама, слива воды из систем охлаждения и т.д.;

– *технологические* – сток бурового раствора с поднимаемых бурильных труб и сброс воды после их обмыва, появление излишка бурового раствора в результате его наработки при бурении и сброс этого излишка, излив раствора из скважины при выполнении спуско-подъемных операций;

– *аварийные* – выброс пластового флюида из скважины во время нефтегазопроявлений, открытого фонтанирования, потери технических жидкостей при прорывах трубопроводов или вследствие поломки запорной арматуры;

– погодные — вынос с буровой технических жидкостей, ГСМ при атмосферных осадках, снос с буровой площадки загрязняющих веществ талыми водами.

Основными объектами загрязнения ОС при бурении нефтяных и газовых скважин являются: рабочая площадка; устье скважины и прискваженные участки; циркуляционная система; блоки приготовления, очистки, утяжеления и регенерации бурового раствора; блок химреагентов; склад для хранения сыпучих материалов, блок емкостей для запасного бурового раствора, насосный блок, дизельный привод, обвязка буровых насосов; обвязка водоснабжения, земляные амбары.

*Источниками геомеханических нарушений* являются следующие технологические процессы:

– снятие и складирование плодородного слоя земли при подготовке территории буровой;

– устройство насыпной площадки под буровую при кустовом строительстве скважин;

– устройство земляных котлованов (шламовых амбаров) для сбора и хранения производственно-технологических отходов бурения;

– сооружение технологических площадок под оборудование буровой.

*Источниками гидрогеологических нарушений* являются технологические процессы, связанные с бурением скважин (загрязнения подземных вод и открытых водоемов, почвенно-растительного покрова).

Источники загрязнения условно можно разделить на постоянные и временные (рисунок 1).

Источники загрязнения

Постоянные

Временные

Шламовые амбары

Нарушение герметичности заколонного пространства

Поглощение бурового раствора

Межпластовые перетоки

Затопление территории буровой

Атмосфера

Почвы

Поверхностные воды

Подземные воды (недра)

Объекты загрязнения

Рисунок 1 – Источники загрязнения при бурении скважин

К первой группе относятся фильтрация и утечки жидких отходов бурения из накопительных котлованов, сооружаемых в минеральном грунте (шламовых амбаров). Ко второй группе относятся источники временного действия: поглощение бурового раствора при бурении; выбросы пластового флюида на дневную поверхность; нарушение герметичности зацементированного заколонного пространства, приводящее к межпластовым перетокам и заколонным проявлениям; затопление территории буровой вследствие паводка в период весеннего половодья или интенсивного таяния снегов и разлив при этом содержимого шламовых амбаров. Общим для них является то, что они носят вероятностный характер, а их последствия трудно предсказуемы.

Наибольшую опасность для природных объектов представляют производственно-технологические отходы бурения (БШ, ОБР, БСВ), которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой, как правило, в земляных амбарах (котлованах-отстойниках), устраиваемых в минеральном или насыпном грунте. Отходы в своем составе содержат загрязнители минеральной и органической природы, а также химреагенты. Токсичность отходов бурения регулируется применением для приготовления бурового раствора малоопасных ингредиентов, отвечающих требованиям РД 153–39–026–97 «Требования к химпродуктам, правила и порядок допуска их к применению в технологических процессах добычи и транспорта нефти».

По агрегатному состоянию отходы могут быть систематизированы как *жидкие* (текучие), *полужидкие* (пастообразные) и *твердые*. При этом основным признаком отнесения к тому или иному виду в данной систематизации является содержание твердой и жидкой фаз. Так, при содержании твердой фазы до 35% отходы сохраняют свою подвижность и текучесть и относятся к жидким отходам – *отработанным буровым растворам*. При содержании твердой фазы от 35 до 85% отходы имеет пастообразный вид и относятся к полужидким (ОБР с буровым шламом). При содержании жидкости в составе отходов меньше 15% их относят к категории твердых отходов – *буровым шламам*.

**3 Буровые сточные воды**

Наибольший объем среди отходов бурения составляют БСВ, формирующиеся в процессе выполнения различных технологических операций, загрязненные буровым раствором и его компонентами, выбуренной породой и нефтепродуктами. Это связано с тем, что строительство скважин сопровождается потреблением значительных объемов природной воды и образованием загрязненных стоков в виде БСВ. Суточная потребность буровой в технической воде колеблется в широких пределах – от 25–30 до 100–120 м3 (на цикл бурения – 5000–8000 м3) и зависит как от природно-климатических условий и геолого-технических особенностей проводки скважин, от организации системы водоснабжения, так и от глубины скважины, продолжительности бурения и необходимости ликвидации осложнений и аварий. Физико-химический состав БСВ колеблется в широких пределах и зависит в основном от количества попавшего в воду бурового раствора, химических реагентов и состава разбуриваемых пород (табл. 3).

БСВ, образующиеся при бурении нефтяных и газовых скважин, подразделяются на следующие виды:

– *эксплуатационные сточные воды* образуются в процессе очистки сеток вибросит, мытья полов и оборудования. К ним также относится отработанная вода гидротормоза лебедки и системы охлаждения;

– *технические* (обмыв поднимаемых труб, явление сифона, дополнительное загрязнение бурового раствора после цементирования, увеличение объема раствора в результате самопроизвольного замешивания);

– *технологические* (утечки при приготовлении буровых растворов и химических реагентов для их обработки, потери при отделении выбуренного шлама на механизмах грубой очистки (вибросита) и тонкой (гидроциклонные пескоотделители и илоотделители, центрифуги), а также при засорениях и нарушениях целостности желобной системы);

Таблица 3 – Физико-химический состав буровых сточных вод

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Наиболее часто встречающееся значение по [[Булатов, А.И.](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12468/source:default) Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / [А.И. Булатов](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12468/source:default), [П.П. Макаренко](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12469/source:default), [В.Ю. Шеметов](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12470/source:default). – М.: Недра, 1997. – 483 с.] | Диапазон значения показателя | |
| по [[Булатов, А.И.](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12468/source:default) Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / [А.И. Булатов](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12468/source:default), [П.П. Макаренко](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12469/source:default), [В.Ю. Шеметов](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12470/source:default). – М.: Недра, 1997. – 483 с.] | по [Справочник инженера по охране окружающей среды: учеб.-практ. пособие / В.П. Перхуткин, З.И. Перхуткина, Т.А Овчарук. – М: Инфра-М, 2006. – 864 с.] |
| pH | 7,6–8,6 | 7,2–12,4 | 7–10 |
| Взвешенные вещества, мг/дм3 | 3 200–8 000 | 2 500–28 000 | 180–13 000 |
| ХПК, мг/дм3 | 1 000–3 750 | 1 200–10 200 | 100–9 300 |
| БПК5, мг/дм3 | 2 200–3 000 | 1 800–7 200 | 7–520 |
| Нефть и нефтепродукты, мг/дм3 | 80–240 | 25–1 100 | 10–5 300 |
| Сухой остаток, мг/дм3 | 3 000–8 000 | 2 500–35 000 | 2 880–12 030 |

– *аварийные сточные воды* образуются в результате нефтегазоводопроявлений, порывов трубопроводов, неисправностей запорной арматуры;

– *хозяйственно-бытовые сточные воды* на буровых предприятиях образуются в результате деятельности пунктов питания, объектов культурно-бытового и санитарно-гигиенического назначения. По своему объему они составляют незначительную часть общего количества образующихся БСВ.

– *природные или атмосферные* (дождевые и талые) воды, стекающие с площадок, загрязненных нефтью (например, с территорий резервуарных парков и сливо-наливных пунктов), могут содержать до 40–100 мг/дм3 эмульгированной нефти и более 300 мг/дм3 (а в отдельных случаях до 3000 мг/дм3) механических примесей (взвешенных частиц). Их объемы в значительной мере зависят от природно-климатических условий, а также от длительности процесса строительства скважин и могут достигать в среднем 1,5–8% от общего объема БСВ.

**4 Способы сбора и хранения технологических отходов и возникновение экологических проблем**

Способы сбора и хранения производственно-технологических отходов (БШ, ОБР и БСВ) представлены двумя видами – *амбарным* и *контейнерным*.

Строительство земляных амбаров для хранения отходов на период бурения является простым и дешевым способом, особенно если амбары затем становятся местами захоронения отходов. Это возможно только при применении безвредных буровых растворов и сточных вод.

Строительство земляных амбаров включает в себя следующие работы:

– копка земляных амбаров и желобов для движения жидкостей от скважины к амбарам и между амбарами;

– гидроизоляция дна и стенок амбаров;

– гидроизоляция протоков (желобов) между амбарами и от бурового и насосного блоков к амбарам;

– строительство обваловки из минерального грунта высотой не менее 0,5 м и ограждения.

Количество амбаров и их объемы при строительстве скважин определяются:

– количеством запланированных к бурению скважин на кусте;

– конструкцией и проектной глубиной скважин;

– системой очистки бурового раствора;

– системой сбора и вывоза выбуренной породы.

Размеры амбара зависят от объема отходов. Длина амбара должна соответствовать протяженности циркуляционной системы от механизмов очистки бурового раствора до приемной емкости буровых насосов. В среднем длина амбара составляет 50 м. Ширина амбаров колеблется от 3 до 6 м, глубина – от 1 до 4 м. Глубокие амбары целесообразны, т.к. они лучше поддаются планировке и засыпке.

Для сбора и хранения производственно-технических отходов на буровой должны сооружаться земляные амбары трех видов:

– для сбора выбуренной породы и отработанного раствора;

– для сбора сточных вод и их отстоя после очистки;

– на выкидах превентора.

В случае если почвенно-ландшафтные условия не позволяют иметь амбары трех видов, то разрешается сброс буровых сточных вод и растворов в один амбар, состоящий из двух секций – накопительной и отстойной.

Первая секция, в которую сбрасываются БСВ, ОБР и БШ, является накопительной, а вторая – отстойной, в которую поступает лишь жидкая часть отходов бурения (БСВ и ОБР) и где происходит отстаивание БСВ с целью их повторного использования в системе оборотного водоснабжения буровой. Накопительная и отстойная секции амбара соединяются между собой с помощью перепускной трубы с заглушкой.

При строительстве земляных амбаров должны соблюдаться следующие условия:

1. Отметка дна амбара должна быть на 1,0–1,5 м выше уровня грунтовых вод, а глубина захоронения твердых отходов (в амбаре) – не менее 1 м.

2. Для создания противофильтрационных экранов грунтов могут быть использованы глина, цементно-цеолитовые, цементно-полимерные, цементно-глинисто-полимерные композиции и пленочные материалы, железобетонные плиты, битумизированные и кровельные материалы (рубероид и т.д.). В качестве основного гидроизоляционного компонента рекомендуется использовать глину. Толщина глиняной подушки дна и стенок амбара должна быть не менее 10–15 см.

3. Заполнение амбара отходами бурения должно осуществляться не ранее, чем через 24 часа после нанесения гидроизоляционного экрана и его затвердения.

4. По завершении работ на гидроизоляцию земляных амбаров составляется акт с участием представителя заказчика, подрядчика и организации, производившей работы.

Преимущество контейнерного способа сбора отходов заключается в уменьшении размеров земляного отвода (с 3,5 до 1,85 га), резком снижении интенсивности загрязнения, применении бессточной системы канализации стоков, уменьшении потерь воды (свежая вода необходима только для восполнения безвозвратных потерь) за счет создания замкнутой системы водопотребления, применении герметизированной системы сбора и хранения отходов, повторном использовании осветленной воды, а иногда безвредном возвращении ее в природу после завершения строительства скважины.

Образующийся при бурении скважин буровой шлам может содержать до 7,5% нефти и до 15% органических химических реагентов, применяемых и буровых растворах. Помимо буровых площадок в относительно большом объеме нефтяной шлам накапливается при первичной подготовке нефти. В этом случае шламы могут содержать до 80–85% нефти, до 50% механических примесей, до 67% минеральных солей и до 4% ПАВ.

Путями проникновения отходов бурения из шламовых амбаров в объекты гидро- и литосферы являются:

– фильтрация в почвогрунты и утечки при нарушении обваловок и стенок амбаров;

– фильтрация в результате паводков в период дождей и интенсивного таяния снегов.

При эксплуатации гидроизолированный земляной амбар требует постоянного контроля за качеством крепления пологов к бровке амбаров. Обнаруженные дефекты должны быть устранены. Не допускается засорение гидроизоляционного земляного амбара посторонними, в том числе металлическими, предметами, направление струй из шлангов и труб на материал полога. Во избежание обледенения и порыва полога в холодное время года не рекомендуется снижать уровень жидкости в амбарах.

**Тема 3 Источники воздействия нефтегазового комплекса на окружающую среду**

1 Транспортировка нефти и газа

2 Нефтеперерабатывающие предприятия

3 Нефтяные и газовые хранилища

**1** **Транспортировка нефти и газа**

*Железнодорожный, автомобильный и водный транспорт*. Пути транспортировки нефти и природного газа от мест добычи к местам переработки и потребления имеют протяженность в десятки тысяч километров по суше и акватории Мирового океана. На этих путях неизбежны потери углеводородного сырья и его сброс в ОС в результате как аварийных разливов, так и хронических утечек.

Транспортировка нефти, сжиженных газов и нефтепродуктов по железной дороге осуществляется в цистернах или в специальной таре в закрытых вагонах. Вместимость резервуара цистерн составляет от 54 до 162 м3. Цистерны могут быть специального назначения: например, для перевозки высоковязкой и высокопарафинистой нефти используются цистерны с подогревом; для перевозки сжиженных газов – цистерны, рассчитанные на повышенное давление.

Тара для перевозки нефтепродуктов в закрытых вагонах представляет собой металлические бочки (для жидких нефтепродуктов), вместимостью 200 л или бидоны (для смазок).

Экологическая опасность перевозок по железной дороге связана с последствиями аварий, возникающих из-за схода вагонов с рельсов или столкновения поездов. В результате разливов перевозимого продукта и сильных ударов происходят возгорание и сильные взрывы, что причиняет большой ущерб близко расположенным населенным пунктам и окружающей среде.

Автомобильные перевозки нефтепродуктов используются в основном, когда потребители удалены от нефтебаз на не очень большие расстояния. Нефтепродукты перевозятся в автомобильных цистернах разной вместимости (от менее 2 до 15 т), предназначенных для разных видов нефтепродуктов, а также в специальной таре – металлических бочках, бидонах, канистрах, баллонах.

Автомобильные перевозки вследствие относительно небольшого объема на единицу транспортного средства причиняют значительно меньше экологического вреда окружающей среде при авариях, чем другие виды транспорта. Вместе с тем перевозки нефтепродуктов происходят чаше всего по дорогам, загруженным другим автотранспортом, а также внутри населенных пунктов. Поэтому аварии с бензовозами и другими «продуктовозами» могут приводить к большему количеству человеческих жертв, чем при других видах транспортировки нефти и нефтепродуктов. Кроме того, в местах налива нефтепродуктов в автоцистерны (поскольку таких операций на единицу объема приходится значительно больше, чем на других видах транспорта) загрязнение почв и вод оказывается довольно значительным.

*Водный транспорт* для перевозки нефти и нефтепродуктов используется очень широко. Сухогрузные суда перевозят нефтепродукты в основном в бочках, закрепленных на палубе. Нефтеналивные суда (танкеры и баржи) перевозят груз в трюмах и специальных баках (танках), закрепленных на палубах. Морские танкеры отличаются большой грузоподъемностью и могут перевозить от десятков до сотен тысяч тонн нефти. Сжиженный газ перевозится в специальных сферических резервуарах, выдерживающих повышенное давление.

Аварии с танкерами случаются реже, чем на железных дорогах, но при этом выливается несопоставимое количество нефти, что приводит к существенному экологическому ущербу. Ежегодно в мире в результате сбросов с танкеров в морскую среду попадает от 300 до 400 тыс. т нефти.

*Трубопроводный транспорт****.*** Воздействие трубопроводного транспорта на ОС представлено двумя видами: 1) *нарушениями земной поверхности* и 2) *загрязнением компонентов ОС*.

Основной экологический ущерб при прокладке трубопроводов наносится природной среде в период подготовительных работ по расчистке и планировке трассы, а также при вывозе на трассу труб, пригрузов и других материалов. При строительстве трубопроводов происходят различные формы нарушения земной поверхности (в зависимости от конструкции трубопровода): активизация эрозионных процессов грунта, русловые деформации на переходах через реки, рельефообразования на овражистых и холмистых участках и т.д. При сооружении магистрального трубопровода на каждые 100 км трассы нарушается в среднем 500 га земельных угодий, при прокладке дорог – не менее 250 га, под карьеры отводится не менее 100 га.

На линейной части нефтепроводов за счет дефектов как в самой трубе, так и в сварных соединениях могут образовываться утечки нефти и газа. Источником загрязнения может быть также запорная арматура.

Мировая статистика аварийных отказов показывает, что на сухопутных участках трасс нефтепроводов возможны различные группы факторов риска (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Факторы аварийности магистральных нефтепроводов на суше

|  |  |
| --- | --- |
| Группа факторов риска | Доля, % |
| Внешние антропогенные воздействия | 20 |
| Подземная коррозия | 2 |
| Атмосферная коррозия | 2 |
| Внутренняя коррозия | 20 |
| Качество производства труб и оборудования | 15 |
| Качество строительно-монтажных работ | 15 |
| Качество и сроки испытаний | 5 |
| Конструктивио-технологические факторы | 5 |
| Природные воздействия | 10 |
| Эксплуатационные факторы | 6 |

Таблица 5 – Факторы аварийности на подводных переходах трубопроводов

|  |  |
| --- | --- |
| Группа факторов риска | Доля, % |
| Дефекты тела трубы и сварных швов | 10 |
| Воздействие якорей и др. | 20 |
| Коррозия | 22 |
| Качество производства труб | 15 |
| Качество строительно-монтажных работ | 15 |
| Конструктивио-технологические факторы | 5 |
| Природные воздействия | 10 |
| Эксплуатационные факторы | 3 |

Опасности возникновения аварийных отказов магистральных нефтепроводов на суше связаны в основном с качеством изготовления и монтажа трубопроводов (30%), коррозионными процессами, зависящими от химических свойств нефти (20%), внешними (24%) и природными (10%) воздействиями.

Наиболее значительными факторами возникновения аварийных отказов на подводных участках трассы нефтепроводов являются опасности, связанные с качеством изготовления и монтажа трубопроводов (30%), коррозией (22%) и возможными повреждениями якорями (20%). Причинами аварий трубопроводов могут быть также наезд автотракторной техники, чрезмерные динамические нагрузки, климатические условия, несвоевременная замена изношенных труб и т.д.

При возникновении аварийных разливов нефти имеют место следующие виды физического воздействия на ОС:

– загрязнение почвы на значительной территории (деградация гумусированных слоев почвы);

– загрязнение водного бассейна (угнетение водной флоры и фауны);

– воздушная ударная волна при взрыве газовоздушной среды;

– термическое воздействие пожара при возгорании вытекающей из трубопровода нефти;

– загазованность территории.

**2 Нефтеперерабатывающие предприятия**

Экологическая опасность нефтеперерабатывающих предприятий определяется следующими показателями:

– токсическими свойствами продукции;

– опасностью пожаров и взрывов;

– загрязнением атмосферы (углерод (пары нефтепродуктов, газы), оксиды углерода (CO, CO2) и азота (NO2), диоксид серы (SO2), сероводород (H2S), аммиак (NH3), фенол (C6H5OH), бенз(а)пирен);

– загрязнением поверхностных и подземных вод (сточные воды, содержащие нефть и нефтепродукты, минеральные соли, фенол, аммиак);

– загрязнением почв и грунтов (отработанная глина, шлам, ил, нефтегрязь, нефтепродукты от разливов и утечек).

Для отдельных предприятий, в зависимости от специфики производства, массовыми загрязнителями могут быть жирные кислоты и спирты, кислые гудроны, органические и неорганические растворители, органические соединения серы, пылевидная сера, ароматические углеводороды, катализаторная пыль и др.

Токсичность нефтепродуктов связана, прежде всего, с термическими способами их получения (крекинг, пиролиз), в результате чего образуются канцерогенные полициклические ароматические углеводороды. Такие соединения, как [бенз(a)антрацен](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B5%D0%BD) (C18H12), бенз(а)пирен (C20H12) и [овален](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD) (C32H14), обладают ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами.

Подавляющее большинство веществ, применяемых в нефтепереработке и нефтехимии, обладает пожаро- и взрывоопасными свойствами. Зачастую крупные аварии в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности сопровождаются человеческими жертвами (табл. 6).

Таблица 6 – Крупные аварии на предприятиях по переработке углеводородного сырья

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Место | Вещество, характер аварии | Выброс, т | Число смертных случаев | Число пострадавших |
| ФРГ, Людвигсхафен | Взрыв облака бутадиена и бутилена | 20 | 57 | 439 |
| ФРГ, Людвигсхафен | Взрыв облака диметилового эфира | 30 | 207 | 300 |
| Франция, Фейзеи | Взрыв хранилища сжиженного нефтяного газа | 200 | 18 | 81 |
| Англия, Фликсборо | Взрыв облака циклогексана | 30–50 | 28 | 89 |
| Нидерланды, Бек | Взрыв облака пропана | 3–5 | 14 | 107 |

Крупные аварии и сопровождающие их пожары и взрывы на производствах, связанных с переработкой углеводородного сырья, в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости или углеводородного газа, возникающих в основном по следующим причинам:

– нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности (33%);

– некачественный монтаж и ремонт оборудования (22%);

– износ оборудования (8%);

– некачественная защита от молний (3%)

– недостаточно качественные сальниковые уплотнения и фланцевые соединения (1%).

Источниками воспламенения газовоздушных смесей на открытых технологических установках являются:

– нагретая до высокой температуры поверхность технологического оборудования (36,8%);

– открытый огонь печей (22,8%);

– электрические искры неисправного оборудования (8,9%);

– открытый огонь при газоэлектросварочных работах (8,8%);

– повышение температуры при трении (7,6%);

– самовоспламенение продуктов (7,5%);

– прочие источники (7,6%).

Пожаровзрывоопасность отдельных блоков наружных технологических установок определяется характером сырья и готовой продукции, параметрами технологического процесса и особенностями оборудования. Отдельные элементы установок, например, открытые трубчатые печи, являются источниками не только образования взрывоопасных смесей, но и их зажигания. Распределение количества аварий по некоторым видам технологического оборудования представлено в табл. 7.

Таблица 7 – Распределение количества аварий по видам технологического оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| Оборудование | Количество аварий, % |
| Технологические трубопроводы | 31,2 |
| Насосные станции | 18,9 |
| Емкостные аппараты (теплообменники, дегидраторы) | 15 |
| Печи | 11,4 |
| Ректификационные, вакуумные и прочие колонны | 11,2 |
| Промканализация | 8,5 |
| Резервуарные парки | 3,8 |

По характеру выбросы делятся на организованные и неорганизованные. К организованным выбросам относятся те, которые отводятся в атмосферу, водоемы и в почву с помощью специальных сооружений: это очистные сооружения, дымовые трубы и трубы газомоторных компрессоров, заводские факелы, печи сжигания шламов и других отходов, вентиляционные системы, шламовые площадки и илонакопители и т.д. К неорганизованным относятся выбросы, которые невозможно объединить и отвести в ту или иную среду. Например, утечки через неплотности в аппаратах и арматуре, испарение с поверхности сточных вод в системах канализации и очистки сточных вод, испарение из резервуаров и хранилищ, разливы и залповые выбросы нефтепродуктов в атмосферу при продувках и пропаривании аппаратов, при спусках нефтепродуктов в канализацию перед проведением ремонтных работ и т.д.

Содержание различных загрязняющих веществ в сточных водах определяется качеством перерабатываемой нефти, технологией ее переработки, качеством конечных продуктов, оснащением предприятия. Особенностью НПЗ является то, что сточные воды образуются совокупностью потоков, собираемых на заводе в целом. Производственные сточные воды на НПЗ подразделяются на следующие виды:

– нейтральные нефтесодержащие сточные воды;

– солесодержащие воды;

– сернисто-щелочные воды;

– кислые сточные воды;

– сероводородсодержащие сточные воды.

Крупнотоннажными отходами на НПЗ являются сернисто-щелочные сточные воды. Они содержат сульфиды, гидросульфиды, меркаптаны, фенолы и другие соединения. Их обезвреживают методом карбонации, а также окислением кислородом воздуха. Если загрязнения нельзя устранить механическим путем или путем химического воздействия реагентами, тогда производят окисление загрязнителей хлором и его соединениями (хлорная известь (Ca(OCl)2+CaCl2), гипохлорид натрия (NaOCl) или кальция (Сa(ClO)2)). Для глубокой очистки сточных вод служит биохимическая очистка, при которой растворенные в воде органические вещества подвергаются биохимическому разложению при помощи бактерий и микроорганизмов (активный ил) в присутствии кислорода или без его участия в процессе очистки.

Наличие значительного числа морально устаревших установок приводит к относительно большим потерям нефти и нефтепродуктов. Так, например, потери нефти и нефтепродуктов на НПЗ России, использующих устаревшие нефтеперерабатывающие установки, составляют 1,1–1,7% от объема переработанного сырья. На заводах, располагающих более современным оборудованием и средствами автоматизации, безвозвратные потери составляют 0,5–0,7%. Их основные источники: резервуары – 17,9% общих потерь; сжигание на факелах – 18,1%; коксообразование в процессах термического и каталитического крекинга – 17,6%; негерметичность оборудования – 16,4%; нефтеотделители – 5,2%; очистные сооружения – 8,3%; прочие – 16,5%.

Нефтепродукты и отходы их производства на территории НПЗ проникают через грунт до горизонта грунтовых вод и разгружаются вместе с ними в ближайшие водотоки. Обычно НПЗ строят на высоких берегах больших рек, так что часто разгрузка загрязненных грунтовых вод происходит непосредственно в эти реки.

Почвы и грунты на территории НПЗ загрязняются непосредственно нефтепродуктами или отходами их производства несколькими путями. В первую очередь это многочисленные разливы нефтепродуктов на поверхность от транспортных средств и механизмов. Разливы нефти и нефтепродуктов на поверхность происходят и из трубопроводов или соединительных узлов непосредственно на установках подготовки и переработки нефти. Поступление нефтепродуктов в толщу почв и грунтов наблюдается также на участках очистных сооружений, нефтеловушек, амбаров с нефтяным шламом. Другими источниками загрязнения почв и грунтов на предприятии являются утечки из резервуаров товарных нефтепродуктов через коррозийные трещины и утечки из подземных коммуникаций, связывающих производственные установки между собой и резервуарным парком. Поступление нефтепродуктов из этих источников происходит постоянно и носит хронический характер. К ним периодически могут добавляться аварийные разливы нефтепродуктов.

**3 Нефтяные и газовые хранилища**

Хранилища нефти и нефтепродуктов создаются на нефтепромыслах, перекачивающих станциях и наливных станциях магистральных нефте- и продуктопроводов, сырьевых и товарных парках НПЗ; на нефтебазах и автозаправочных станциях. Хранилища природного газа создаются вблизи мест их добычи и потребления.

Возникновение источников загрязнения атмосферы на нефтебазах и НПЗ может быть вызвано следующими причинами:

– большими и малыми «дыханиями», а также «обратными выдохами» резервуаров для хранения нефтепродуктов;

– выполнением сливо-наливных операций;

– конструктивными недостатками аппаратуры и технологического оборудования, в том числе вентиляцией газового пространства, определяемой герметичностью крыши, не плотностью прилегания к стенкам резервуаров уплотняющих затворов плавающих крыш;

– неудовлетворительной работой предохранительных, дыхательных и контрольных клапанов;

– подготовкой аппаратов и оборудования к ремонту;

– транспортированием и обработкой сточных вод;

– сбросом сточных вод в канализационные колодцы;

– работой вытяжной вентиляции при отсутствии очистки вентиляционных выбросов;

– испарением с поверхностей нефтеловушек и прудов-отстойников, бассейнов очистных сооружений;

– низкой культурой производства.

К основным регламентируемым источникам загрязнения относят испарение нефтепродуктов в процессе приемки, хранения, отпуска и зачистки резервуаров (табл. 8).

Таблица 8 – Нормы потерь нефтепродуктов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Операция | Срок хранения | Норма потерь, кг/т |
| Прием | – | 0,05–0,59 |
| Хранение | до 1 месяца | 0,02–1,61 |
| Хранение | свыше 1 месяца | 0,04–0,9 |
| Отпуск в транспортные средства | – | 0,01–0,22 |
| Прием, хранение и отпуск:  – на АЗС  – в резервуарах магистральных трубопроводов | –  – | 0,01–1,25  0,01–1,55 |

К нерегламентированным потенциальным источникам загрязнения относят утечки нефтепродуктов через уплотнительные узлы запорной арматуры, перекачивающих насосов, трубопроводов и наливных устройств; вентиляцию газового пространства резервуаров; сточные воды, содержащие нефтепродукты; перелив резервуаров и цистерн; аварийные ситуации, связанные с коррозионным разрушением резервуаров и коммуникаций, особенно при подземном хранении.

Крупными загрязнителями атмосферного воздуха являются заводские резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Выбросы углеводородов осуществляются через специальные дыхательные клапаны при избыточном давлении паров нефтепродуктов, открытые люки, не плотности в кровле резервуаров. Особенно увеличивается выброс при заполнении резервуаров нефтью или нефтепродуктами.

**Резервуарные (товарные) парки** – хранилища нефти и нефтепродуктов на специальных промышленных площадках. Они создаются на всем нуги от нефтяного промысла до нефтеперерабатывающего завода и до конечного пользователя. Основной способ хранения нефти – стальной вертикальный резервуар с цилиндрическим корпусом, сварным днищем типа РВС (резервуар вертикальный стальной).

Резервуары имеют вместимость от 100 до 5000 м3 и рассчитаны на избыточное давление 2000 МПа. Несмотря на то, что резервуары оборудованы противопожарным устройством, дыхательными клапанами и другими средствами безопасности, вместе с тем они представляют экологическую опасность и требуют экологического контроля.

Всякое вытеснение паровоздушной смеси из газового пространства емкости в атмосферу сопровождается потерями нефтепродукта, испарившегося в газовое пространство. Так возникают потери от испарения, называемые также естественной убылью нефти или нефтепродуктов от испарения. Если не использовать специальные технические средства для уменьшения естественной убыли нефти и легкоиспаряющихся нефтепродуктов, то потери от испарения их в системе транспорта и хранения могут достигать 75% от всех видов потерь.

Стравливание углеводородов происходит через специальные клапаны при избыточном давлении («большое» и «малое дыхание»), а также через люки и возможную разгерметизацию. В основном потери нефтепродуктов от испарения из резервуаров происходят в результате «больших и малых дыханий». При нормальной эксплуатации резервуаров 80% углеводородов попадает в атмосферу при «большом дыхании» (во время наполнения или опорожнения резервуаров) и 20% – при «малом дыхании» (ежесуточной работе клапанов регулирования давления).

Потери при «малых дыханиях» вызываются изменениями температуры окружающей среды. При повышении температуры воздуха в дневное время поверхность резервуара нагревается, и испарение в нем нефтепродуктов, особенно легколетучих фракций, увеличивается. Возрастает давление в парогазовом пространстве, в результате чего срабатывает дыхательный клапан и часть паровоздушной смеси выводится в атмосферу. При увеличении степени заполнения резервуара объем газового пространства уменьшается, и потери от испарения снижаются. В ночное время при охлаждении продукта снижается давление парогазовой смеси в резервуаре, и воздух через впускной клапан поступает в газовое пространство.

«Большие дыхания» происходят в процессе заполнения нефтепродуктом резервуаров при вытеснении паровоздушной смеси в окружающую среду, когда объем газового пространства уменьшается и срабатывает дыхательный клапан. Объем «большого дыхания» приблизительно соответствует поступившему в резервуар количеству продукта. При откачке нефтепродукта через дыхательный клапан в резервуар поступает воздух. Потери в результате «больших дыханий» растут при увеличении оборачиваемости резервуаров (числа циклов приемки-отгрузки) и зависят от климатической зоны.

Потери от «обратного выдоха» происходят вследствие насыщения парами нефтепродукта поступившего на «вдохе» воздуха. При насыщении воздуха парами растут концентрация (парциальное давление) паров нефтепродукта в паровоздушной смеси и общее давление в газовом пространстве. При достижении расчетного давления дыхательный клапан открывается, поэтому по окончании «вдоха» спустя некоторое время из емкости может произойти «обратный выдох» – вытеснение насыщающейся паровоздушной смеси.

Коррозия днища резервуаров или ошибки в монтаже приводят к утечкам из них нефти или нефтепродуктов. Эти утечки в большинстве случаев малозаметны, но они дают большой кумулятивный эффект. Если углеводороды, дойдя до уровня грунтовых вод или верховодки, мигрируют к местам разгрузки, создастся опасность перманентного загрязнения подземных и поверхностных вод. Накопление же нефти в почвах и грунте под резервуаром, выделение из нее легких фракций и газов создают опасность пожара и взрыва на резервуаре.

На площадках резервуарных парков размешаются другие технологические объекты. Это нефте-, нефтепродукто- и газопроводы, нефтяные и газовые сепараторы, очистные сооружения, насосы разного назначения, узлы учета продукции, наливные эстакады и прочие объекты, которые в целом создают несколько тонн выбросов в год. Геохимические исследования показывают, что 75–90% площади резервуарных площадок располагается на загрязненных грунтах. При этом отмечаются высокие концентрации нефтепродуктов, сероводорода, как в грунтах, так и в почвенном воздухе. Повышенное загрязнение нефтепродуктами отмечается и в воде дренажных каналов.

**Нефтебазы** – предприятия, предназначенные для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов потребителям. Крупные нефтебазы занимают обширные территории, сопоставимые с территориями НПЗ. Нефтебазы представляют собой объекты повышенной экологической опасности. Высокая концентрация на небольшой территории разных видов нефтепродуктов, постоянные операции по их разливу, многочисленные емкости разной вместимости создают условия для утечек углеводородного вещества, загрязнения почв, грунтов и вод внутри территории и распространения загрязнения за ее пределы. Велика опасность пожаров и взрывов не только из-за утечек в самих резервуарах, но и в результате подземного накопления взрывоопасных углеводородных паров и газов.

*Подземные хранилища нефтепродуктов и природного газа* сооружаются для хранения больших объемов нефтепродуктов и природного газа. Подземные хранилища углеводородов – типичные геотехнические системы, функционирование которых во многом зависит от природного фактора, в первую очередь геологического состояния горных пород, в которых это хранилище сооружено, что не всегда удастся контролировать.

Подземные хранилища нефтепродуктов сооружаются несколькими способами:

– созданием полостей в толще каменной соли метолом растворения;

– сооружением полостей в малопроницаемых пластичных породах (глинах) методом глубинных взрывов;

– использованием горных выработок – шахт и штолен;

– сооружением полостей в мерзлых грунтах.

Подземное хранение газа – технологический процесс закачки, отбора и хранения газа в пластах коллекторах и выработках-емкостях, созданных в каменной соли и в других горных породах. Основное их промышленное значение заключается в хранении больших объемов газа. Подземные газовые хранилища бывают двух типов: в пористых породах и в полостях горных пород. В мире насчитывается более 600 подземных хранилищ газа обшей активной емкостью около 340 млрд м3.

Основной недостаток подземных хранилищ – риск потери нефтепродуктов в результате спонтанного нарушения стенок резервуара и рассеяния вещества в подземных водах и грунтах.

Наиболее распространенный способ строительства подземных хранилищ нефтепродуктов – создание полостей в толщах каменных солей путем закачки в пласт пресной воды и откачки образовавшегося водного раствора.

С экологической точки зрения, создание солевых хранилищ – относительно дешевый и наиболее щадящий по отношению к ОС способ хранения нефтепродуктов. Однако такие хранилища очень недолговечны. Под давлением горных пород соляная полость постепенно заплывает, а нефтепродукты и остаточные водные растворы солей выдавливаются на поверхность, загрязняя ОС.

**Тема 4 Воздействие объектов нефтегазового комплекса на компоненты**

**природной среды**

1 Воздействие на приземную атмосферу

2 Трансформация почв и растительности

3 Загрязнение поверхностных и подземных вод

**1 Воздействие на приземную атмосферу**

Буровые установки, нефтяные и газовые промыслы являются технологическими объектами, выделяющими в атмосферу различные загрязняющие вещества.

При бурении скважин источниками загрязнений атмосферы являются залповые выбросы при нефте- и газопроявлениях, сжигание углеводородов на факельных установках при очистке призабойной зоны пласта, термическое обезвреживание БШ, длительные испытания пробуренных скважин, дизельные приводы и котельные установки на буровых.

В период бурения скважин основными источниками выбросов в атмосферу являются дизельные установки (табл. 9). В период цементации обсадных колонн продолжительностью до 24 ч общая мощность передвижной техники достигает 3600 кВт. Здесь может быть задействовано одновременно 5–6 дизелей. При нормальной работе дизеля в период проходки ствола и спускоподъемных операций за сутки выбрасывается (кг): NOx – 1300, СО – 1140, SO2 – 142, УВ – 16, сажи – 18.

Таблица 9 – Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу при бурении одной скважины установкой БУ3000БД

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Класс опасности | ПДК в воздухе населенных мест, мг/м3 | ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м3 | Выброс, т/скв. |
| Оксид углерода | 4 | 5 | 20 | 30,05 |
| Диоксид азота | 2 | 0,085 | 5 | 14,92 |
| Сажа | 3 | 0,15 | 4 | 5,6 |
| Диоксид серы | 2 | 0,5 | 10 | 19,79 |
| Углеводороды | 4 | 5 | 100 | 10,23 |

При аварийных разливах нефти происходит загрязнение атмосферы за счет испарения низкомолекулярных углеводородов. Удельная величина выбросов углеводородов с поверхности разлитой нефти плотностью 0,85–0,89 г/см3 при различных температурах и различной продолжительности испарения может быть определена с помощью табл. 10.

Таблица 10 – Удельная величина выбросов углеводородов в атмосферу с поверхности разлитой нефти (кг/м2) при различных температурах и продолжительности испарения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Слой нефти, мм | Продолжительность испарения, 24 ч | | | Продолжительность испарения, 120 ч | | | Продолжительность испарения, 240 ч | | |
| 5°С | 10°С | 30°С | 5°С | 10°С | 30°С | 5°С | 10°С | 30°С |
| 0,01 | 0,3 | 0,9 | 5,7 | 1 | 4,9 | 6,5 | 1,3 | 6,2 | 6,6 |
| 0,05 | 0,8 | 2,4 | 9,4 | 2,7 | 8 | 10,9 | 3,8 | 10,4 | 11,1 |
| 0,1 | 1,1 | 3,6 | 15,4 | 4 | 12,8 | 18,3 | 6 | 17,4 | 18,8 |
| 0,5 | 2,7 | 9,3 | 29,3 | 10,4 | 23,6 | 36,3 | 16,4 | 34 | 37,4 |
| 1 | 3,8 | 13,7 | 47,6 | 15,5 | 37,3 | 60,8 | 25 | 56,3 | 63 |

Вблизи мощных предприятий нефтепереработки в атмосфере наблюдается стабильно высокое содержание загрязняющих веществ, очень медленно снижающееся по мере удаления от источника выбросов.

В состав выбросов, загрязняющих атмосферу, входят оксиды серы (SOx), азота (NOx), углерода (СО, СO2), дисперсные загрязнения, углеводороды, сероводород и т.д. (табл. 11).

Таблица 11 – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу НПЗ России

|  |  |
| --- | --- |
| Вещество | Удельный выброс, кг/т нефти |
| Углеводороды | 3,83 |
| Оксиды серы | 0,79 |
| Оксиды азота | 0,09 |
| Оксид углерода | 0,41 |
| Сероводород | 0,01 |

Существенный вклад в загрязнение атмосферы вносит работа многих технологических установок НПЗ (рисунок 2, табл. 12). Степень загрязнения атмосферы зависит от объемов переработки нефти, применяемой технологии и состояния оборудования. Более 85% выбросов НПЗ в атмосферу составляют углеводороды и сернистый газ.

Загрязняющие вещества атмосферного воздуха на НПЗ

Дымовые трубы технологических печей (~73%)

Газомоторные компрессоры (~14%)

Факельные системы (~6%)

Трубчатые печи технологических установок (~50%)

Факельные системы (~18%)

Регенераторы установок каталитического крекинга (~12%)

Газомоторные компрессоры (~11%)

Битумные установки (~9%)

Резервуарные парки (~30%)

Технологические установки (~30%)

Очистные сооружения (~20%)

Системы оборотного водоснабжения (~10%)

Эстакады налива и слива (~9%)

Дымовые трубы технологических печей (~57%)

Факельные системы (~20%)

Регенераторы установок каталитического крекинга (~10%)

Узлы рассева и пневмотранспорта катализатора (~30%)

Регенераторы установок каталитического крекинга (~23%)

Факельные системы (~5%)

Вентиляционные системы (~9%)

Рисунок 2 – Загрязнители атмосферы НПЗ и их источники

Таблица 12 – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу в различных

процессах НПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название установки (процесса) | Удельные выбросы, кг/т | | | | | |
| Углеводороды | SO2 | CO | NOx | Пыль | H2S |
| Электрообессоливание | 0,176 | 0,22 | 0,01 | 0,18 | – | 0,003 |
| Первичная атмосферная перегонка нефти | 0,93 | 0,62 | 0,38 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| Вакуумная перегонка мазута | 2,85 | 2,13 | 0,08 | 0,11 | 0,11 | 0,6 |
| Каталитический риформинг на бензин | 3,8 | 0,63 | 0,28 | 0,2 | 0,07 | 0,033 |
| Каталитический риформинг на ароматику | 18,66 | 2,64 | 1,53 | 1,06 | 0,06 | 0,17 |
| Каталитический крекинг | 2,14 | 2,18 | 14,2 | 0,11 | 1,13 | 0,02 |
| Термический крекинг | 11,06 | 2,48 | 3,3 | 0,34 | 0,13 | 0,135 |
| Гидроочистка дизельного топлива | 0,4 | 0,29 | 0,19 | 0,07 | 0,06 | 0,012 |

Значительным источником загрязнения атмосферы на заводах служат открытые ловушки, различные пруды, биологические очистные сооружения, градирни и колодцы заводской канализации, в которых испаряются сернистые соединения и другие летучие вещества с поверхности сточной жидкости (табл. 13).

Таблица 13 – Газовыделения с поверхностей очистных сооружений НПЗ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник газовыделения | Средние концентрации газов в потоках воздуха, мг/м3 | | Валовые газовыделения, г/ч | |
| Углеводороды | H2S | Углеводороды | H2S |
| Песколовки | 314 | 0,153 | 10 600 | 103 |
| Приемные колодцы нефтеловушек | 2 204 | 0,306 | 6 470 | 0,9 |
| Нефтеловушки | 582 | 0,302 | 50 700 | 26,7 |
| Приемные резервуары нефтеловушек | 221 | 0,306 | 398 | 0,55 |
| Пруды дополнительного отстоя | 1 800 | 0,203 | 135 700 | 7,35 |
| Кварцевые фильтры | 990,5 | 0,510 | 28 600 | 14,7 |

Следствием выбросов в атмосферу диоксидов серы и азота являются кислотные дожди, основными составляющими которых являются слабые растворы азотистой, азотной и серной кислот. Кислотные дожди могут выпадать на больших расстояниях от источника выбросов оксидов серы и азота вследствие переноса их воздушными массами. Кислотные дожди оказывают разрушающее воздействие на конструкционные материалы и действуют на дыхательную систему человека.

Процессы горения оказывают влияние на климатическую систему Земли: во-первых, уменьшают содержание кислорода в атмосфере, истощая озоновую защиту Земли и уменьшая атмосферное давление, во-вторых, выбрасывают огромное количество  
разогретых водяных паров и углекислого газа. Считается, что следствием выбросов в атмосферу парниковых газов – углекислого газа, метана и закиси азота – является глобальное потепление климата на планете.

**2 Трансформация почв и растительности**

Строительство всегда затрагивает флору и фауну территории. Основные виды воздействия нефтегазового комплекса на почву и растительность проявляются в:

– отчуждении территории;

– осушении или подтоплении территории;

– прокладке дорог и линий коммуникаций;

– загрязнении компонентов ОС взвешенными, химическими веществами и др.;

– вырубке леса и изменении характера землепользования;

– изменении гидрологического режима водных объектов;

– шумовом, световом, вибрационном, электромагнитном воздействии.

На различных этапах нефтедобывающего производства (разведка, строительство и обустройство промыслов, добыча, транспортировка и первичная переработка нефти) воздействие на почву проявляется в ее механическом нарушении и загрязнении.

Механические воздействия на почвы и грунты приводят к нарушению равновесия в природных системах и появлению разнообразных вторичных техногенных процессов в ландшафтах (рисунок 3).

В результате механических нарушений формируются техногенные формы рельефа, как положительные (ваты, насыпи, отвалы), так и отрицательные (амбары, траншеи, карьеры и др.). Трансформация рельефа сопровождается изменением условий стока, подтоплением или осушением территорий, активизацией эрозионных процессов, образованием промоин, просадок, оползней, оврагов. При механических воздействиях нарушается целостность почв или происходит их погребение под слоем техногенных наносов. Возникающие изменения ландшафтов могут быть как обратимыми, так и необратимыми – все зависит от интенсивности механического нарушения почв и грунтов и глубины перестройки почвенно-геохимических процессов.

Частичное или полное

разрушение почвы

Формирование

новых форм

рельефа

Нарушение

целостности

глубинных грунтов

Нарушение теплового баланса:

– термокарст;

– термоэрозия;

– пучение;

– криогенное растрескивание;

– суффозия;

– дефляция

Активизация рельефообразующих процессов:

– просадки;

– оползни;

– промоины;

– раздувы;

– формирование бедлендов

Изменение условий стока

Изменение температуры пластов

Изменение пластового давления

Падение

Поднятие

Повышение уровня

грунтовых вод

Падение уровня грунтовых вод

Инфильтрация пластовых вод в почвенно-грунтовые

Вторичный гидроморфизм

Вторичное

иссушение

Изменение условий подвижности химических элементов

Увеличение минерализации почвенно-грунтовых вод

Увеличение агрессивности среды к техническим объектам

Изменение растительности

Рисунок 3 – Механические нарушения почв и их вторичные следствия

в районах нефтедобычи

Изменение природных процессов в результате механического нарушения почв имеет свою специфику в разных ландшафтных условиях.

Криогенез активно развивается в группе мерзлотных тундрово-таежных ландшафтно-геохимических районов, характеризующихся распространением многолетней мерзлоты. Здесь он проявляется в виде термокарста, термоэрозии, солифлюкции, пучения, растрескивания и усиления тиксотропности и плывунности грунтов. Эти процессы встречаются в арктотундровых, тундровых, лесотундровых, северо- и среднетаежных ландшафтах, а также в некоторых южно-таежных ландшафтах с проявлениями локальной мерзлоты. Для некоторых ландшафтов этой группы процессы криогенеза выражаются в оживлении курумов и осыпей. Эти явления характерны для арктотундры, тундры, локально-мерзлотных плато средней и южной тайги.

Эрозия в самых разнообразных ее вилах может быть инициирована по всех группах ландшафтно-геохимических районов – от локально-мерзлотных плато южной тайги до субтропиков, включая горные районы. Для большинства ландшафтов при нарушении почвенного и растительного покрова возникает опасность плоскостной и овражной эрозии. Наиболее опасный вид эрозионных процессов – катастрофическая эрозия с образованием бедлендов. Эти процессы наиболее опасны для полупустынных, пустынных и горных лугово-лесосухостепных ландшафтов.

Усиление процессов дефляции, выражающихся в развеивании поверхности почв и образовании эоловых форм рельефа, происходит при нарушении целостности почвенного и растительного покрова в группах степных и полупустынных ландшафтно-геохимических районов.

Химическое загрязнение почв нефтепродуктами, буровыми и тампонажными растворами происходит при плохой обваловке и слабой гидроизоляции амбаров. Безопасный уровень поступления загрязнителей определяется порогом самоочищающей способности почвы. Наиболее устойчиво и опасно нефтяное загрязнение. Почвы аккумулируют загрязнители в гумусовом горизонте в течение длительного периода. Глубина просачивания нефти для песчаных и супесчаных почв составляет 1,0 м и более. Сильная загрязненность характеризуется проникновением нефти на глубину более 25 см, слабая – до 10 см.

Нижний безопасный уровень содержания нефтепродуктов в почвах составляет 1000 мг/кг (табл. 14). Ниже этого уровня в почвенных экосистемах происходят процессы самоочищения. Верхний безопасный уровень содержания нефтепродуктов зависит от типа почвы, климатической зоны и состава нефтепродуктов.

Таблица 14 – Уровни загрязнения почв нефтепродуктами

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень загрязнения | Содержание, мг/кг | Содержание, % |
| Фоновый | До 100–500 | До 0,01–0,05 |
| Низкий | 500–1 000 | 0,05–0,1 |
| Умеренный | 1 000–5 000 | 0,1–0,5 |
| Средний | 5 000–10 00 | 0,5–0,1 |
| Высокий | 10 000–50 000 | 1,0–5,0 |

При попадании ОБР в почву происходит разрушение почвенных ферментов, за счет чего снижается продуктивность почвенного покрова. В частности, при попадании в почву отходов растворов, содержащих 15% нефти и нефтепродуктов, урожайность падает практически до нуля и почва не восстанавливается в течение длительного времени – до 15–20 лет.

Негативное воздействие нефтедобычи на лесной фонд, как правило, выходит за границы отведенных площадей на 25–35%. Прилегающая территория захламляется, количество лесных пожаров с началом нефтедобычи увеличивается в 3 раза.

На трассах ЛЭП и связи оставляется до 80 % срубленной древесины. Это повышает пожароопасность и появление вредителей леса.

Трубопроводы наряду с автодорогами находятся на первом месте среди линейных объектов по масштабам негативного воздействия на растительность и почву. Для однониточных трубопроводов ширина трасс в зависимости от диаметра труб составляет 20–32 м при ширине коридоров коммуникаций 80–220 м. По мере старения труб могут образовываться свищи и аварийные порывы, в результате прилегающие территории загрязняются нефтью и минерализованными водами.

**3 Загрязнение поверхностных и подземных вод**

Постоянным источником загрязнения поверхностных и подземных вод являются плоскостной сток и фильтрация через загрязненные грунты промысловых сточных вод с высокой концентрацией солей, а также перетоки глубинных пластовых вод и нефти в поверхностные и грунтовые воды через неисправные скважины или трещинные полости в горных породах, покрывающих нефтяные залежи. Кроме нефти, нефтепродуктов и солей поверхностные и подземные воды на нефтяных промыслах могут загрязняться тяжелыми металлами, в том числе ртутью, а также радиоактивными веществами. Основная масса загрязняющих веществ переносится водными потоками в области промежуточной или конечной аккумуляции (озера, водохранилища, моря). Значительная часть нерастворимых в воде углеродистых веществ оседает по берегам водотоков и аккумулируется в донных отложениях, образуя хронический источник вторичного загрязнения вод.

Основной источник загрязнения поверхностных и грунтовых вод на НПЗ и окружающих их территориях – это промышленные стоки от производственных установок и фильтрованные воды очистных сооружений. Стоки нефтеперерабатывающих предприятий включают разнообразные токсические соединения, в том числе пропан (C3H8), бутан (C4H10), этилен (C2H4), фенол (C6H5OH), бензол (C6H6) и другие углеводороды. Эти стоки, попадая в природные воды, оказывают отрицательное влияние на гидробионты и водные растения.

Количество сбросных вод в расчете на 1 т перерабатываемой нефти может достигать 70–100 м3. Однако большая их часть (90–95%) пребывает в обороте, так как проходит соответствующую очистку. Поэтому количество собственно сточных вод на предприятиях составляет обычно 1,6–3 м3 на 1 т нефти.

Сточные воды НПЗ отводят по двум системам канализации. В первую систему включают маломинерализованные стоки и дождевые воды. После очистки эти сточные воды возвращаются для повторного использования. Избыток воды (во время ливней) направляют в аварийные накопители и после очистки сбрасывают в водоемы.

Во вторую систему канализации входят несколько (от 5 до 7) сетей, транспортирующих сточные волы от отдельных цехов и установок. Эти воды сильно минерализованы, загрязнены токсичными веществами и в обороте не используются. При необходимости они могут подвергаться локальной очистке от специфических загрязнений.

В водной среде нефть может находиться в нескольких агрегатных состояниях, а именно в виде:

– поверхностных пленок (сликов);

– растворенных форм;

– эмульсий («нефть в воде» и «вода в нефти»);

– взвешенных форм (плавающих на поверхности и в толще воды мазутно-нефтяных агрегатов, сорбированных на взвесях нефтяных фракций);

– осажденных на дне твердых и вязких компонентов.

Нефть и нефтепродукты, попадая в водную среду, очень быстро перестают существовать как исходные субстраты. Их существование и биологическое действие в водных экосистемах определяются изменяющимися в широких пределах физическими и физико-химическими свойствами и в первую очередь летучестью, плотностью, растворимостью в воде. Почти все компоненты сырой нефти и ее фракций имеют плотность менее 1 г/см3, и часть из них в той или иной мере переходит в растворенное состояние. Одновременно происходит процесс испарения летучих фракций.

Если разбавление происходит недостаточно интенсивно, а процессы разложения протекают медленно, нефть может находиться в водных объектах длительное время. Течениями и волнами нефтяные пленки прибиваются к берегу, где абсорбируются слагающими его породами и прибрежными донными осадками. Особенно сильная аккумуляция нефтяного вещества происходит в болотах. Нефть, нефтепродукты, компоненты их изменения и распада, тяжелые металлы в больших количествах накапливаются в торфяной толще, поскольку она обладает высокой сорбционной способностью. Болота служат естественным ландшафтно-геохимическим барьером, они выполняют роль ловушек для различного рода поллютантов. Содержание растворенных в воде проточных болот ингредиентов по длине потока снижается в результате разбавления, сорбции, седиментации, смены геохимических обстановок и утилизации болотным биоценозом.

В грунтовые воды углеводороды попадают при фильтрации вод атмосферных осадков сквозь загрязненные почвы и грунты. Фильтрация нефтесодержащих стоков в горизонты грунтовых вод происходит довольно часто, так как последние являются безнапорными и не всегда перекрываются малопроницаемыми породами.

Интенсивность радиальной и латеральной миграции загрязненных углеводородами вод в подпочвенной толще пород и грунтов и загрязнение грунтовых вод зависят от следующих факторов: а) фильтрационных свойств и нефтеемкости грунтов; б) геолого-геоморфологического строения территории; в) глубины залегания грунтовых вод; г) климатических особенностей территории; д) деятельности микроорганизмов в зоне аэрации; е) физических и физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов (их исходной плотности, вязкости, температуры кипения, водорастворимости).

Наличие водоупорных или слабопроницаемых пород большой мощности в кровле грунтовых вод замедляет радиальную миграцию поллютантов, что препятствует загрязнению, но способствует латеральному перемещению нефтяных углеводородов. Радиальная миграция углеводородов замедляется также в случае переслаивания песков, суглинков и глин в разрезе толщи зоны аэрации.

Таким образом, грунтовые воды защищены от загрязнений, если:

– они изолированы от поверхностных инфильтрационных вод водоупорными или слабопроницаемыми породами большой мощности;

– инфильтрационные воды полностью очищаются от нефтяных загрязнений при участии биогенных и абиогенных факторов в процессе фильтрации через толщу грунтов.

Протекающие в зоне аэрации физические, химические и микробиологические процессы способны существенно, хотя и в известных пределах, уменьшить вредное воздействие инфильтрата на подземную гидросферу. Тем не менее, определенная часть загрязнений попадает в грунтовые и более глубоко залегающие воды. Наиболее активно мигрируют окисленные производные углеводородов – кислоты, спирты, альдегиды, которые легко растворяются в воде.

**Тема 5 Мероприятия по предотвращению ущерба окружающей среде**

1 Общие направления реализации природоохранных мероприятий

2 Мероприятия по локализации и ликвидации разливов нефти

3 Рекультивация нарушенных и загрязненных земель

4 Направления утилизации и методы обработки отходов бурения

**1 Общие направления реализации природоохранных мероприятий**

Наиболее общими мероприятиями по охране воздушной среды являются:

– установление научно обоснованных нормативов ПДВ для источников загрязнения;

– оборудование дизелей буровых установок нейтрализаторами и сажевыми фильтрами;

– оборудование факельных устройств установками бездымного сжигания газа;

– использование попутного нефтяного газа для ППД и бытовых нужд;

– снижение объемов испарения УВ из резервуаров хранения;

– герметизация систем сбора и транспортировки нефти и газа.

Расчет предельно допустимого нагретого выброса (ПДВ) вредного вещества выполняется с использованием следующей зависимости:

 (1)

где *С* – фоновая концентрация вредных веществ; *Н* – высота источника выброса над землей; *Q* – объемный расход выбрасываемой газовоздушной смеси, м3/с; *ΔT* – разность температур выбрасываемой смеси и окружающей среды, *k=AFmn* – безразмерный коэффициент, учитывающий температурную стратификацию атмосферы *А*, скорость оседания частиц в воздухе *F*, условия выхода газовоздушной смеси из трубы *m* и *n*.

Требуемое потребление воздуха (ТПВ, м3/с), в котором необходимо разбавить выбрасываемую примесь, чтобы довести ее концентрацию до ПДК определяется отношением:

 (2)

где *M* – масса вредного вещества, выбрасываемого в единицу времени, г/с.

К мероприятиям по охране водных ресурсов относятся:

– соблюдение экологических ограничений в водоохранных зонах и санитарно защитных зон водозаборов:

– недопущение сброса сточных вод на рельеф и в водные объекты без очистки;

– применение безамбарных методов бурения и бурения в режиме замкнутого технологического цикла;

– организация эффективной защиты от инфильтрации отходов буровых растворов;

– проведение тампонажных работ с высоким качеством;

– усиленная изоляция трубопроводов;

– обеспечение буровых и иных производственных площадок противоаварийным оборудованием.

**Разбавление сточных вод** – это процесс снижения концентраций загрязняющих веществ в водотоках и водоемах, протекающий вследствие перемешивания сточных вод с водной средой. Интенсивность этого процесса характеризуется кратностью разбавления:

 (3)

где *Q* – расход водотока; *q*ст – расход сточной воды.

Разбавление происходит в направлении господствующих течений, и в этом направлении кратность разбавления увеличивается. В месте выпуска *n* = 1. затем ниже по течению концентрация примеси снижается до наступления полного перемешивания. Факторы и условия, определяющие процесс разбавления, определяются конструктивными и технологическими особенностями выпуска сточных вод и гидрологическими и метеорологическими особенностями водотоков и региона.

Расчет предельно допустимого сброса (ПДС, г/ч) для водотоков осуществляется с помощью зависимости:

 (4)

где *С*пдс – концентрация примеси в сточных водах, при которой в конкретных условиях водоотведения не превышаются нормы качества воды в расчетных (контрольных) створах, г/м3.

Расчетные створы для водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования находятся в 1 км выше по течению от ближайшего пункта водопользования.

Мероприятия по охране геологической среды и почвы сводятся к следующему:

– применении нетоксичных рецептур буровых растворов;

– надежной изоляции сопутствующих горизонтов;

– планировке и обваловке буровых площадок;

– полной утилизации отходов бурения;

– установлении обоснованных нормативов образования и лимитов размещения отходов;

– оборудовании очистными сооружениями временных поселков и бытовых помещений;

– разработке проектов рекультивации нарушенных земель и организация рекультивационных работ по завершении бурения и эксплуатации скважин.

Охрана растительного и животного мира включает:

– рациональное использование земельного фонда и проведение компенсационных мероприятий;

– экологическое обучение персонала.

**2 Мероприятия по локализации и ликвидации разливов нефти**

При малых разливах (утечках) нефти (химреагентов) локализация обеспечивается проектными решениями: площадки размещения технологического оборудования выполняются из сборных бетонных плит, ограждаются бордюрным камнем и должны иметь дождеприемные колодцы, через которые загрязненные дождевые стоки и разлившиеся при аварии жидкости стекают в закрытую сеть производственно-дождевой канализации. По периметру площадки (куста) должно быть предусмотрено обвалование, устройство противофильтрационного экрана. Если по какой-либо причине произошел разлив, то пропитанная нефтью земля должна быть собрана в емкость и вывезена на утилизацию.

При поступлении сообщения о разливе нефти время локализации не должно превышать 4 часа при разливе в акватории и 6 часов при разливе на почве с момента обнаружения разлива нефти или с момента поступления информации о разливе. Работы по локализации и ликвидации разливов нефти должны проводиться на суше, на воде и на заболоченных местностях круглосуточно в любую погоду.

На рисунке 4 приведена общая схема ликвидации аварийных разливов нефти на воде.

Разлив нефти

Изоляция аварийной зоны

Сбор продуктов загрязнения

Хранение собранных продуктов

Переработка отходов

Боны, спец. суда

Нефтесборщики, спец. суда, дисперсанты, сорбенты

Емкости, спец. суда

Система сбора и подготовки нефти

Рисунок 4 – Схема ликвидации разливов нефти на воде

Локализация разлива нефти на водной поверхности осуществляется механическими способами с применением специальных плавающих заграждений. Для локализации аварийных разливов нефти в руслах малых и средних водотоков и мелиоративных каналов, пересекаемых трассой нефтепроводов, используют следующие основные технические средства:

– боновые заграждения;

– плотины мембранного типа;

– отсыпные плотины с гидрозатворами.

Принцип действия плавучего заграждения (бонов) заключается в создании механического барьера, препятствующего горизонтальному перемещению верхнего слоя воды с нефтяной пленкой.

Удерживающая способность заграждения определяется осадкой бона, углом установки его к потоку и скоростью течения поверхностного слоя.

Плавучая часть бона может быть выполнена в виде отдельных поплавков прямоугольного или круглого сечения; используются надувные поплавки круглого сечения. Экранирующая часть представляет собой гибкую или жесткую пластину («юбку»), присоединенную к плавучей части бона и нагруженную для придания устойчивости балластной цепью, трубой или растяжками.

БЗ могут быть летними, предназначенными для предотвращения растекания нефти и нефтепродуктов на поверхности рек, озер, каналов, и зимними. Надувные БЗ в зимних условиях могут применяться для локализации и направления нефти к месту сбора только на открытых участках воды; более предпочтительными являются металлические БЗ, позволяющие, кроме того, проводить выжигание нефти.

Боны в основном изготавливаются из гибких синтетических материалов. Материал поплавков – пенополиэтилен, позволяющий им упруго восстанавливаться при механическом воздействии. Применяются также *боны сорбирующие сетчатые*. Особенностью этих бонов является возможность использования их для сорбции мелких утечек нефти и нефтепродуктов, а также наличие быстрозаменяемых сменных картриджей с сорбентом.

БЗ хорошо работают в спокойной воде (при скоростях потока реки не более 0,3 м/с и высотой волны до 0,6 м). При скоростях, которые имеют большинство рек (0,5–2,5 м/с), возникают турбулентные пульсации в потоке. При этом глобулы слоя нефти при достижении определенной толщины начинают отрываться от общей массы и проскакивать (нырять) под заграждение.

Примером заграждения подводного типа, работающего практически при любых условиях, является *пневматический барьер*, принцип работы которого заключается в создании препятствий на поверхности воды при непрерывной подаче воздуха через перфорированную трубу, уложенную на дно водоема. При этом пленка нефти отторгается от заграждения за счет динамического водовоздушного барьера на пути движения нефтяной пленки. Создание воздушной завесы в толще воды перед плавающим заграждением также препятствует «подныриванию» нефти под бон.

Шевронное расположение бонов применяется при отводе нефтяного пятна симметрично к двум нефтеприемникам. Каскадный способ расположения используется для отвода пятна нефти к одному берегу. Диагональное расположение бонов применяется для сбора нефти и плавающих предметов на одной стороне берега.

Для ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов применяют следующие методы:

– механические;

– физико-химические;

– химические;

– биологические.

Механические методы удаления нефти с водной поверхности более предпочтительны с точки зрения экологии, хотя и трудоемки и связаны со значительными экономическими затратами. Используются различные способы сбора нефти, от ручного вычерпывания до применения машинных комплексов – нефтемусоросборщиков. Нефтесборное оборудование способно собирать нефть вместе со снегом и льдом.

Для механического сбора плавающей на воде нефти применяются нефтесборщики – *скиммеры* разной конструкции с различными принципами сбора (вакуумный, «экскаваторный» с движущейся лентой, эффект вихревой воронки, сепарация нефти от воды и др.).

Сбор основной массы нефти производится механическими методами, а оставшееся количество нефти собирается физико-химическими методами с помощью сорбентов и диспергентов.

Химические методы удаления разливов нефти имеют ограниченное применение, в основном при разливах нефти на море.

Более перспективным направлением является микробиологическое разложение нефти для предотвращения загрязнения водоемов. Для некоторых бактерий нефть является питательной средой. Микробиологическая активность в большей степени зависит от температуры: скорость микробиологических процессов удваивается при увеличении температуры на 10°С. Введение в воду незначительных количеств нитратов и фосфатов увеличивает степень разрушения нефти на 70%.

После сбора основной массы нефти оставшаяся замазученность территории земли, водной или ледовой поверхности ликвидируется следующими способами:

1. После откачки нефти из ям-накопителей, амбаров, запруд на поверхность оставшейся в них нефти, которую невозможно откачать, наносится сорбент, количество которого определяется с учетом его поглощающей способности. После пропитывания сорбента нефтью его собирают и вывозят на специальные пункты для утилизации. Если сорбент не впитал с поверхности почвы всю нефть, операцию повторяют.

2. Нефть, разлившаяся по поверхности земли, покрытой снегом и снежной массой, собирается в сборные котлованы для откачки или вывозится в очистные сооружения промысла. Битумообразные остатки нефти с землей должны быть собраны и вывезены на пункты утилизации, а участок земли подвергнут рекультивации (техническим или биологическим способом).

3. Тонкие слои нефти, оставшейся на поверхности воды после сбора нефтесборщиками, нефть в лагунах, рукавах, заливах убирается сорбентами. Остаточные нефтяные загрязнения, нефть, оставшаяся на берегах, между растительностью, смываются водой, собираются на поверхности воды между берегом и БЗ, затем убираются с помощью нефтесборщиков или сорбентов, которые наносятся на водную поверхность и после пропитывания остаточной нефти собираются и вывозятся на специальные полигоны, где утилизируются.

4. Нефть, разлившаяся по поверхности льда, собирается механизированным или ручным способом и вывозится на ближайший промысел. Нефть, попавшая под лед, собирается нефтесборщиками и вывозится на утилизацию.

**3 Рекультивация нарушенных и загрязненных земель**

В соответствии с требованиями природоохранного законодательства все земли, нарушенные в период цикла строительства, эксплуатации промышленных объектов, подлежат **рекультивации** – комплексу мероприятий, направленных на восстановление хозяйственной, медико-биологической и эстетической ценности нарушенных ландшафтов. Рекультивация земель должна проводиться с учетом почвенно-климатических условий, степени повреждения и загрязнения, ландшафтно-геохимической характеристики нарушенных земель. Главной задачей при проведении рекультивации является возвращение  
землепользователю не только восстановленной почвы в первозданном виде, но и с улучшенным почвенным покровом и растительностью.

Рекультивация включает два этапа: *технический* и *биологический*. Техническая рекультивация земель применяется для ликвидации основных загрязнений по возможности до первоначального состояния. Биологическая рекультивация направлена на окончательную очистку загрязненных земель и создание сомкнутого травостоя и предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв.

Техническая рекультивация включает в себя следующие мероприятия:

– сбор грунтов, загрязненных нефтью, буровым раствором, сточными водами, химреагентами, ГСМ и вывоз их в специально отведенные места, согласованные с контролирующими органами;

– засыпка зачищенных мест плодородным слоем почвы, убранным до начала строительства скважины; возможен привоз недостающего грунта;

– планировка территории, выравнивание, взрыхление в местах, сильно уплотненных; подготовка территории для последующих работ по эксплуатации скважин;

– восстановление естественного или организованного водоотвода;

– проведение берегоукрепляющих работ и др.

Биологическая рекультивация проводится после завершения технической рекультивации и состоит в искусственном создании растительного покрова различного вида, назначения и продуктивности. Биологическая рекультивация сокращает (в 3–4 раза) время восстановления земель.

Биологическая рекультивация включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий (подготовка почвы, внесение удобрений, подбор трав и травосмесей, посев, уход за посевами).

Агротехнические мероприятия включают в себя:

– рыхление, вспашку, дискование;

– известкование или гипсование;

– внесение сорбентов, минеральных и органических удобрений (торфа, мхов).

**4 Направления утилизации и методы обработки отходов бурения**

Основные направления утилизации различных отходов бурения показаны на рисунке 5.

**Буровые сточные воды**

**Отработанный буровой раствор и буровой шлам**

Утилизация в процессе

бурения

Утилизация после окончания строительства скважины

Утилизация по малоотходной и

безотходной технологии

бурения

Регенерация активных

компонентов

Приготовление

тампонажных растворов

Получение мелиорантов и структурообразователей почв для рекультивации территории буровой

Производство керамзита и грубой строительной

керамики

Добавки к томпанажным растворам при

цементировании

Подземное захоронение в поглощающие горизонты

Повторное использование для бурения новых скважин

Безопасный сброс в объекты окружающей среды

Закачка в поглощающие скважины

Ирригация земель

Использование в системе ППД

Откачка в систему сбора и подготовки нефти

Опрессовка колонны труб

Получение глинопорошка

Получение буровых

растворов

Оборотное водоснабжение (технические нужды

буровой)

Рисунок 5 – Основные направления утилизации отходов бурения

Повторное использование ОБР для бурения новых скважин оправдано не только с экологической, но и с экономической точки зрения, так как обеспечивает значительное сокращение затрат на приготовление БР.

Регенерация активных компонентов БР путем получения из него глинопорошка имеет недостаток – значительный расход углеводородного топлива на производство глинопорошка, при этом утилизации подлежит лишь отработанный глинистый раствор плотностью 1170–1200 кг/м3.

Регенерация некоторых химических реагентов из ОБР путем обработки их специальными микроорганизмами имеет ограниченное применение из-за селективности действия используемых микроорганизмов и высокой чувствительности их к составу утилизируемого раствора.

Перспективным направлением утилизации ОБР является его использование для крепления скважин (в качестве добавок к известным тампонажным материалам, традиционно применяемым в практике цементирования скважин или в качестве основного тампонажного материала).

Основное направление работ концентрируется на физико-химической нейтрализации и отверждении ОБР и БШ. Эффект отверждения достигается за счет превращения указанных отходов бурения в инертную консолидированную массу с последующим захоронением продуктов отверждения на территории буровой. Этот метод выгоден по сравнению с другими методами с технико-экономической точки зрения.

Физико-химическая нейтрализация содержимого шламовых амбаров является приемлемым методом предотвращения загрязнения объектов ОС отходами бурения. Один из вариантов предусматривает разделение ОБР на жидкую и твердую фазы с последующей утилизацией жидкой фазы и нейтрализацией осадка.

Все методы переработки БШ можно разделить на недеструктивные и деструктивные. Недеструктивные методы:

– контролируемая открытая выгрузка (погрузка);

– захоронение, требующее тщательного обезвоживания;

– применение маслянистых шламов в сельском хозяйстве на заброшенных землях, после чего время от времени необходимы затраты на аэробную обработку;

– внесение шлама в качестве органического удобрения, допускаемого при выращивании некоторых культур, что обусловливает, как и в некоторых упомянутых выше способах, ограничение концентрации тяжелых металлов и даже полиароматических углеводородов.

Деструктивные методы:

– сжигание на месте или вместе с бытовыми отходами, что требует обезвоживания;

– включение в цемент при его производстве влажным путем;

– аэробная обработка, применяемая только в отношении излишков биологического ила в больших количествах.

Наиболее эффективным, хотя и не всегда экономически рентабельным, считается термический метод обезвреживания шлама. Обработка шлама при больших температурах (до 500°С) позволяет полностью освободиться от СО2 и органических соединений до образования твердых отходов.

**Тема 6 Техника и технология защиты окружающей среды от загрязнений**

**в нефтегазодобывающей отрасли**

1 Противовыбросовое оборудование

2 Технологические схемы очистки буровых сточных вод

3 Безамбарная технология бурения

4 Техника и технология проведения очистки буровых сточных вод

5 Технические решения предотвращения загрязнения атмосферы

при хранении углеводородов

**1 Противовыбросовое оборудование**

Для предотвращения начавшегося выброса скважина закрывается установленным в ее устье специальным противовыбросовым оборудованием. Это оборудование для герметизации устья скважины устанавливается на фланце корпуса колонной головки и состоит из универсального противовыбросового превентора, плашечных превенторов, задвижек и другой арматуры.

Универсальный превентор имеет эластичный элемент, который способен перекрывать сечение любой формы и размеров. Он находится в цилиндре на самом верху блока превенторов. Плашечные превенторы перекрывают скважину сдвигающимися к центру плашками из армированной металлом резины. Размеры превенторов соответствуют наружному диаметру находящихся в скважине труб и долота. Трубные плашки обеспечивают герметизацию устья скважины с находящейся в ней колонной труб, а глухие плашки используются тогда, когда бурильная колонна в скважине отсутствует.

К блоку превенторов присоединяются линия глушения и штуцерная линия. Штуцерная линия переориентирует поток жидкости из скважины в резервуар для бурового раствора или в амбар для сжигания нефти. Линия глушения используется для подключения циркуляции утяжеленного бурового раствора.

**2 Технологические схемы очистки буровых сточных вод**

В практике бурения используется два основных варианта технологических схем очистки и доочистки БСВ – *стационарная* и *нестационарная* технологические схемы. Они ориентированы на использовании реагентного метода очистки БСВ. Выбор вариантов технологических схем очистки БСВ производится в каждом конкретном случае строго индивидуально в зависимости от принятой технологии бурения, природно-климатических условий и ландшафтных особенностей мест бурения.

*Стационарная технологическая схема* ориентирована на систематическую очистку БСВ непосредственно в процессе бурения для решения задач оборотного водоснабжения буровой. Она обеспечивает реализацию замкнутого цикла водообеспечения процесса строительства скважин, что способствует существенному снижению объемов образования отходов и, как следствие, уменьшению размеров и количества земляных котлованов для их накопления и хранения. Такая схема рекомендуется для глубоких скважин с продолжительным циклом строительства (свыше 6–8 месяцев), а также для скважин, бурящихся в благоприятных природно-климатических условиях со значительным периодом положительных температур, или отдельных интервалов скважин в теплое время года. Кроме того, такая схема водоочистки может быть использована и при бурении скважин в зимний период или в суровых природно-климатических условиях, но при обязательном наличии на буровой обогреваемых инженерных коммуникаций системы сбора, накопления, хранения стоков и их обработки.

*Нестационарная технологическая схема* рекомендуется в основном для разовой, однократной очистки БСВ, например, непосредственно при ликвидации шламовых амбаров или в непредвиденных аварийных ситуациях (при переполнении шламовых амбаров и угрозе загрязнения указанными отходами объектов окружающей среды). Наиболее целесообразно применять такую схему при бурении неглубоких скважин, время строительства которых не превышает 6 месяцев. Такая схема целесообразна и в том случае, когда технология бурения не предусматривает использования значительных объемов природных и технологических вод для технологических нужд строительства скважин.

Оправданным, применение такой схемы, является в случае наличия соответствующих условий безопасного сброса очищенных стоков в значительных количествах на рельеф местности, использования их на земледельческих полях орошения, откачки на пункт сбора и подготовки нефти для последующего использования в системе поддержания пластового давления (при обустроенном нефтепромысловом сборном коллекторе разбуриваемого месторождения), закачки на подземное захоронение в поглощающие скважины.

Общим для этих схем является обязательный раздельный сбор БСВ от других видов отходов бурения, а также стадии технологии водоочистки, включающие: приготовление растворов коагулянта и флокулянтов; подачу исходной БСВ на узел обработки; дозирование коагулянтов и флокулянтов; обработку сточных вод; отстаивание обработанной БСВ с целью разделения фаз путем отделения осадка и осветления надосадочной жидкости, а также система распределения очищенной воды на точки водопользования буровой; утилизацию или сброс в объекты природной среды. Несмотря на общность многих технологических аспектов очистки БСВ, принципиальное построение технологических схем водоочистки и их реализация на практике в зависимости от принятой технологии бурения имеет существенные различия.

Кроме приведенных выше схем в ряде случаев более эффективным является электрокоагуляционный метод очистки, например, при очистке минерализованных БСВ. Электрокоагуляционная очистка является разновидностью стационарной технологии водоочистки и экономически более выгодна при невысокой производительности процесса. Отличительной особенностью электрокоагуляционной очистки БСВ является совмещение узлов реагентного хозяйства и обработки БСВ в одном блоке-электролизере. В такой технологической схеме предусматривается дополнительная осреднительная емкость перед электрокоагулянтом объемом до 10–20 м3. Все остальные элементы технологии остаются такими же, как и в случае реагентной очистки.

**3 Безамбарная технология бурения**

Безамбарное бурение позволяет оператору соблюдать экологические требования в результате избегания сброса вредных отходов непосредственно на буровой площадке.

Целью безамбарного бурения является максимальное извлечение твердой фазы при минимальных потерях жидкой фазы. Это достигается путем возврата в систему максимально возможного объема жидкий фазы и сброса как можно больше сухого шлама. Этой целью руководствуются при выборе очистного оборудования. Только вибросита, центрифуги и обезвоживающая установка способны сбрасывать относительно сухой шлам. При обычной обработке не утяжеленного БР шлам с гидроциклонов сбрасывается в амбар. В случае безамбарного бурения, шлам с гидроциклонов пропускается через мелкую сетку вибросита. Сетка очистителя (сито гидроциклона) обезвоживает шлам с гидроциклонов и сбрасывает полусухой песок и частицы размером с ил в шламовый контейнер. Прошедший через сетку очистителя раствор, содержащий коллоидные частицы, возвращается в активную систему. Высокая скорость циркуляции ограничивает минимальный размер сеток на виброситах первой ступени, и чтобы компенсировать это, раствор с песко- и илоотделителя пропускается через мелкую сетку очистителя.

Для реализации процесса строительства скважин без использования земляных шламовых амбаров приемлемой является стационарная технологическая схема водоочистки. В такой схеме предусмотрена локализация сброса жидких, полужидких и твердых отходов. Для сброса жидких стоков используются шахты, размером не менее 4×4 м и глубиной до 3,5–4 м, сооружаемые в пониженной части буровой площадки. Обработка БСВ производится либо с помощью гидросмесителя (реагентная очистка), либо электрокоагулятора (электрохимическая очистка). Сбор ОБР может осуществляться в контейнеры с последующим вывозом на узел утилизации в систему временного локального складирования и накопления отходов бурения для дальнейшей их утилизации или обезвреживания.

Сбор выбуренной породы осуществляется в контейнеры, из которых затем масса с помощью подъемного оборудования либо выгружается в автомашины для последующего вывоза, либо подается на отмывку, где происходит отделение шлама от остатков БР или химреагентов, а отмытый шлам сбрасывается на площадку для твердения или в специальный шламонакопитель. После окончания строительства скважин такой шлам может вывозиться в места для сброса или захоронения, а также смешиваться с отвержденным раствором или минеральным грунтом с последующей засыпкой слоем плодородной почвы для рекультивации территории буровой.

При бурении на утяжеленном растворе шламовая масса должна подаваться на установку для отмыва выбуренной породы от остатков БР, а жидкая фаза с утяжелителем возвращаться в циркуляционную систему. Отмытый шлам, как и в первом случае, подлежит сбору в контейнер для последующего вывоза на утилизацию, а также может сбрасываться в шламонакопитель и при рекультивации территории захороняться в минеральном грунте.

При залповом сбросе БР из циркуляционной системы в случае смены типа раствора или интенсивной его наработки предусматривается вторая накопительная емкость, оборудованная системой откачки из нее временно хранящейся массы для последующего ее вывоза на утилизацию или обработку обезвреживающим составом.

**4 Техника и технология проведения очистки буровых сточных вод**

Выбор метода очистки БСВ зависит и основном от степени дисперсности частиц, физико-химических свойств и концентрации примесей, а также требований, обусловленных направлением утилизации очищенной воды.

Основным принципом выбора метода очистки является состав сточной воды. Все примеси, содержащиеся в воде, делятся на четыре группы:

1. Взвеси в виде тонкодисперсных суспензий и эмульсий.

2. Коллоидные и высокомолекулярные соединения.

3. Растворимые органические вещества и газы.

4. Растворимые минеральные соли.

Загрязнители БСВ, относящиеся к первым двум группам, представляют собой гетерогенные системы со специфической кинетической и агрегативной устойчивостью. Они являются, как правило, термодинамическими неустойчивыми системами. Загрязнители третьей и четвертой групп относятся к гомогенным системам и являются термодинамическими устойчивыми, обратимыми системами.

Для очистки воды от веществ первой группы наиболее эффективны методы, основанные на использовании естественных и многократно усиленных сил гравитации, а также сил адгезии. Характерной особенностью загрязнителей второй группы является их способность к образованию устойчивой коллоидно-дисперсной системы. Для очистки воды от таких загрязнителей целесообразно применять коагуляционные методы, основанные на использовании веществ, изменяющих состав и концентрацию дисперсной фазы. Загрязнители третьей группы наиболее эффективно удаляются из воды методами физико-химического окисления, адсорбции и аэрирования. И наконец, удаление растворимых веществ (четвертая группа) из воды осуществляется путем их перевода в малорастворимые соединения методом ионного обмена, а также мембранными методами.

Поскольку в составе БСВ присутствуют примеси, относящиеся ко всем четырем группам, то следует оценивать эффективность каждого из известных методов. Перечисленные выше методы существенно отличаются друг от друга принципом и характером заложенных в них физико-химических процессов, а также технико-технологическим оформлением (табл. 15).

Таблица 15 – Эффективность различных методов очистки буровых сточных вод

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод очистки | Удаляемые  загрязнители | Условия применимости | Степень очистки по удаляемому загрязнению, % | Энергозатраты на очистку 1 м3 (с учетом всех энергозатрат), кВт∙ч |
| *Механичекая (безреагентная) очистка*:  – седиментационная (отстаивание) | Грубодисперсные  частицы | Содержание грубодисперсных частиц | 40–60 | – |
| – фильтрование | Грубо- и мелкодисперсные частицы | Содержание загрязнителей до 50 мг/л | 60–80 | До 1,5–2 |
| – гидроциклонный | Грубо- и мелкодисперсные частицы | Содержание загрязнителей от 50 до 250 мг/л | 50–70 | 0,8–4 |
| *Коагуляционная очистка*:  – реагентная коагуляция | Мелкодисперсные и коллоидные частицы минеральной и органической природы | Содержание ВВ до 10 000 мг/л, ХПК до 6 000 мг/л, НП до  800 мг/л | 98–100 | 1,4–10,5 |
| – электрокоагуляция | Мелкодисперсные и коллоидные частицы минеральной и органической природы | Содержание ВВ до 10 000 мг/л,  ХПК до 6 000 мг/л,  НП до 800 мг/л | 98–100  82–95  100 | 2,5–12 |
| – флотация | Мелкодисперсные и коллоидные частицы минеральной и органической природы | Содержание НП до 1 000–  1 500 мг/л | 98–100 | 2,2–7,2 |
| *Биохимическая очистка* | Высокомолекулярные соединения | Содержание органики по ХПК свыше 6 000–8 000 мг/л и по БПК свыше 3 000 мг/л | 70–80 | 0,9–2 |
| Физико-химическая очистка:  – термический (дистилляция, выпаривание) | Растворимые минеральные соли | Прокаленный остаток свыше  5 000 мг/л | 96–97 | В зависимости от вида топлива и схемы испарения 4–22 |
| – мембранный (обратный осмос и ультрафильтрация) | Растворимые минеральные соли | Прокаленный остаток от 3 000 до 5 000 мг/л | 91–96 | 1,5–3,6 |
| – ионный обмен | Растворимые минеральные соли | Прокаленный остаток до  11 000–15 000 мг/л | 94–98 | 1–2,5 |
| – электроосмос и электродиализ | Растворимые минеральные соли | Прокаленный остаток до  10 000 мг/л | 90–93 | 1,6–3,8 |

Методы механической очистки БСВ используются, как правило, для предварительной очистки сточных вод. К таким методам относятся: отстаивание, центрифугирование и фильтрация. Они позволяют удалять из сточных вод нерастворимые примеси различной степени дисперсности, за исключением частиц коллоидной фракции и растворимых солей.

Самым распространенным методом в практике бурения является отстаивание БСВ. При этом удаление взвешенных веществ из сточной воды происходит под действием сил гравитационного поля. Эффективность удаления взвесей из БСВ зависит от степени их дисперсности и стабильности суспензии (табл. 16).

Таблица 16 – Время осаждения взвешенных веществ различной фракции в чистой воде

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал | Размер фракции, мм | Время осаждения частиц в столбе воды высотой 1 м |
| Шлам | 5–10 | 1–5 с |
| Песок | 0,1–1 | 10 с |
| Мелкий песок | 0,01–0,1 | 120 с |
| Недиспергированные глинистые частицы | 0,001–0,01 | 2 ч |
| Низкодисперсные глинистые частицы | 0,0005–0,001 | 8 сут |
| Высокодисперсные глинистые частицы | 0,0005–0,000015 | 2 года |
| Коллоидные частицы | 0,000015 | 20 лет |

Из таблицы 16 видно, что скорость естественного осаждения глинистых частиц, составляющих большую часть примесей в составе БСВ и обусловливающих загрязненность воды, весьма незначительна и не удовлетворяет производственным нуждам.

Процесс отстаивания используют и для очистки производственных сточных вод от нефти, масел, смол, жиров и др. Очистка от всплывающих примесей аналогична осаждению твердых веществ. Различие заключается в том, что плотность всплывающих частиц меньше, чем плотность воды. Для очистки сточных вод от основной массы нефтепродуктов (более 100 мг/л) применяют нефтеловушки преимущественно горизонтального типа.

Принцип работы нефтеловушки основан на разной плотности нефтепродуктов и механических примесей. Всплывшую нефть собирают щелевыми поворотными трубами, а осадок удаляют через донный клапан или гидроэжектором. Для обогрева всплывающего слоя нефтепродуктов в зимнее время предусмотрен паровой подогреватель.

Длину нефтеловушки (*L*), обеспечивающую достаточное время для отстаивания нефтепродуктов, определяют по формуле:

 (5)

где *v* – скорость движения сточной воды в нефтеловушке, м/с; *H* – рабочая глубина нефтеловушки, м; *k* – поправочный коэффициент, учитывающий вихревые и струйные образования вследствие конструктивных особенностей (для горизонтальных нефтеловушек *k* = 0,5, для радиальных – 0,45, для вертикальных – 0,35); *W* – вертикальная составляющая скорости движения воды в нефтеловушке, мм/с; *u* – скорость всплывания частиц нефтепродуктов в статических условиях в сточной воле, не содержащей механических примесей.

Степень очистки сточных вод от нефтепродуктов в горизонтальных нефтеловушках составляет 70–60%. Для повышения эффективности работы нефтеловушек применяют тонкослойное отстаивание. В отстойной зоне нефтеловушек, предназначенных для этой цели, установлены наклонно, под углом 45–50°, пакеты пластин с зазором 20–100 мм. В результате уменьшения пути движения частиц нефтепродуктов достигается сокращение времени отстаивания. Степень очистки в многополочной нефтеловушке достигает 98%.

Доочистку сточных вод после нефтеловушек проводят в прудах-отстойниках, которые представляют собой земляной бассейн, состоящий обычно из двух и более секций. Днище и откосы бассейна покрыты противофильтрационными материалами (глина, бетонные плиты, полимерные пленочные материалы). Пруды-отстойники оборудуют впускными и выпускными трубами, донными перепускными трубами, устройствами для сбора нефтепродуктов. Глубина очистки зависит от продолжительности отстаивания, и остаточное содержание нефтепродуктов составляет обычно 20–30 мг/л. После отстаивания сточные воды содержат тонкодиспергированные нефтепродукты, которые можно выделить фильтрованием.

Существующие системы очистки БСВ методом отстаивания в амбарах-отстойниках обеспечивают лишь частичное удаление из них грубодисперсных частиц, а основные загрязнители остаются в БСВ.

Непосредственное использование силы тяжести путем прямой седиментации может быть усилено с помощью центробежных сил, используемых в циклонах и центрифугах. Основные преимущества гидроциклонного способа очистки состоят в относительно высокой производительности, компактности и простоте конструкции.

Очистка БСВ на основе глинистого раствора, утяжеленного баритом, в гидроциклоне диаметром 0,075 м показала, что эффективность очистки составляет 78–81% при незначительных потерях (0,5–0,7%) жидкой фазы через разгрузочное отверстие гидроциклона. Однако остаточное содержание твердой фазы в очищенной жидкости довольно высокое и составляет 4,4–10,2 г/л. В гидроциклонах обеспечивается отделение минеральных частиц диаметром более 15–20 мкм. Следовательно, основная фракция взвешенных веществ (высокодисперсная и коллоидная) остается в сточной воде. Этот метод неэффективен и в отношении органических загрязнителей.

Другим методом механической очистки, с помощью которого происходит выделение взвешенных загрязнений под действием центробежных сил, является центрифугирование. Использование промышленной осадительной горизонтальной центрифуги для очистки сточных вод позволяет удалить 40–70% взвешенных веществ. Однако это не всегда достаточно для применения очищенной воды в оборотном водоснабжении.

Эффективным методом очистки БСВ от взвешенных частиц является фильтрование. В качестве фильтрующего элемента используют слой зернистого или пористого материала, например кварцевый песок, а также тканевые и другие фильтры.

БСВ представляет собой термодинамически неустойчивую коллоидно-дисперсную систему с высоким структурным фактором, обусловленным присутствием в ее составе реагентов-стабилизаторов, используемых для обработки БР. Ее дестабилизация с разделением фаз возможна лишь под действием физико-химических сил. Главную роль в снижении агрегативной и кинетической (седиментационной) устойчивости такой системы играют адсорбционные и электростатические силы, а также силы химического воздействия. Поэтому основными методами очистки БСВ являются физико-химические. Наибольшее распространение получили реагентная коагуляция и электрокоагуляция.

Сущность реагентной коагуляции заключается в разделении фаз под действием добавляемых в очищаемую воду коагулянтов (преимущественно солей алюминия и железа), гидролизирующихся в обрабатываемой воде с образованием сорбционно-активных гидроокисей. Формирующаяся гидроокись обладает высокоразвитой удельной поверхностью, которая легко адсорбирует дисперсные и коллоидные фракции, а также частично и растворенные загрязняющие вещества. В результате этого возникают хлопьевидные ассоциаты с довольно высокой гидравлической крупностью, которые седиментируют с образованием осадка. Кроме того, при осаждении хлопья чисто механически увлекают за собой неадсорбированную часть загрязняющих ингредиентов, находящихся в очищаемой воде.

В практике водоподготовки используют много коагулянтов, однако наиболее распространены сульфат алюминия и хлорное железо.

Флокулянтами в технологии очистки воды называются высокомолекулярные вещества, интенсифицирующие процесс хлопьеобразования гидроксидов алюминия или железа, а также работу отдельных водоочистных сооружений. В качестве флокулянтов из природных веществ используют крахмал, водорослевую крупку, белковые гидролизные дрожжи, картофельную мезгу, альгинат натрия и др. Из синтетических анионных флокулянтов наиболее широко применяются органический полимер полиакриламид. Среди неорганических флокулянтов наибольшее распространение получил активированный силикат натрия – активная (активированная) кремниевая кислота.

Применение флокулянтов при обработке воды позволяет ускорить в камерах хлопьеобразования и отстойниках формирование хлопьев и их декантацию, повысить эффект осветления воды и увеличить скорость ее движения в сооружениях.

В ряде случаев применение флокулянтов позволяет увеличить производительность действующих комплексов в 1,5 раза, а при правильном сочетании с простейшими мероприятиями по реконструкции сооружений еще больше; сократить размеры сооружений и снизить на 15–20% стоимость очистки воды.

Одним из эффективных методов очистки сточных вод является электрокоагуляционный. Сущность электрокоагуляции заключается в дестабилизации сточных вод под действием адсорбционно-активных гидроокисей, генерированных электрическим током за счет растворения металла анода. Это приводит к коагуляции высокодисперсных и коллоидных загрязнителей и выпадению их в осадок. Наиболее целесообразная область применения этого метода – очистка нефтесодержащих сточных вод. Электрокоагуляционная обработка позволяет удалять из состава БСВ нефть и нефтепродукты, взвешенные вещества, растворенную органику и некоторые другие загрязнители. Положительным в электрокоагуляции является нейтральная или слабощелочная реакция среды очищенной воды, что упрощает общую технологию очистки, исключая стадии нейтрализации электрообработанных вод.

Разновидностью коагуляционного метода является флотация. Основной областью ее применения является очистка природных и сточных вод от нефти и нефтепродуктов. Метод очистки сточных вод флотацией нашел применение лишь при водоподготовке при добыче нефти и газа.

Биохимический метод основан на способности некоторых микроорганизмов извлекать из воды органические вещества различного генезиса и использовать их в качестве питательного субстрата. Преимущества этого метода – возможность одновременного удаления разнообразных по химическому составу соединений, простота решения и низкие эксплуатационные затраты. К недостаткам метода относится возможность токсического действия некоторых веществ, содержащихся в БСВ, на микроорганизмы и необходимость разбавления сточных вод в случае высокой концентрации вредных примесей. Из-за низкой жизнеспособности отдельных культур бактерий для разрушения специфических загрязнений метод не получил распространения в промысловой практике.

В промысловой практике нередко встречаются сточные воды со значительным содержанием растворимых солей, причем в количествах, превышающих допустимые нормативы соответствующего направления утилизации или сброса. Они требуют обессоливания.

Основными методами деминерализации природных и сточных вод являются: термический, мембранный, ионный обмен и гидротехнический. К термическому методу относятся процессы с использованием высоких температур (дистилляция) и низких температур (замораживание). Мембранный метод (без изменения агрегатного состояния воды) разделяется на электродиализный и обратноосмотический. Метод ионного обмена разделяется на катионирование и анионирование. При гидротехническом методе снижения солесодержания используют разбавление и испарение.

**5 Технические решения предотвращения загрязнения атмосферы при хранении углеводородов**

Для снижения испарения углеводородов при хранении их в резервуарах применяют различные методы и технические решения:

– использование резервуаров с плавающей крышей или понтонами;

– хранение углеводородов под слоем инертного газа;

– тепловая изоляция резервуаров;

– применение газоуравнительных систем;

– максимальное заполнение резервуаров;

– применение дисков-отражателей;

– совершенствование дыхательной и предохранительной аппаратуры;

– нанесение тепло- и лучеотражающих покрытий;

– хранение углеводородов под повышенным давлением;

– хранение нефтепродуктов в отложениях каменной соли и шахтных выработках.

**1.2 Глоссарий. Основные термины и понятия необходимые для изучения дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология»**

**Аварийный выброс** – поступление загрязняющих веществ в окружающую среду в результате аварии или нарушения технологического процесса.

**Антропогенный объект** – объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

**Антропогенное воздействие** – воздействие на окружающую среду в результате производственной и хозяйственной деятельности в отрасли.

**Безопасное расстояние** – наименьшее допустимое расстояние от источника опасного и вредного производственного фактора, необходимое для обеспечения безопасности работающих.

**Благоприятная окружающая среда** – окружающая среда, качество которой обеспечивает экологическую безопасность, устойчивое функционирование естественных экологических систем, иных природных и природно-антропогенных объектов.

**Взрыв** – быстрое химическое или физическое превращение веществ, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способность травмировать работающих, разрушить, повредить или уничтожить оборудование и другие материальные ценности.

**Взрывобезопасность** – система организационных и технических мероприятий и средств, направленных на предотвращение или локализацию взрыва и его воздействия на работающих.

**Вредное воздействие на окружающую среду** – любое прямое либо косвенное воздействие на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к отрицательным изменениям окружающей среды.

**Вредный производственный фактор** – фактор, воздействие которого в производственных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности работающих.

**Время самоочищения почвы** – интервал времени, в течение которого происходит уменьшение доли загрязняющего вещества на 96% от первоначального значения.

**Газоопасное место** – зона, в воздухе которой имеется или может появиться загазованность выше ПДК или предельно допустимых взрывобезопасных концентраций. Газоопасным местом называется также зона, в которой содержание кислорода составляет менее 16%.

**Деградация почвы** – ухудшение свойств и плодородия почвы в результате воздействия природных и антропогенных факторов.

**Загазованность** – наличие в воздухе вредных или взрывоопасных веществ концентрацией, близкой или выше предельно допустимых норм.

**Загрязнение окружающей среды** – поступление в компоненты природной среды, нахождение и (или) возникновение в них в результате вредного воздействия на окружающую среду вещества, физических факторов (энергия, шум, излучение и иные факторы), микроорганизмов, свойства, местоположение или количество которых приводят к отрицательным изменениям физических, химических, биологических и иных показателей состояния окружающей среды, в том числе к превышению нормативов в области охраны окружающей среды.

**Загрязняющее вещество (поллютант)** – вещество или смесь веществ, поступление которых в окружающую среду вызывает ее загрязнение.

**Знаки безопасности** – знаки, предупреждающие о возможной или непосредственной опасности, а также предписывающие, запрещающие или разрешающие определенные действия с целью обеспечения безопасности труда и передачи необходимой для этого информации.

**Качество окружающей среды** – состояние окружающей среды, характеризующееся физическими, химическими, биологическими и (или) иными показателями или их совокупностью.

**Мониторинг окружающей среды** – система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

**Несчастный случай на производстве** – случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей и заданий руководителя работ.

**Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду** – нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

**Нормативы допустимых выбросов и сбросов химических и иных веществ** – нормативы, которые установлены для юридических лиц и граждан, осуществляющих хозяйственную и иную деятельность, в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных и мобильных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

**Нормативы допустимых физических воздействий** – нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

**Нормативы предельно допустимых концентраций химических и иных веществ** – нормативы, установленные в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических и иных веществ в окружающей среде, несоблюдение которых приводит к причинению экологического вреда.

**Нормативы предельно допустимых физических воздействий** – нормативы, установленные в соответствии с показателями предельно допустимого воздействия на окружающую среду тепла, шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий, несоблюдение которых приводит к причинению экологического вреда.

**Огневые работы** – работы, связанные с применением открытого огня, искрообразованием, нагреванием сооружений, оборудования, инструмента, материалов до температур воспламенения (самовоспламенения) газо-, паро- и пылевоздушной смеси и других горючих веществ, появление которых в опасных концентрациях возможно в зоне проведения этих работ.

**Опасный производственный фактор** – фактор, воздействие которого в производственных условиях приводит к травме или внезапному ухудшению здоровья работающих.

**Опасная зона** – пространство, в котором возможно воздействие на работающего опасного или вредного производственного фактора.

**Оценка воздействия на окружающую среду** – определение при разработке проектной документации возможного воздействия на окружающую среду при реализации проектных решений, предполагаемых изменений окружающей среды, а также прогнозирование ее состояния в будущем в целях принятия решения о возможности или невозможности реализации проектных решений.

**Постоянное рабочее место** – место, на котором работающий находится большую часть (> 50% или > 2 ч непрерывно) своего рабочего времени. Если при этом работу осуществляют в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считают всю рабочую зону.

**Предельно допустимая концентрация вещества (ПДК)** – это такая его концентрация, при воздействии которой на организм человека и окружающую среду периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредствованно через экологические системы или через возможный экономический ущерб, не возникает ни прямого, ни косвенного вредного воздействия, обнаруживаемого современными методами исследования сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

**Природно-антропогенный объект** – природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение.

**Природопользование** – хозяйственная и иная деятельность, в процессе которой используются природные ресурсы и оказывается воздействие на окружающую среду.

**Производственная санитария** – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

**Профессиональное заболевание** – заболевание, специфичное для данной профессии и приобретенное работающим в результате воздействия вредных производственных факторов.

**Рабочая зона** – пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

**Рабочее место** – место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности.

**Риформинг** – процесс получения бензиновых дистиллятов, которые используются в качестве высокооктанового компонента или для выделения индивидуальных ароматических углеводородов.

**Самоочищение почвы** – способность почвы уменьшать концентрацию загрязняющего вещества в результате протекающих природных процессов.

**Санитарно-защитная зона** – озелененная территория, отделяющая населенный пункт от промышленного предприятия, размеры и организация которой зависят от степени вредного влияния предприятия.

**Средства защиты работающих** – средства, применяемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов.

**Средства индивидуальной защиты** – средства защиты, применяемые индивидуально. Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения подразделяются на классы: костюмы изолирующие; средства защиты органов дыхания; одежда специальная защитная; средства защиты ног; средства защиты рук; средства защиты головы; средства защиты лица; средства защиты глаз и др.

**Средства коллективной защиты** – средства, применяемые для одновременной защиты двух или более работающих. В зависимости от назначения средства коллективной подразделяют на классы: средства защиты от повышенного уровня вибрации (оградительные, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления); средства защиты от повышенного уровня шума (оградительные, звукоизолирующие, звукопоглощающие, глушители шума, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления); средства защиты от поражения электрическим током (оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и [зануления](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%97%D0%B0%D0%BD%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/), устройства автоматического отключенияи др.); средства коллективной защиты работающих от механического травмирования (ограждения (кожухи, козырьки, дверцы, экраны, щиты, барьеры и т.д.), предохранительные – блокировочные устройства (механические, электрические, электронные, пневматические, гидравлические и т.д.), тормозные устройства (рабочие, стояночные, экстренного торможения), сигнальные устройства (звуковые, световые) и др.

**Требования безопасности труда** – требования, установленные законодательными актами, нормативно-технической документацией, правилами и инструкциями, выполнение которых обеспечивает безопасность работающих.

**Экологически опасная деятельность** – строительство, эксплуатация, демонтаж или снос объектов, иная деятельность, которые создают или могут создать ситуацию, характеризующуюся устойчивым отрицательным изменением окружающей среды и представляющую угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, имуществу юридических лиц и имуществу, находящемуся в собственности государства.

**Экологический аудит** – независимая комплексная документированная проверка соблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, требований, в том числе нормативов и технических нормативных правовых актов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по снижению (предотвращению) вредного воздействия такой деятельности на окружающую среду.

**Экологический вред** – вред, причиненный окружающей среде, а также вред, причиненный жизни, здоровью и имуществу граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, имуществу юридических лиц и имуществу, находящемуся в собственности государства, в результате вредного воздействия на окружающую среду.

**Экологический риск** – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для окружающей среды и вызванного вредным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

**2 Практический раздел ЭУМК**

**Задания и методические рекомендации для выполнения практических работ по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология»**

**Практическое занятие 1 Расчет количества вредных веществ, поступающих из газового объема трубопровода находящегося под давлением**

Цель работы: Освоить методику расчета количества вредных веществ, выделяющихся через неплотности фланцевых соединений трубопровода.

**Теоретические основы**

Для расчетов количеств вредных веществ, выделяющихся из технологического оборудования в атмосферный воздух, необходимо знать основные свойства химических соединений и их смесей.

**Давление (p)** – [физическая величина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0), численно равная [силе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0), действующей на единицу [площади](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%89%D0%B0%D0%B4%D1%8C) поверхности [перпендикулярно](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80) этой поверхности. В системе СИ измеряется в Паскалях (Па). 1 Па = 10-5 бар = 1,02×10-5 кгс/см2 = 7,5024×10-3 мм рт. ст.

Жидкие и газообразные среды характеризуются свойствами упругости – обратимого изменения объема, то есть уменьшения объема среды при сжатии ее под давлением и восстановления исходного объема при снятии этого давления, и текучести – обратимого изменения формы. В этих средах различают давление внешнее (поверхностное) – на границе (поверхности) сред и внутреннее – внутри, в объеме или массе среды.

Внешнее давление на поверхность жидкой или газообразной среды, равное отношению нормальной составляющей суммы сил, приложенной извне, к площади поверхности, передается внутрь среды без изменений и равномерно во все стороны.

Внутреннее давление покоящихся жидких и газообразных сред зависит не только от внешнего давления, но и от веса самой среды. Эта зависимость наиболее существенна для жидкостей, обладающих большей плотностью, чем газы.

**Атмосферное давление (pат)** – [давление](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) [атмосферы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B8) на все находящиеся в ней предметы и земную поверхность. Атмосферное давление, равное давлению столба ртути высотой 760 мм при температуре 0°C, называется **нормальным атмосферным давлением**. Его величина составляет 105 Па.

**Избыточное давление** **(pизб)** – это величина, на которую измеряемое давлением больше нормального атмосферного давления.

**Абсолютное давление** **(pабс)** – величина измеренная относительно давления равного абсолютному нулю (абсолютному вакууму), рассчитывается:

*p*абс*=p*ат*+p*изб*.*(1.1)

Плотность капельных жидкостей и газов зависит от температуры и давления. Зависимость величины плотности жидкости и газа при температуре, отличной от 20°С, определяется по формуле Д.И. Менделеева:

 (1.2)

где *ρt* и *ρ20* – плотности жидкости (газа), кг/м3 при температурах соответственно *Т* и *Т0* = 20°С; *βt* – коэффициент теплового расширения.

Коэффициент теплового расширения выражает относительное увеличение объема жидкости при увеличении температуры на 1К при постоянном давлении. Имеет [размерность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) обратной [температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) – 1/К (1/°С). Коэффициент теплового расширения капельных жидкостей незначителен. Например, для воды при температуре 10–20°С и давлении 105 Па βt составляет 0,00015 1/К, для нефти и нефтепродуктов βt – 0,0006–0,0008 1/К.

Плотность газа или пара при t=0оC и p0=100 кПа рассчитывают по формуле:

(1.3)

где *М* – молярная масса газ, кг/(кмоль); *Vm* – [молярный объем](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D1%91%D0%BC), при [стандартных условиях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%8F) равен 22,4 л/моль (м3/кмоль).

**Стандартные условия для** [**температуры**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) **и** [**давления**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)– это значения температуры и давления, с которыми соотносятся значения других физических величин, зависящих от давления и температуры.

Стандартное давление для газов, жидкостей, и твердых тел равно 105 [Па](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C_(%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)) (760 [мм рт. ст.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BC_%D1%80%D1%82._%D1%81%D1%82.)). Стандартная температура для газов равна 273,15 [К](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D0%BD) (0°С). Стандартная [молярность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) для растворов равна 1 моль×л−1.

**Моль** – единица количества вещества, т. е. величины, оцениваемой количеством содержащихся в физической системе тождественных структурных элементов (атомов, молекул, ионов и других частиц). Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов (частиц), сколько атомов содержится в [атоме](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9D%D1%83%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D1%8B/) углерода 12C массой 0,012 кг, т.е. 6,022·1023.

**Молярная масса вещества** – отношение массы вещества к количеству молей этого вещества, то есть масса одного моля вещества. Для отдельных [химических элементов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) молярной массой является масса одного моля отдельных [атомов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) этого элемента. В этом случае молярная масса элемента, выраженная в г/моль, численно совпадает с массой атома элемента, выраженной в [атомных единицах массы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B) (а.е.м.).

**Молекулярная масса** – [масса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) [молекулы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0), выраженная в [атомных единицах массы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B).

Для определения плотности газа или пара при температуре оC и давлении  кПа используют уравнение Клапейрона:

 (1.4)

Нефтяной газ представлен в виде смеси углеводородов, поэтому для оценки его физико-химических свойств необходимо знать, как выражается [состав](http://neftrussia.ru/sostav-i-fiziko-himicheskie-svojstva-plastovoj-2/) смеси. Состав среды в оборудовании или трубопроводе можно представить в массовых, мольных (молярных) и объемных долях.

**Массовая доля** компонента газовой смеси – отношение массы данного компонента к массе всей смеси. Массовая доля измеряется в долях единицы или в процентах.

 (1.5)

где *gi* – массовая доля i-го компонента, *mi* – масса i-го компонента газовой смеси, г; – сумма масс всех компонентов, входящих в газовую смесь, *n* – число компонентов.

**Мольная доля** – отношение количества молей данного компонента к общему количеству молей всех компонентов. Мольную долю выражают в долях единицы.

 (1.6)

где *Ni* – мольная доля i-го компонента, *υi* – количество i-го компонента, моль, *n* – число компонентов.

Массовые доли компонентов пересчитывают в мольные:

 (1.7)

где *gi* – массовая доля i-го компонента; *Mi* – молекулярная масса компонента.

**Объемная доля** компонента газовой смеси – отношение парциального объема, который занимает компонент к объему всей смеси. Объемная доля измеряется в долях единицы или в процентах.

 (1.8)

где *νi* – объемная доля i-го компонента, *Vi* – парциальный объем компонента газовой смеси, м3; – сумма парциальных объемов всех компонентов.

Для идеального газа соблюдается соотношение *νi*=*Ni*. Молекулярная масса газовой смеси рассчитывается по формуле:

 (1.9)

где *Mi* – молекулярная масса i-го компонента.

**Парциальным объемом** компонента газовой смеси называется объем, который он занимает при давлении и температуре смеси.

Когда в трубопроводе или оборудовании находится смесь жидкостей, плотность этой смеси определяют по выражению:

 (1.10)

где *ρi*ж – плотность компонента.

Плотность смеси газов определяется по формуле:

 (1.11)

где *Ni*г – мольные доли компонентов газовой смеси, *ρi*г – плотность соответствующих компонентов.

При расчете количеств вредных веществ, выделяющихся со свободной поверхности жидкости, необходимо помнить, что они состоят из смеси веществ, состав которых зависит от температуры, давления, а так же от объемной (мольной) доли каждого вещества в растворе.

Давление газовой смеси над раствором равно, кг/м2:

 (1.12)

где *pi* – парциальное давление компонента смеси.

**Парциальное давление** – [давление](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) отдельно взятого компонента [газовой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7) смеси. Общее давление газовой смеси является суммой парциальных давлений ее компонентов.

**Парциальное давление** [**идеального газа**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B4%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7) **в смеси** равно давлению, которое будет оказываться, если бы он занимал тот же объем, что и вся смесь газов, при той же температуре.

Согласно закону Рауля парциальное давление насыщенного пара (Па) любого компонента над жидким идеальным раствором прямо пропорционально молярной доле этого компонента в растворе:

 (1.13)

где *Ni* – мольная доля компонента в растворе, *pi*н– давление насыщенного пара вещества над чистым компонентом при заданной температуре.

Парциальное давление компонента газовой смеси, Па:

 (1.14)

Зная объемный или массовый состав смеси в оборудовании и давление насыщенных паров веществ, составляющих смесь, можно определить количественный состав газовой смеси над поверхностью жидкости. Концентрацию насыщенных паров компонента, выраженную в единицах давления, можно пересчитать в объемную концентрацию (мг/м3) по следующей формуле:

 (1.15)

где *pi* – парциальное давление компонента газовой смеси при заданной температуре и давлении, Па; *Мi* – молекулярная масса данного вещества; 1 мм рт. ст.=133,322 Па.

Количество газовой смеси (кг/ч), выделяющейся через неплотности фланцевых соединений при Ризб ≥ 2∙105 Па, определяется по формуле:

 (1.16)

где 3,57 – коэффициент, °С1/2∙см2/(м3∙ч); *η* – коэффициент запаса, принимаемый равным 2; *p*изб – избыточное давление, Па; *m* – коэффициент негерметичности, ч-1; *V* – объем аппарата, занимаемый газовой (паровой) фазой, м3; *Т* – абсолютная температура газа или пара в аппарате, К; *М* – молярная масса газа или пара.

**Коэффициент негерметичности** – величина относительного падения давления при испытании оборудования в единицу времени (ч-1):

 (1.17)

где *G* – количество газа, вытекающего из оборудования, кг/ч; *R* – универсальная газовая постоянная для рабочей среды, R=8,314 Дж/(моль∙К); *Т*н – начальная температура; *p*н – начальное давление в аппарате; *V* – объем газовой или паровоздушной фазы в оборудовании.

Примеры допустимых значений коэффициента негерметичности приведены в табл. 1

Таблица 1 – Допустимые значения коэффициента негерметичности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Емкость | Среда | Коэффициент  негерметичности, ч-1 |
| Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов и паров: |  | 0,005  0,001  0,001  0,001 |
| – цеховые | Токсичная и горючая  Токсичная |
| – межцеховые | Токсичная и горючая |
|  | Токсичная |

Количество газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений, при 2∙105 > pизб ≥ 0,02∙105 Па, приближенно определяется по формуле для pизб ≥ 2∙105 Па, но с коэффициентом запаса η = 1,5.

**Задание**

Определить количество вредных веществ, выделяющееся через неплотности фланцевых соединений трубопровода, транспортирующего газ.

***Исходные данные для расчета*** (по вариантам выдает преподаватель): давление наружной среды (*р*ат, Па); состав среды в трубопроводе (*gi*, массовая доля); температура газовой смеси в трубопроводе (*t*, ºС); избыточное давление в трубопроводе (*р*изб, Па); коэффициент негерметичности m=0,001 ч-1; внутренний диаметр трубопровода (*d*, мм); длина трубопровода (*l*, м).

**Алгоритм выполнения задания**

1 Определяют мольные доли составляющих газовой смеси по формуле 1.7.

2 Определяют абсолютное давление газовой смеси в трубопроводе (Па) по формуле 1.1.

3 Определяют парциальное давление составляющих газовой смеси (Па) по формуле 1.14.

4 Определяют концентрации составляющих газовой смеси (мг/м3) по формуле 1.15.

5 Определяют плотность газовой смеси в трубопроводе (кг/м3) по формуле 1.11. Произведение для составляющих газовой смеси .

6 Определяют молекулярную массу газовой смеси в трубопроводе по формуле 1.9.

7 Определяют объем газов в трубопроводе по формуле, м3:

 (1.18)

где *D* – внутренний диаметр трубопровода; *l* – длина трубопровода.

8 Определяют количество газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений трубопровода (кг/ч) по формуле 1.16.

9 Определяют объем газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений трубопровода (м3/ч) по формуле:

 (1.19)

10 Определяют количество составляющих газовой смеси, выделяющееся через неплотности фланцевых соединений трубопровода (мг/ч или г/ч) по формуле:

 (1.20)

**Контрольные вопросы**

1 Перечислите виды давления и единицы их измерения.

2 Что выражает коэффициент теплового расширения?

3 Что называется парциальным давлением и парциальным объемом?

4 Что называется молекулярной и молярной массами вещества? Как их определить и в каких единицах они выражаются?

5 В каких дольных единицах можно выразить состав среды (газовой или жидкой) в оборудовании или трубопроводе? Что они характеризуют и как их определить?

**Практическое занятие 2 Расчет кратности разбавления производственных сточных вод в водотоках**

Цель работы: Освоить методику расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах и кратности их разбавления.

**Теоретические основы**

Природные воды обладают способностью самоочищаться. **Самоочищением** называется совокупность всех природных процессов, направленных на восстановление первоначальных свойств и состава воды.

Процесс самоочищения воды водоема от загрязнений разделяют на две стадии:

– перемешивание загрязненной струи со всей массой воды;

– самоочищение как таковое, то есть процессы минерализации редуцентами (микроорганизмами) органических веществ и поглощение ими бактерий, внесенных в водоем.

Для того чтобы определить необходимую степень очистки сточных вод, спускаемых в водоем, надо знать содержание взвешенных веществ, потребление растворенного кислорода, допустимую величину БПК смеси речных и сточных вод, солевой состав и температуру и др., а также предельно допустимую концентрацию токсических примесей и других вредных веществ.

В проточном водоеме внесенные в него сточные воды вместе с разбавляющей их речной водой продвигаются по течению реки на то или иное расстояние. На некотором расстоянии может наступить восстановление состояния реки.

Для расчета разбавления сточных вод в средних и больших реках наибольшее распространение получил метод Фролова – Родзиллера.

Коэффициент смешения вод в данном случае определяется по формуле:

, (2.1)

где *Q* – расход воды в створе реки (при 95% обеспеченности) у места выпуска сточных вод, м3/с; *L* – расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа, м; *q* – расход сточных вод, м3/ с; *m* – коэффициент, зависящий от гидравлических условий; *e* – математическая константа (основание натурального логарифма) равная 2,7.

Коэффициент *m* определяется по формуле:

, (2.2)

где *ξ* – коэффициент, учитывающий место расположения выпуска (для берегового выпуска ξ=1, для руслового – ξ=1,5), *ϕ* – коэффициент извилистости русла, равный отношению расстояния по фарватеру реки от места выпуска вод до расчетного створа к расстоянию по прямой *L,* то есть *ϕ*=*Lϕ/L*.Для расчета принимаем *ϕ*=1, *E* – коэффициент турбулентной диффузии, который рассчитывают по формуле:

 (2.3)

где *u*ср – средняя скорость течения реки на участке смешения, м/с; *Н*ср – средняя глубина реки на этом участке, м.

Для количественной оценки степени разбавления сточных вод в проточном водоеме определяется кратность разбавления стоков (*n*) на заданном расстоянии от места сброса по формуле:

 (2.4)

Зная концентрацию загрязняющего вещества в стоке, и кратность его разбавления на заданном расстоянии, можно определить концентрацию этого вещества в заданном створе:

 (2.5)

где *C*ст – концентрация загрязняющего вещества в сточной воде, мг/дм3.

Таким образом, рассчитав концентрацию загрязняющего вещества в нескольких створах ниже по течению реки от места сброса сточных вод, можно определить расстояние от места сброса сточных вод, до места, где концентрация загрязняющего вещества будет соответствовать санитарной норме, принятой для данного водотока, то есть, будет ниже значения ПДК.

Внесенные в реку загрязнения распределяются в ней согласно следующему уравнению:

 (2.6)

где *α* – коэффициент смешения; *Q* – расход воды в реке, м3/с; *q* – количество сбрасываемых сточных вод, м3/с; *С*ЗВ – концентрация загрязняющего вещества в реке до смешения, мг/дм3; *С*ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в реке после смешения, мг/дм3; *С*maxЗВ – максимальная концентрация загрязняющего вещества, которая может быть допущена в сточных водах (или тот уровень очистки сточных вод, при котором после их смешения с водой водотока степень его загрязнения не превысит установленного норматива *С*ПДК), мг/дм3.

Из уравнения 2.6 следует:

(2.7)

Необходимую степень очистки сточных вод по взвешенным веществам определяют из следующего баланса:

 (2.8)

где *α* – коэффициент смешения; *Q* – расход воды в реке, м3/с; *q* – количество сбрасываемых сточных вод, м3/с; *С*ВВ – концентрация взвешенных веществ в реке до спуска сточных вод, мг/дм3; *С*maxВВ – максимальная концентрация взвешенных веществ в сточных водах, при которой условия спуска их в водоток будут соответствовать санитарным требованиям, мг/дм3; *С*Д – допустимое по нормативам увеличение содержания взвешенных веществ в воде водных объектов после спуска сточных вод в зависимости от категории водного объекта.

Из уравнения (2.8) следует:

(2.9)

В соответствии с СанПиН 2.1.2.12–33–2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения» выделяют водные объекты двух категорий водопользования.

К первой категории водопользования относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Ко второй категории водопользования относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) (*С*Д) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/дм3 для первой категории водопользования и на 0,75 мг/дм3 для второй категории водопользования.

**Задание**

Определить на каком расстоянии от места сброса стоков концентрация загрязняющего вещества в речной воде снизится до норм ПДК, и какова при этом кратность разбавления стоков. Рассчитать максимальные допустимые концентрации загрязняющего вещества и взвешенных веществ в сбрасываемых сточных водах.

***Исходные данные для расчета*** (по вариантам выдает преподаватель): среднемесячный расход воды в реке (*Q*, м3/с); средняя скорость течения реки (*u*ср, м/с); средняя глубина реки на участке (*Н*ср, м); концентрация загрязняющего (*С*ЗВ, мг/дм3) и взвешенного (*С*ВВ, мг/дм3) вещества в реке до смешения; концентрация загрязняющего вещества в сточной воде (*C*ст, мг/дм3); количество сбрасываемой сточной воды (*q*, м3/с); ПДК загрязняющих веществ, мг/дм3; расстояние от места выпуска сточных вод (*L*, м); категория водного объекта; место расположения выпуска сточных вод – береговой; коэффициент извилистости русла *ϕ*=1.

**Алгоритм выполнения задания**

1 Определяют коэффициент турбулентной диффузии для равнинных рек по формуле 2.3.

2 Определяют коэффициент *m*, учитывающий влияние гидравлических факторов по формуле 2.2.

3 Определяют коэффициент смешения *a* по формуле 2.1.

4 Определяют кратность разбавления сточной воды по формуле 2.4.

5 Определяют концентрацию загрязняющего вещества в створе по формуле 2.5.

6 Делают вывод о степени разбавления загрязняющего вещества до норм ПДК. В случае если разбавления до норм ПДК не произошло, необходимо произвести расчеты для большей величины расстояния от места сброса, на котором произойдет разбавление загрязняющего вещества до норм ПДК.

7 Определяют максимально допустимую концентрацию загрязняющего вещества в сточной воде (*С*maxЗВ, мг/дм3) по формуле 2.7.

8 Определяют максимально допустимую концентрацию взвешенных веществ в сточной воде (*С*maxВВ, мг/дм3) по формуле 2.9.

**Контрольные вопросы**

1 Приведите классификацию природных вод по целевому назначению.

2 Приведите определение понятий «водопользование» и «водопотребление». Охарактеризуйте категории водопотребления и водопользования.

3 Что называется качеством воды? Назовите критерии качества воды и документы регламентирующие нормирование качества воды в водных объектах.

4 Охарактеризуйте источники и виды загрязнения водных ресурсов.

5 На какие группы подразделяются сточные воды по происхождению? Приведите их характеристику.

6 Перечислите факторы, обуславливающие самоочищение водных объектов, и приведите их характеристику.

7 Что понимают под лимитирующим показателем вредности? Какие лимитирующие показатели вредности принимают во внимание при установлении ПДК в воде?

8 Перечислите существующие ПДК, устанавливаемые в зависимости от целевого назначения использования вод. Что называется нормативом допустимого сброса?

**Практическое занятие 3 Расчет элементов сооружений по очистке нефтесодержащих сточных вод**

Цель работы: Освоить методику расчета для подбора нефтеловушки для отделения нефтяных частиц из нефтесодержащих вод.

**Теоретические основы**

В воде нефтяные частицы находятся в *грубодисперсном*, *тонкодисперсном (эмульгированном)* или (и) *растворенном* состоянии.

В основном, нефтяные частицы, попав в воду, в силу меньшей плотности всплывают на поверхность воды. Такие частицы называют грубодиспергированными или всплывающими. Их содержание в стоках нефтебаз составляет от 350 до 14700 мг/дм3.

Меньшая часть нефтяных частиц находится в тонкодиспергированном состоянии, образуя эмульсию типа «нефть в воде». Такие эмульсии в течение длительного времени сохраняют устойчивость и разрушить их относительно сложно. Содержание нефти в таких эмульсиях от 50 до 300 мг/дм3.

Некоторые компоненты нефти частично растворяются в воде. Содержание нефти в растворенном состоянии составляет 5–20 мг/дм3.

Для очистки нефтесодержащих вод используются *механический*, *физико-химический*, *химический*, *биохимический* и *термический* методы.

**Механический** метод применяют для отделения грубодисперсных нефтяных частиц. Он реализуется, например, в нефтеловушках. После очистки в них вода может быть использована, в основном на технологические нужды предприятия или спущена в водоемы.

На предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов получили распространение нефтеловушки трех видов: *горизонтальные*, *многоярусные (тонкослойные)* и *радиальные*.

Горизонтальные нефтеловушки – это прямоугольный железобетонный резервуар, разделенный на несколько секций и предназначенный для удаления нефти, а также взвешенных осадков, прошедших через песколовку. Принцип работы основан на разности удельных весов воды и отделяемых нефтяных частиц. В процессе отстаивания происходит всплывание нефти или нефтепродуктов и выпадение осадка механических примесей. Нефтеловушки обеспечивают очистку сточных вод до остаточного содержания нефти или нефтепродуктов 50–100 мг/дм3. В зависимости от объема сточных вод применяют нефтеловушки различной производительности и конструкции (табл. 2).

Таблица 2 – Основные параметры типовых горизонтальных нефтеловушек

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пропускная способность,  м3/ч | Число секций | Глубина проточной  части, м | Размеры одной секции, м | | | Номер  типового  проекта |
| ширина | длина | высота |
| 18 | 1 | 1,20 | 2 | 12 | 2,4 и 3,6 | 902–2–157 |
| 36 | 2 | 1,20 | 2 | 12 | 2,4 и 3,6 | 902–2–158 |
| 72 | 2 | 1,25 | 3 | 18 | 2,4 и 3,6 | 902–2–159 |
| 108 | 2 | 1,50 | 3 | 24 | 2,4 и 3,6 | 902–2–160 |
| 162 | 2 | 2,00 | 3 | 30 | 2,4 и 3,6 | 902–2–161 |
| 396 | 2 | 2,00 | 6 | 36 | 2,4 | 902–2–3 |
| 594 | 3 | 2,00 | 6 | 36 | 2,4 | 902–2–17 |
| 792 | 4 | 2,00 | 6 | 36 | 2,4 | 902–2–18 |

Длина нефтеловушки определяется из расчета, чтобы средняя продолжительность пребывания воды в ловушке составляла около 2 ч при расчетной скорости потока 0,003–0,008 м/с.

Необходимая длина нефтеловушки рассчитывается по формуле:

(3.1)

где *h*п– глубина проточной части нефтеловушки, *h*п=l,2–2 м; *w* – средняя скорость потока в нефтеловушке, рекомендуется принимать *w*=4–6×10-3 м/с; *k* – коэффициент использования объема нефтеловушки, учитывающий наличие зон циркуляции и мертвых зон, которые практически не участвуют в процессе очистки, *k*=0,5; *u*0 – скорость всплытия (гидравлическая крупность) нефтяных частиц диаметром *d*Н, *w*\* – удерживающая скорость потока, при ламинарном режиме течения в нефтеловушке *w*\*=0, а при турбулентном:

 (3.2)

где *λ* – коэффициент гидравлического сопротивления.

 (3.3)

где Re – число Рейнольдса.

Число Рейнольдса для потока в нефтеловушке рассчитывают по формуле:

 (3.4)

где *ρ*В – [плотность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) воды, кг/м3; *μ*В – динамическая вязкость воды, Па·с; *r* – гидравлический радиус, м.

Величина вязкости и плотности воды не постоянны при изменении температуры. С увеличением температуры вязкость воды уменьшается (табл. 3)

Таблица 3 – Зависимость динамической вязкости и плотности воды от температуры

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Т*, К | 273 | 275 | 278 | 283 | 288 | 293 | 298 | 303 |
| *μ*В 10 -3, Па **.**с | 1,792 | 1,673 | 1,519 | 1,308 | 1,140 | 1,005 | 0,894 | 0,801 |
| *ρ*В, кг/м3 | 999,8 | 999,9 | 1000,0 | 999,7 | 999,0 | 998,2 | 997,1 | 995,7 |

Гидравлический радиус нефтеловушки:

 (3.5)

где *В* – ширина секции нефтеловушки, м.

 (3.6)

где *Q*ср – средний расход нефтесодержащих вод, м3/сут; *k*час – часовой коэффициент неравномерности поступления нефтесодержащих вод, *k*час=1,3; *N* – число секций нефтеловушки.

Средняя скорость потока в нефтеловушке, м/с:

 (3.7)

где *Q*р – расчетный часовой расход нефтесодержащих вод, м3/ч.

 (3.8)

Скорость всплытия нефтяных частиц (м/с) определяется по формуле Стокса:

(3.9)

где *ρ*Н – плотность нефти, кг/м3, *d*Н – диаметр нефтяных частиц, м.

**Задание**

Подобрать нефтеловушку для отделения нефтяных частиц из нефтесодержащих вод.

***Исходные данные для расчета*** (по вариантам выдает преподаватель): диаметр нефтяных частиц (*d*Н, м); плотность нефти (*ρ*Н, кг/м3); средний расход (*Q*ср, м3/сут) и температура (Т, К) нефтесодержащих вод.

***Алгоритм выполнения задания.***

1 Определяют часовой расход нефтесодержащих вод (*Q*р) по формуле 3.8. В соответствии с табл. 2 предварительно принимают к сооружению нефтеловушку по типовому проекту.

2 Определяют среднюю скорость потока в нефтеловушке (*w*) по формуле 3.7.

3 Определяют гидравлический радиус нефтеловушки (r) по формуле 3.5.

4 Определяют число Рейнольдса (Re) для потока в нефтеловушке по формуле 3.4. При этом значения динамической вязкости (*μ*В) и плотности воды (*ρ*В) принимают с учетом температуры по табл. 3.

5 В случае турбулентного режима течения рассчитывают коэффициент гидравлического сопротивления (*λ*) по формуле 3.3.

6 Определяют удерживающую скорость потока (*w*\*, м/с) по формуле 3.2.

7 Определяют скорость всплытия нефтяных частиц (*u*0, м/с) по формуле 3.9.

8 Определяют расчетную длину нефтеловушки (*L*) по формуле 3.1. В случае если расчетная длина нефтеловушки значительно превышает фактическую для выбранного типового проекта нефтеловушки (табл. 2), необходимо повторить расчет для другого типоразмера.

**Контрольные вопросы**

1 На какие виды в зависимости от дисперсности подразделяются нефтяные частицы, находящиеся в воде?

2 Охарактеризуйте методы и оборудование механической очистки сточных вод промышленных предприятий и ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов.

3 Приведите характеристику химических методов очистки сточных вод промышленных предприятий и ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов.

4 Опишите сущность и методы биохимической очистки сточных вод промышленных предприятий и ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов.

5 Охарактеризуйте сущность и методы термической очистки сточных вод промышленных предприятий.

6 Опишите виды и принцип действия нефтеловушек.

**Практическое занятие 4 Оценка степени загрязнения компонентов природной среды углеводородами при авариях на магистральных нефтепроводах**

Цель работы: Освоить методику расчета степени загрязнения земель, водных объектов и атмосферного воздуха углеводородами в результате аварии на нефтепроводе.

**Теоретические основы**

***1 Оценка степени загрязнения земель***

Степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта.

Нефтенасыщенность грунта или количество нефти (масса *M*вп (т) или объем *V*вп (м3)), впитавшейся в грунт, определяется по формулам:

(4.1)

(4.2)

где *М*вп – масса нефти, впитавшейся в землю, т; *К*н – нефтеемкость грунта; *ρ* – плотность нефти, т/м3; *V*гр– объем нефтенасыщенного грунта; *V*вп – объем нефти, впитавшейся в землю, т.

Значение нефтеемкости грунта *К*н в зависимости от его влажности принимается по табл. 4.

Таблица 4 – Нефтеемкость грунтов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Грунт | Влажность W, % | | | | |
| 0 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| Гравий (диаметр частиц 2–20 мм) | 0,30 | 0,24 | 0,18 | 0,12 | 0,06 |
| Пески (диаметр частиц 0,05–2 мм) | 0,30 | 0,24 | 0,18 | 0,12 | 0,06 |
| Кварцевый песок | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 |
| Супесь, суглинок (средний и тяжелый) | 0,35 | 0,28 | 0,21 | 0,14 | 0,07 |
| Суглинок легкий | 0,47 | 0,38 | 0,28 | 0,18 | 0,10 |
| Глинистый грунт | 0,20 | 0,16 | 0,12 | 0,08 | 0,04 |
| Торфяной грунт | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,20 | 0,10 |

Объем нефтенасыщенного грунта *V*гр (м3) вычисляют по формуле:

(4.3)

где *F*гр – площадь нефтенасыщенного грунта, м2, *h*cp – средняя глубина пропитки грунта на всей площади нефтенасыщенной земли, м.

***2 Оценка степени загрязнения водных объектов***

Степень загрязнения водных объектов определяется массой растворенной и (или) эмульгированной в воде нефти.

Масса нефти, загрязняющей толщу воды, рассчитывается по формулам:

– для водоемов:

(4.4)

– для водотоков:

(4.5)

где *М*р – масса нефти, разлитой на поверхности водного объекта, т; *С*н – концентрация насыщения растворенной и (или) эмульгированной нефти в поверхностном слое воды водного объекта, г/м3; *С*ф – фоновая концентрация растворенной и (или) эмульгированной нефти в водном объекте на глубине 0,3 м вне зоны разлива, г/м3.

Концентрация насыщения *С*н принимается по табл. 5 в зависимости от типа водного объекта.

Таблица 5 – Концентрация насыщения воды нефтью

|  |  |
| --- | --- |
| Тип водного объекта | Концентрация насыщения *Сн*, г/м3 |
| Водоем | 26 |
| Водоток | 122 |

Масса нефти, разлитой на поверхности водного объекта (*М*р), можно определить одним из следующих способов:

– по балансу количества нефти, вылившейся из магистрального нефтепровода при аварии, и ее распределения по компонентам окружающей природной среды:

(4.6)

где *М* – масса нефти, вылившейся из магистрального нефтепровода, т, *М*п – масса загрязнившей землю нефти, включая находящуюся на ее поверхности, т, *М*и.п. – масса летучих низкомолекулярных углеводородов нефти, испарившихся с поверхности почвы, т.

– по результатам инструментальных измерений на загрязненной нефтью поверхности водного объекта:

(4.7)

где *m*p – удельная масса разлитой нефти на 1 м2 поверхности воды, г/м2, *m*ф – удельная масса фоновой нефти на 1 м2 свободной от разлива поверхности воды, г/м2, *F*н – площадь поверхности воды, покрытая разлитой нефтью, м2, *С*р – концентрация растворенной и (или) эмульгированной нефти в водном объекте на глубине 0,3 м в зоне разлива, г/м3, *V*p – объем воды, в котором к моменту инструментальных измерений растворилась разлитая нефть, *V*p = 0,3×*F*н, м3.

– по количеству нефти, собранной нефтесборными средствами при ликвидации аварийных разливов;

– на основе экспертных оценок по формуле:

(4.8)

Значения *m*p и *m*ф при оценке массы разлитой нефти на основе экспертных оценок принимаются на основе внешних признаков нефтяной пленки (табл. 6). Способ экспертных оценок может применяться в случаях, когда толщина слоя нефти в месте разлива значительно меньше 1 мм.

Таблица 6 – Масса нефти на 1 м2 водной поверхности при различном внешнем виде нефтяной пленки

|  |  |
| --- | --- |
| Внешние признаки нефтяной пленки | Масса нефти  на 1 м2 водной поверхности, г |
| 1 | 2 |
| 1 Чистая водная поверхность без признаков опалесценции (отсутствие признаков цветности при различных условиях освещенности) | 0 |
| 2 Отсутствие пленки и пятен, отдельные радужные полосы, наблюдаемые при наиболее благоприятных условиях освещения и спокойном состоянии водной поверхности | 0,1 |
| 3 Отдельные пятна и серые пленки серебристого налета на поверхности воды, наблюдаемые при спокойном состоянии водной поверхности, появление первых признаков цветности | 0,2 |
| 4 Пятна и пленки с яркими цветными полосами, наблюдаемыми при слабом волнении | 0,4 |

Окончание табл. 6

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| 5 Нефть в виде пятен и пленки, покрывающая значительные участки поверхности воды, не разрывающиеся при волнении, с переходом цветности к тусклой мутно-коричневой | 1,2 |
| 6 Поверхность воды покрыта сплошным слоем нефти, хорошо видимой при волнении, цветность темная, темно-коричневая | 2,4 |

Масса пленочной нефти, оставшейся на водной поверхности после проведения обязательных мероприятий по ликвидации последствий разливов нефти, рассчитывается по формуле:

(4.9)

где *m*пл.ост. – удельная масса пленочной нефти на 1м2 поверхности воды после завершения сбора разлитой нефти, г/м2; *F*н.ост. – площадь поверхности воды, покрытая пленочной нефтью после завершения мероприятий по ликвидации разлива нефти, м2.

Значение *m*пл.ост. принимается по табл. 6.

Масса нефти, принимаемая для расчета платы за загрязнение водного объекта при авариях на магистральных нефтепроводах *М*у, рассчитывается по формуле:

(4.10)

Если в результате проведения мероприятий пленочная нефть полностью удалена, то второе слагаемое формулы (4.10) принимается равным нулю.

***3 Оценка степени загрязнения атмосферы***

Степень загрязнения атмосферы вследствие аварийного разлива нефти определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой нефтью поверхности земли или водоема.

Масса углеводородов, испарившихся с поверхности земли, покрытой разлитой нефтью, определяется по формуле:

(4.11)

где *q*и.п. – удельная величина выбросов углеводородов в атмосферу с 1 м2 поверхности нефти, разлившейся на земле, г/м2.

Удельная величина выбросов *q*и.п. принимается в зависимости от следующих параметров: плотности нефти *ρ*, средней температуры поверхности испарения *t*п.и., толщины слоя нефти на дневной поверхности земли *δ*п, продолжительности процесса испарения свободной нефти с дневной поверхности земли *τ*и.п.

Плотность *ρ* принимается по данным документов о качестве нефти, перекачиваемой по магистральному нефтепроводу перед его аварийной остановкой.

Средняя температура поверхности испарения определяется по формуле:

(4.12)

где *t*п – температура верхнего слоя земли, °С; *t*воз. – температура воздуха, °С.

Если *tп.и.*<4°С, то удельная величина выбросов принимается равной нулю.

Толщина слоя свободной нефти на поверхности земли рассчитывается по формуле:

 (4.13)

Масса углеводородов, испарившихся в атмосферу с поверхности водного объекта, покрытой нефтью, определяется по формуле:

(4.14)

где *q*и.в. – удельная величина выбросов углеводородов в атмосферу с 1 м2 поверхности нефти, разлившейся на воде, г/м2.

Удельная величина выбросов *q*и.в. принимается в зависимости от следующих параметров:

– средней температуры поверхности испарения:

 (4.15)

где *t*в – температура верхнего слоя воды, °С.

Если *t*и.в.<4°С, то удельная величина выбросов принимается равной нулю.

– толщины слоя плавающей на водной поверхности нефти:

(4.16)

– продолжительности процесса испарения плавающей на водной поверхности нефти.

Продолжительность испарения нефти с поверхности *τ*и.п.земли (водной поверхности *τ*и.в.) определяется по формуле:

(4.17)

где *τ*м.п.(м.в.) – время завершения мероприятий по сбору свободной нефти с поверхности земли (воды), ч; *τ*0п(0в) – время начала поступления нефти на поверхность почвы (водного объекта), ч.

Масса испарившихся летучих низкомолекулярных углеводородов нефти, принимаемая для расчета платы за выбросы углеводородов нефти в атмосферу при авариях на магистральных нефтепроводах, рассчитывается по формуле:

(4.18)

**Задание**

На нефтепроводе произошел прорыв. Вылившаяся нефть растеклась по местности и впиталась в грунт, а часть попала в реку.

Оценить степень загрязнения земель, водных объектов и атмосферного воздуха углеводородами в результате аварии на нефтепроводе.

***Исходные данные для расчета*** (по вариантам выдает преподаватель): *F*гр, (м2); *h*cp, м; наименование грунта; *W*, %; тип водного объекта; внешние признаки нефтяной пленки; *F*н, м2; *F*н.ост., м2;*m*p, г/м2; *m*ф, г/м2; *С*р, г/м3; *С*ф, г/м3; *ρ*, т/м3; *t*п,°С; *t*воз,°С; *t*в,°С; τи.п., ч; τи.в., ч.

***Алгоритм выполнения задания.***

1 Оценка степени загрязнения земель:

– определяют объем *V*гр по формуле 4.3;

– определяют *М*вп и *V*вп по формулам 4.1, 4.2.

2 Оценка степени загрязнения водного объекта:

– определяют *М*р по формуле 4.7;

– определяют *М*н.в-м по формуле 4.4 или *М*н.в-к по формуле 4.5 в зависимости от типа водного объекта (по условию задания);

– определяют *М*пл.ост*.* по формуле 4.9. При этом величину *m*пл.ост. определяют по табл. 6 в зависимости от внешних признаков нефтяной пленки (по условию задания);

– определяют *М*у по формуле 4.10.

3 Оценка степени загрязнения атмосферы:

– определяют *t*п.и. по формуле 4.12;

– определяют *δ*п по формуле 4.13;

– определяют *М*и.п. по формуле 4.11;

– определяют *t*в.и. по формуле 4.15;

– определяют *δ*в по формуле 4.16;

– определяют *М*и.в. по формуле 4.14;

– параметры *q*и.п. и*q*и.в. принимают по таблице в приложении А табл. 1–3 (выдает преподаватель). При промежуточных значениях параметров, не указанных в таблице, производится линейная интерполяция между смежными значениями;

– определяют *М*и по формуле 4.18*.*

**Контрольные вопросы**

1 Назовите факторы, влияющие на потери жидких и газообразных углеводородов при их транспортировке.

2 Приведите характеристику лимитирующих показателей, учитываемых при нормировании химического загрязнения почв.

3 Охарактеризуйте критерии деградации почв и земель.

4 Приведите классификацию методов рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

**3 Раздел контроля знаний ЭУМК**

**Вопросы к зачету по дисциплине «Охрана труда и отраслевая экология»**

**для специальности 1-51 02 71 – Разработка и эксплуатация нефтяных**

**и газовых месторождений**

1. Законодательные акты в области охраны труда.

2. Обеспечение безопасных условий труда.

3. Особенности условий труда на нефтяных и газовых промыслах.

4. Нормативно-техническая документация.

5. Факторы санитарно-гигиенических условий труда.

6. Производственные вредности и профессиональные заболевания.

7. Нормативно-техническая документация.

8. Методы управления природопользованием и охраной окружающей среды.

9. Нормативные документы, определяющие направления внутренней и внешней политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды.

10. Основные принципы охраны окружающей среды, закрепленные в Законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

11. Меры обеспечения безопасности при создании и эксплуатации магистральных трубопроводов.

12. Экологические правонарушения и эколого-правовая ответственность.

13. Основные факторы, приводящие к изменению окружающей среды в результате строительства и работы нефтяного и газового промысла.

14. Факторы и характер изменений окружающей среды на нефтепромысле.

15. Источники механических и гидрогеологических нарушений при бурении скважин.

16. Постоянные и временные источники загрязнения при бурении скважин.

17. Производственно-технологические отходы бурения.

18. Виды буровых сточных вод.

19. Амбарный и контейнерный способы сбора и хранения производственно-технологических отходов.

20. Расчет отходов бурения.

21. Пути проникновения отходов бурения из шламовых амбаров в объекты гидро- и литосферы. Требования при строительстве земляных амбаров.

22. Воздействия на окружающую среду при транспортировке нефти и газа железнодорожным, автомобильным и водным транспортом.

23. Воздействие трубопроводного транспорта на окружающую среду.

24. Причины аварий на производствах углеводородного сырья.

25. Организованные и неорганизованные выбросы на НПЗ.

26. Источники загрязнения атмосферы на нефтебазах и НПЗ.

27. Регламентированные и нерегламентированные источники загрязнения при хранении нефтепродуктов.

28. Резервуарные парки. Загрязнение атмосферного воздуха при «большом» и «малом дыхании».

29. Подземные хранилища нефтепродуктов и природного газа.

30. Воздействие на приземную атмосферу объектов нефтегазового комплекса.

31. Трансформация почв и растительности в результате воздействия объектов нефтегазового комплекса.

32. Нефтеемкость и нефтеотдача почв, геохимические барьеры в почвах.

33. Формирование ореолов нефтяного загрязнения в почвах.

34. Формирование ореолов техногенного засоления почв.

35. Загрязнение поверхностных и подземных вод в результате воздействия объектов нефтегазового комплекса.

36. Мероприятия по охране воздушной среды. Нормирование качества атмосферного воздуха.

37. Мероприятия по охране водных ресурсов.

38. Нормирование качества воды. ПДК и лимитирующие показатели вредности.

39. Характеристики и показатели качества воды.

40. Расчет разбавления сточных вод и предельно допустимого сброса.

41. Мероприятия по охране геологической среды и почвы. Нормирование качества почвы.

42. Санитарно-защитные зоны предприятий.

43. Локализация и ликвидация последствий разливов нефти.

44. Рекультивация нарушенных и загрязненных земель.

45. Направления утилизации и методы обработки отходов бурения.

46. Противовыбросовое оборудование.

47. Технологические схемы очистки буровых сточных вод.

48. Безамбарная технология бурения.

49. Техника и технология проведения очистки буровых сточных вод.

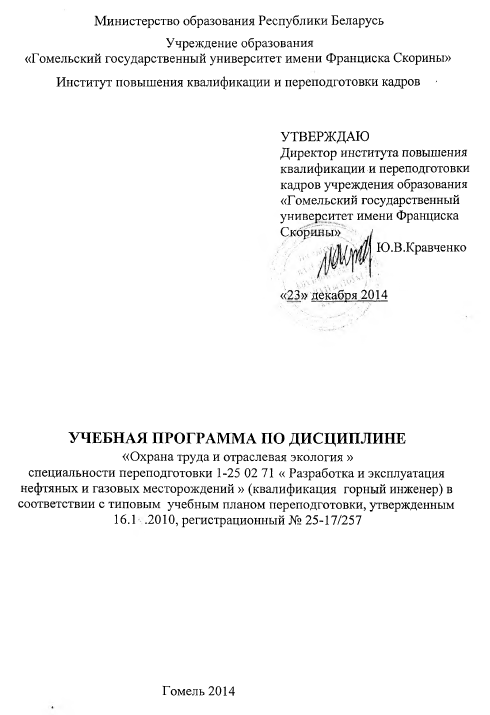
50. Технические решения предотвращения загрязнения атмосферы при хранении углеводородов.

**4 Вспомогательный раздел ЭУМК**

**4.1**



4.2



51

**ВВЕДЕНИЕ**

Многообразие технологических операций, широкое разнообразие техники, работы связанные с эксплуатацией объектов, рассредоточенных на больших территориях и в разных климатических зонах, могут представлять серьезную угрозу для работающего персонала нефтегазодобывающей отрасли и для окружающей среды.

В производственных процессах необходимо учитывать особенности каждого вида работ. Негативные факторы трудового процесса приводят к снижению трудоспособности. Длительное воздействие неблагоприятных условий труда может привести к нарушению здоровья работающего, развитию профессионального заболевания или инвалидности.

Проблема экологического неблагополучия имеет особую актуальность, поскольку представляет реальную угрозу здоровью и жизнедеятельности населения. Поэтому к первоочередным задачам на современном этапе относится усиление мероприятий по оздоровлению окружающей среды.

Проблемы защиты окружающей среды особенно остро проявляются в отраслях промышленности, связанных с недропользованием. Осуществление технологических процессов с точки зрения их экологической безопасности на нефтегазовых объектах могут проводить те специалисты, которые умеют рационально подходить к использованию природных ресурсов.

В учебной дисциплине раскрываются теоретические и методические основы обеспечения охраны труда и экологической безопасности в нефтегазодобывающей отрасли.

Целью изучения дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология» является овладение слушателями знаниями и навыками в области охраны труда и отраслевой экологии.

Задачи дисциплины:

– усвоение слушателями важнейших понятий и определений в области охраны труда и отраслевой экологии;

– изучение видов нарушения окружающей среды при проведении рода технологических операций в нефтегазодобывающей отрасли;

– изучение методов локализации и ликвидации нефтяных загрязнений;

– формирование у слушателей навыков обосновывать выбор методов и технологических схем обезвреживания и утилизации отходов бурения;

– формирование у слушателей умений обосновывать мероприятия по охране окружающей среды от различных видов и источников воздействия в нефтегазодобывающей отрасли.

Дисциплина «Охрана труда и отраслевая экология изучается слушателями специальности 1–510271 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» в объеме 20 часов аудиторных занятий, из них 12 ч – лекционных занятий и 8 ч – практических занятий.

## Содержание ПРОГРАММЫ

Тема 1 Правовое обеспечение охраны труда и экологической

безопасности в нефтегазодобывающей отрасли

Понятие «охрана и гигиена труда». Техника безопасности. Подразделение охраны труда по признакам воздействия неблагоприятных факторов и методам противодействия им. Основные принципы государственной политики в области охраны труда. Законодательные акты Республики Беларусь, включающие вопросы охраны труда. Виды ответственности за нарушения трудового законодательства. Органы надзора и контроля над состоянием охраны труда.

Условия труда. Практическое обеспечение безопасных условий труда при разработке нефти и газа. Факторы, определяющие санитарно-гигиенические условия труда. Производственные вредности в нефтегазодобывающей отрасли. Нормативно-техническая документация для обеспечения безопасных трудовых операций. Санитарно-технический паспорт. Вахтенный журнал. Инструкции по охране труда.

Правовое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности. Методы управления природопользованием и охраной окружающей среды. Программные документы, определяющие направления внутренней и внешней политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды. Принципы охраны окружающей среды, закрепленные в Законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

Экологическое правонарушение. Эколого-правовая ответственность.

Тема 2 Техногенные источники углеводородов на нефтяных

и газовых промыслах

Факторы и источники воздействия на окружающую среду в результате строительства и работы нефтяного и газового промысла. Вещества, приводящие к загрязнению на нефтяном промысле. Виды промысловых отходов, приводящих к загрязнению компонентов окружающей среды на нефтяном промысле и прилегающих территориях. Факторы и характер изменений окружающей среды на нефтепромысле. Неуправляемое фонтанирование скважин. Утечки углеводородов.

Источники воздействия на окружающую среду при бурении скважин. Объекты загрязнения окружающей среды при бурении нефтяных и газовых скважин. Источники механических нарушений. Источники гидрогеологических нарушений. Постоянные и временные источники загрязнения. Систематизация отходов бурения по агрегатному состоянию.

Буровые сточные воды и их физико-химический состав. Подразделение буровых сточных вод, образующихся при бурении нефтяных и газовых скважин.

Амбарный и контейнерный способы сбора и хранения производственно-технологических отходов. Виды работ, производимых при строительстве земляных амбаров. Расчет отходов бурения. Требования к количеству амбаров и их объемам при строительстве скважин. Размеры земляных амбаров. Виды земляных амбаров, сооружаемых для сбора и хранения производственно-технических отходов на буровой. Требования, необходимые для соблюдения, при строительстве земляных амбаров. Контейнерный способ сбора отходов. Пути проникновения отходов бурения из шламовых амбаров в объекты гидро- и литосферы.

Тема 3 Источники воздействия нефтегазового комплекса

на окружающую среду

Транспортировка нефти и газа. Железнодорожный, автомобильный и водный транспорт. Экологическая опасность перевозок по железной дороге. Экологический вред при транспортировке нефтепродуктов автомобильным транспортом. Экологический вред при транспортировке нефтепродуктов водным транспортом. Виды воздействия трубопроводного транспорта нефти и газа на окружающую среду. Основные факторы аварийности магистральных нефтепроводов на суше. Факторы аварийности на подводных переходах трубопроводов.

Показатели, определяющие экологическую опасность нефтеперерабатывающих предприятий. Основные причины утечек на производствах, связанных с переработкой углеводородного сырья, приводящие крупным авариям. Источники воспламенения газовоздушных смесей на открытых технологических установках нефтеперерабатывающих предприятий. Организованные и неорганизованные выбросы. Виды производственных сточных вод на НПЗ. Источники и пути загрязнение грунтов на территориях НПЗ.

Причины возникновения загрязнения окружающей среды при хранении нефти и нефтепродуктов. Регламентированные и нерегламентированные источники загрязнения окружающей среды при хранении нефтепродуктов. Резервуарные парки и их воздействие на окружающую среду. Потери углеводородов при «большом и малом дыхании». Подземные хранилища нефтепродуктов и природного газа и возможные экологические риски.

Тема 4 Воздействие объектов нефтегазового комплекса на компоненты

природной среды

Воздействие на приземную атмосферу в период бурения скважин. Аварийные разливы. Состав выбросов, загрязняющих атмосферу, на НПЗ. Очистные сооружения НПЗ и их влияние на загрязнение атмосферы.

Основные виды воздействия нефтегазового комплекса на почву и растительность. Механические нарушения почв. Загрязнение почв нефтепродуктами. Факторы миграции нефти в почвенном профиле. Нефтеемкость почв. Геохимические барьеры в почвах. Латеральная миграция нефти в почвах и границы нефтяного загрязнения. Формирование ореолов техногенного засоления почв. Изменение физических, химических и физико-химических свойств почв. Влияние на растительность загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. Влияние на растительность загрязнения почв минерализованными сточными промысловыми водами. Критерии деградации почв и земель. Критерии оценки состояния растительного мира.

Оценка состояния геологической среды. Загрязнение поверхностных и подземных вод. Состав сточных вод НПЗ и их отвод. Агрегатные состояния нефти в воде. Критерии оценки качества поверхностных вод. Механизм поступления и интенсивность радиальной и латеральной миграции углеводородов в подземных водах. Критерии оценки загрязнения подземных вод.

Тема 5 Мероприятия по предотвращению ущерба окружающей среде

Мероприятия по охране воздушной среды. Требуемое разбавление воздуха. Мероприятия по охране водных ресурсов. Разбавление сточных вод. Предельно допустимый сброс. Мероприятия по охране геологической среды и почвы. Санитарно-защитные зоны предприятий. Нормирование качества воды. Нормирование качества атмосферного воздуха. Нормирование качества почвы.

Мероприятия по локализации и ликвидации разливов нефти. Технические средства при локализации аварийных разливов нефти. Боновые заграждения и их виды. Общая характеристика методов ликвидации нефтяных загрязнений водных объектов.

Рекультивация нарушенных и загрязненных земель. Техническая рекультивация. Биологическая рекультивация.

Направления утилизации и методы обработки отходов бурения. Деструктивные и недеструктивные методы переработки буровых шламов.

Тема 6 Техника и технология защиты окружающей среды от

загрязнений в нефтегазодобывающей отрасли

Противовыбросовое оборудование. Стационарная и нестационарная технологические схемы очистки сточных вод. Электрокоагуляционный метод очистки сточных вод. Безамбарная технология бурения.

Критерии выбора метода очистки сточных вод. Механическая очистка сточных вод от нефтепродуктов. Физико-химическая очистка сточных вод от нефтепродуктов. Биохимическая очистка сточных вод от нефтепродуктов. Адсорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов. Эффективность различных методов очистки буровых сточных вод.

Технические решения предотвращения загрязнения атмосферы при хранении углеводородов. Использование резервуаров с плавающей крышей или понтонами. Хранение углеводородов под слоем инертного газа. Тепловая изоляция резервуаров. Применение газоуравнительных систем. Максимальное заполнение резервуаров. Применение дисков-отражателей. Совершенствование дыхательной и предохранительной аппаратуры. Нанесение тепло- и лучеотражающих покрытий. Хранение углеводородов под повышенным давлением. Хранение нефтепродуктов в отложениях каменной соли и шахтных выработках.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список рекомендуемой литературы

ОСНОВНАЯ

1 Абросимов, А.А. Экология переработки углеводородных систем: учебник / А.А. Абросимов; под ред. М.Ю. Доломатова, Э.Г. Теляшева. – М.: Химия, 2002. – 608 с.

2 Алексеев, П.Д. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности: учеб.-методич. пособие: П.Д. Алексеев [и др.]. – М., 1994. – 473 с.

3 [Булатов, А.И.](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12468/source:default) Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / [А.И. Булатов](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12468/source:default), [П.П. Макаренко](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12469/source:default), [В.Ю. Шеметов](http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:13372/index.php?url=/auteurs/view/12470/source:default). – М.: Недра, 1997. – 483 с.

4 Детков, С.П. Охрана природы нефтегазовых районов / С.П. Детков [и др.]. – М.: Недра, 1994. – 334 с.

5 Милютин, А.Г. Экология. Основы геоэкологии / А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин, А.К. Порцевский; под ред. А.Г. Милютина. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 542 с.

6 Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь, 26 нояб. 1992 г., № 1982-XII; Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2007. – № 147. – 2/1335.

7 Подавалов, Ю.А. Экология нефтегазового производства. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.

8 Тетельмин, В.В. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе: учеб. пособие / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 352 с.

9 Трудовой кодекс Республики Беларусь: Кодекс Респ. Беларусь, 26 июля 1999 г., № 296-З (с изм. и доп.) // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2007.

10 Экологическая геология: учеб. пособие / А.Д. Абалаков. – Иркутск: Издательство Иркут. гос. ун-та, 2007. – 267 с.

11 Экология нефтегазового комплекса: учеб. пособие / Под ред. А.И. Владимирова. – Нижний Новгород: Вектор ТиС, 2007.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1 Булатов, В.И. Нефть и экология: научные приоритеты в изучении нефтегазового комплекса: Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН, Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий. – Новосибирск, 2004. – 155 с. – (Сер. Экология. Вып. 72).

2 Гидрогеохимия техногенеза / Ф.И. Тютюнова. – М.: Наука, 1987. – 335 с.

3 Гольдберг, В.М. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В.М. Гольдберг [и др.]. – М.: Наука, 2001. – 125 с.

4 Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод: Учеб. пособие / А.Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.

5 Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды: учеб. пособие / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.

6 Кесельман, Г.С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Г.С. Кесельман, Э.А. Махмудбеков. – М.: Недра, 1981. – 256 с.

7 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 94 с.

8 Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс [и др.] – К., 2006. – 278 с.

9 СанПиН 2.1.2.12-33-2005 Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения. – Минск, 2005.

10 Солнцева, Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева. – М.: МГУ, 1998. – 376 с.

11 Справочник инженера по охране окружающей среды: учеб.-практ. пособие / В.П. Перхуткин, З.И. Перхуткина, Т.А Овчарук. – М: Инфра-М, 2006. – 864 с.

12 Справочник инженера по охране труда / под ред. В.Н. Третьякова. – М.: Инфра-Инженерия, 2007. – 736 с.

Технологические расчеты установок переработки нефти: учеб. пособие / М.А. Танатаров [и др.]. – М.: Химия, 1987. – 352 с.

13 ТКП 17.08-09-2008 (02120) Правила расчета выбросов от объектов магистральных газопроводов. – Минск, 2009. – 64 с.

14 Уголовный кодекс Республики Беларусь: Кодекс Респ. Беларусь, 9 июля 1999 г., № 275-3 (с изм. и доп.) // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2007.

15 Шарипов, А.Х. Охрана труда в нефтяной промышленности: учеб. пособие / А.Х. Шарипов, Ю.П. Плыкин. – М.: Недра, 1991. – 159 с.

16 Шишмина, Л.В. Экология нефтедобывающих комплексов: практикум / Л.В. Шишмина. – Томск: ТПУ, 2004. – 106 с.

17 Экологическое право: учеб. пособие / С.А. Балашенко [и др.]; под ред. Т.И. Макаровой, В.Е. Лизгаро. – Минск: БГУ, 2008. – 379 с.

18 Яковлев, В.С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды / В.С. Яковлев. – М.: Химия, 1987. – 152 с.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология»

для слушателей специальности 1–51 02 71 «Разработка и эксплуатация

нефтяных и газовых месторождений»

заочной формы обучения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Название темы | Всего | В том числе | | | Форма  контро-  ля |
| лекции | прак-  тич. | самост.  работ. |
| 1. | Тема 1 Правовое обеспечение охраны труда и экологической безопасности в нефтегазодобывающей отрасли | **2** | 2 | – | – | – |
| 2. | Тема 2 Техногенные источники углеводородов на нефтяных и газовых промыслах | **2** | 2 | – | – | – |
| 3. | Тема 3 Источники воздействия нефтегазового комплекса на окружающую среду | **2** | 2 | – | – | – |
| 4. | Тема 4 Воздействие объектов нефтегазового комплекса на компоненты природной среды | **6** | 2 | 4 |  | Защита практич. работ |
| 5. | Тема 5 Мероприятия по предотвращению ущерба окружающей среде | **6** | 2 | 4 |  | Защита практич. работ |
| 6. | Тема 6 Техника и технология защиты окружающей среды от загрязнений в нефтегазодобывающей отрасли | **4** | 2 | – | 2 | – |
|  | **ИТОГО:** | **22** | **12** | **8** | **2** | **зачет** |