

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации  
и переподготовки

Кафедра «Разработка, эксплуатация нефтяных  
месторождений и транспорт нефти»

**С. В. Козырева**

## **ОХРАНА ТРУДА И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**ПОСОБИЕ**

**по одноименной дисциплине  
для слушателей специальности переподготовки  
1-51 02 71 «Разработка и эксплуатация нефтяных  
и газовых месторождений»  
заочной формы обучения**

Гомель 2018

УДК 574(075.8)  
ББК 20.1я73  
К59

*Рекомендовано кафедрой «Разработка, эксплуатация  
нефтяных месторождений и транспорт нефти» ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 12 от 24.04.2018 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Гидропневмоавтоматика» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук *Д. Н. Андрианов*

**Козырева, С. В.**

К59 Охрана труда и отраслевая экология : пособие по одной дисциплине для слушателей специальности переподготовки 1-51 02 71 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» заоч. формы обучения / С. В. Козырева. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 182 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Подготовлено в соответствии с программой курса «Охрана труда и отраслевая экология». Содержит основные теоретические сведения об окружающей природной среде, ее физических компонентах и структуре. Сформулированы основные принципы и задачи инженерной экологии, рассмотрены правовые и организационные аспекты охраны окружающей среды в нефтедобывающей промышленности.

Для слушателей специальности переподготовки 1-51 02 71 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» ИПКиП.

**УДК 574(075.8)  
ББК 20.1я73**

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2018

## Введение

Ведущая роль в топливно-энергетическом балансе страны принадлежит нефтегазовому комплексу. При современном освоении углеводородных ресурсов, технологий их переработки и транспорта нефти и газа вопросы энергетической, экономической и экологической безопасности приобретают особую глобальную значимость.

Нефтяная и газовая промышленность является одной из наиболее опасных отраслей хозяйственной деятельности человека по влиянию на объекты природной среды. Вредное воздействие отрасли на основные компоненты окружающей среды (воздух, воду, почву, растительный, животный мир и человека) обусловлено токсичностью природных углеводородов и их спутников, большим разнообразием химических веществ, используемых в технологических процессах, а также все возрастающим объемом добычи нефти и газа, их подготовки, транспортировки, хранения, переработки и широкого разнообразного использования.

Геохимическое техногенное влияние нефтегазодобывающей отрасли на объекты природной среды присуще всем этапам освоения месторождений углеводородов - от бурения до введения в эксплуатацию и разработки месторождений. Негативное влияние на окружающую среду оказывают процессы бурения скважин, которые отличаются высокой интенсивностью техногенных нагрузок на объекты гидро-, лито- и биосферы.

Нарушение естественного природного равновесия нередко приводит к деградации отдельных компонентов природной среды. Поэтому перед будущими работниками нефтегазовой отрасли стоит задача огромной социальной значимости - повышение экологичности всех технологических процессов, связанных с разведкой, добычей и эксплуатацией месторождений углеводородов путем максимальной утилизации и обезвреживания производственно-технологических отходов, ликвидации последствий загрязнения окружающей среды, применения экологически чистых материалов и химреагентов, природосберегающих технологий.

Тесное и объективное взаимодействие нефтегазодобывающей отрасли с окружающей природной средой послужило причиной развития новой прикладной научной дисциплины - отраслевой экологии.

Изучение дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология» является обязательным элементом подготовки специалистов, работающих в нефтегазовом секторе экономики, и основой того, что они смогут в ходе своей профессиональной деятельности осуществлять интеллектуальное, образовательное и инженерное обеспечение безопасности производства, сохранения устойчивого состояния окружающей среды, экологического разнообразия и природно-ресурсного потенциала государства.

Цель дисциплины заключается в обеспечении слушателей знаниями о потенциально опасных технологических объектах и производствах нефтегазовой отрасли; методах и средствах оценки опасностей; правилах нормирования опасностей и антропогенного воздействия на среду обитания; законодательных, нормативных и технических актах, регулирующих производственную безопасность; а так же – формировании современных представлений о взаимодействии предприятий нефтегазового комплекса и объектов природы.

Перед дисциплиной стоят следующие задачи:

- освоение современных понятий промышленной экологии;
- изучение основ взаимодействия технологических процессов нефтегазовой отрасли с объектами природной среды;
- изучение экологических проблем нефтегазодобывающей отрасли;
- освоение природоохранных технологий, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов отрасли;
- ознакомление с методами и структурой производственного и государственного природоохранного регулирования;
- рассмотрение современных подходов в области обеспечения промышленной безопасности объектов ТЭК;
- рассмотрение опасностей, связанных с производственной деятельностью в нефтегазовой отрасли;
- изучение основ гигиенического нормирования опасных и вредных производственных факторов;
- изучение методов и средств коллективной и индивидуальной защиты человека от опасных и вредных производственных факторов;
- изучение методов и приемов выполнения работ с учетом правил охраны труда.
- изучение законодательных, нормативных и технических актов, регулирующих производственную безопасность;

В результате изучения дисциплины слушатель должен обладать знаниями по вопросам:

- современного экологического состояния объектов нефтегазового комплекса;
- загрязняющих свойств углеводородов, условий естественной трансформации нефти и нефтепродуктов в гидросфере и литосфере;
- контроля и прогноза состояния объектов природной среды в зоне действия нефтегазодобывающих предприятий, формирования эффективных систем управления качеством среды обитания;
- промышленной безопасности, сертификации рабочих мест;
- роли самоконтроля работающих в обеспечении безопасных условий, гигиены труда и производственной санитарии;

После прохождения практической части дисциплины слушатель должен обладать навыками:

- ставить и решать природоохранные задачи для предприятий нефтегазодобывающей отрасли;
- давать экологическую характеристику предприятий на основе современных методов анализа показателей загрязнения объектов природы;
- интерпретировать данные измерений нормируемых показателей состояния окружающей среды (ПДК, ПДВ);
- определять экологические аспекты для внедрения систем экологического менеджмента (СЭМ) на предприятиях добычи нефти и газа;
- прогнозировать вероятность аварийных ситуаций;
- уметь применять средства коллективной и индивидуальной защиты человека от опасных и вредных производственных факторов
- использования законодательных, нормативных и технических актов, регулирующих производственную безопасность.

Изучение дисциплины «Охрана труда и отраслевая экология» опирается на использование знаний, полученных слушателями по следующим дисциплинам: геологии и гидрогеологии, органической химии, механики жидкости и газа, промысловый сбор и подготовка нефти и газа, транспорт нефти и газа, переработка нефти и газа и основ энергосбережения.

## **Тема 1. Современное состояние экологической и промышленной безопасности объектов ТЭК. Структура и методы производственного и государственного природоохранного регулирования**

Отличительной чертой современности является научно-технический прогресс, который проявляется во всех сферах хозяйственной деятельности человека и представляет собой основную концепцию ускорения социально-экономического развития общества. Неизбежным следствием научно-технического прогресса является не только улучшение качества жизни человека, защищенность его от многих природных факторов, но и резко возрастающие антропогенные нагрузки на объекты окружающей среды и в первую очередь на ее наиболее уязвимый компонент - биосферу.

В настоящее время имеется около 50 определений экологии, но до сих пор нет единого достаточно строгого и точного. Кратко *экологией* можно назвать науку об отношениях организмов со средой их обитания. Объектами изучения экологии могут быть популяции организмов, виды, сообщества, экосистемы и биосфера в целом. В XXI веке в связи с усилившимся воздействием человека на природу экология приобрела особое значение как научная основа рационального природопользования и охраны живых организмов.

Учение о биосфере является составной частью современной экологии. Стройное учение о биосфере создал крупнейший ученый-геохимик Владимир Иванович Вернадский (1863-1945), который определил биосферу как «поверхностный слой Земли, населенный живыми организмами и измененный их деятельностью. Человек возник и развивался в процессе эволюции жизни и биосферы Земли. Он порожден ею и зависит от ее состояния». По образному выражению В. И. Вернадского, человек благодаря научно-техническому прогрессу превратился в ведущую геологическую силу на планете и по интенсивности воздействия на нее превосходит естественные факторы.

В основе всех современных наук по естествознанию лежит представление о биосферных, т. е. геохимических функциях живого вещества и человечества. Без этого представления в настоящее время невозможен «гармоничный ход научного мышления». Вот главный урок В. И. Вернадского нашему поколению.

Современная биосфера включает полностью гидросферу,

верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы. По В. И. Вернадскому, *вещество биосферы* разнородно по своему физикохимическому составу и по своей функциональной роли подвергается следующей классификации.

Эволюция органического мира на нашей планете прошла несколько этапов.

*Первый этап* характеризовался возникновением биотического круговорота вещества в биосфере.

*Второй этап* сопровождался формированием многоклеточных организмов и вследствие этого усложнением структуры жизни.

*Третий этап* связан с появлением человеческого общества, под влиянием которого в современных условиях происходит дальнейшая эволюция биосферы и превращения ее в ноосферу.

В. И. Вернадский понимал под *ноосферой* новый этап в развитии биосферы, этап разумного регулирования взаимоотношений человека и природы. Технический прогресс определил совершенно новые направления перемещения энергии и вещества в биосфере, нарушив природное равновесие. Формирующаяся сегодня под влиянием индустриальной деятельности человека геосфера с ущербными биоценозами и частыми экологическими кризисами, к сожалению, не может называться сферой разума и новой жизни. Поэтому более правильно вслед за академиком А. Е. Ферсманом назвать нашу оболочку Земли *техносферой*.

Загрязнение биосферы имеет различные формы проявления и влияния на человека. Одни загрязнители оказывают прямое воздействие, вызывая различные заболевания, патологические и генетические изменения в организме, сказывающиеся в поколениях и снижающие трудоспособность людей. Другие влияют косвенно, изменяя природную среду в худшую для человека сторону. К загрязнению окружающей среды относят техногенные и антропогенные преобразования состава, физических, химических и биологических свойств компонентов окружающей природной среды, оказывающие неблагоприятное воздействие как на самого человека, так и на другие живые организмы и природные ресурсы. ООН характеризует НТР как вторжение человека в природную среду, которое определяется количеством выбрасываемых в биосферу веществ, скоростью их миграции и накопления, характером воздействия на человека и биосферу. Вещество считается *загрязнителем*, если оно встречается в ненадлежащем месте, в

ненадлежащее время и в ненадлежащем количестве. Все загрязнители делятся на материальные (пыль, шлаки, шламы, золы, газы и т. д.), физические, или энергетические (тепловая энергия, шум, вибрация, электрические и электромагнитные поля и т. д.).

*Материальные загрязнители* подразделяются на механические, химические и биологические.

К *механическим загрязнителям* относятся пыль и аэрозоли атмосферного воздуха, твердые частицы в воде и почве.

*Химическими загрязнителями* являются всевозможные газообразные, жидкие и твердые химические соединения и элементы, попадающие в атмосферу и гидросферу и вступающие во взаимодействие с окружающей средой.

*Биологические загрязнители* - все виды организмов, появляющиеся в результате деятельности человека и наносящие ему вред.

*Энергетические загрязнители* имеют физическую природу. К ним относятся все виды энергии, теряемой в виде отходов разнообразных производств.

*Загрязнение* - сложный процесс, связанный с деятельностью человека. Загрязняющие вещества чужды природным экосистемам и, накапливаясь в них, нарушают процессы круговорота вещества и энергии. Но прогресс невозможен без воздействия на природу, расходования ее ресурсов. Поэтому главной задачей экологии как науки является рациональное использование всех без исключения природных ресурсов, вовлекаемых в производство, и охрана природной среды. Для решения этой задачи необходим, с одной стороны, инженерный подход к рассмотрению процессов взаимодействия природы и материального производства, с другой - экологическая оценка принимаемых технологических решений.

Основными направлениями охраны окружающей среды являются следующие:

- создание технологий, которые обеспечивали рациональное использование природных ресурсов, исключая качественные изменения в окружающей среде, что достигается разработкой малоотходных технологий с замкнутыми производственными циклами;

- возведение очистных и охранных сооружений, которые бы снижали вредное влияние технологических процессов на окружающую среду.

Далеко не всегда природоохранные меры обеспечивают

должную защиту окружающей среды, а в зоне действия горно-перерабатывающих предприятий при современном состоянии техники это вообще невозможно. Очень часто стоимость безотходных производств или охранных и защитных мероприятий весьма значительна и не соответствует реальным экономическим возможностям современного общества. Одной из причин слабой эффективности защитных мер по охране окружающей среды является отсутствие научно обоснованных исходных данных, характеризующих естественную экологическую систему в зоне действия предприятия и отсутствие объективных данных о характере воздействия технологических процессов и выбросов основных и вспомогательных производств на состояние природной среды.

### Основные принципы и задачи инженерной экологии

В решении проблемы взаимодействия общества и природы в настоящее время участвует целый комплекс фундаментальных наук, научных и прикладных дисциплин. Однако большинство инженерных дисциплин замкнулось в рамках своего производства, где видит свою задачу в разработке замкнутых, безотходных и других экологически чистых технологий, позволяющих снизить вредное воздействие на окружающую природную среду. В такой постановке вопроса исключается из рассмотрения один из главных компонентов системы - природа. Поэтому, исследуя сложнейшие процессы взаимодействия производ

ства с окружающей природной средой, необходимо применение как инженерных, так и экологических методов. Отсюда вытекает необходимость развития новой научной дисциплины - инженерной экологии, объединяющей в себе инженерные и экологические методы исследования.

*Объектом исследования инженерной экологии является взаимодействие промышленного предприятия с окружающей природной средой, а предметом изучения - структурные комплексы ноосферы или природнопромышленные системы (ППС) регионального и локального уровней.*

Важной задачей инженерной экологии является создание и внедрение системы контроля, прогноза и управления качеством природной среды. Инженерная экология развивается на стыках с общей экологией, географией, климатологией, метеорологией, экономикой, а также на стыках с целым рядом технологических и

других инженерных дисциплин. Таким образом, инженерная экология является комплексной научной дисциплиной, изучающей законы взаимодействия промышленного производства с окружающей природной средой и обеспечивающая создание и рациональное функционирование ППК (природно-промышленный комплекс), цель которой - разработка и практическое осуществление технически возможных, экономически целесообразных и экологически необходимых мероприятий, обеспечивающих рациональное использование и охрану природных ресурсов с учетом интересов настоящего и будущего.

Основными задачами инженерной экологии являются следующие:

- изучение законов взаимодействия промышленного производства с окружающей средой и разработка научно-методических основ рационального природопользования с учетом интересов настоящих и будущих поколений;

- разработка и внедрение в практику нормативных и инструктивных документов, обеспечивающих проектирование, строительство и эксплуатацию ППК, а также разработка комплексных схем охраны природы и типовых инженерных и инженерно-экологических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования и охраны природных ресурсов на действующих предприятиях;

- разработка методов и средств контроля и прогноза состояния окружающей среды в зоне действия промышленных предприятий и создания эффективных систем управления ППК;

- разработка экономики рационального природопользования, т. е. экономики рационально действующего ППК.

## **1.1 Концепция охраны окружающей природной среды. Правовые аспекты охраны окружающей природной среды.**

Современная концепция охраны окружающей природной среды опирается на положения науки о взаимодействии общества и природы, экологическую государственную политику и принципы охраны окружающей природной среды, выработанные в практике развития стран.

Осознание опасности деградации природной среды привело к возникновению новой формы взаимодействия общества и природы -

охране окружающей природной среды. Первоначально она проявлялась в форме заповедной охраны редких объектов природы, естественных экологических систем. Интенсивная эксплуатация природных богатств привела к необходимости нового вида природоохранной деятельности - рациональному использованию природных ресурсов, когда требования охраны включаются в сам процесс хозяйственной деятельности по использованию природных ресурсов.

Рост масштабов производственной деятельности привел к усилению негативного влияния человека на природу как среду своего обитания, а это в свою очередь поставило под угрозу его жизнь и здоровье, интересы настоящих и будущих поколений. Отсюда следует, что существует и действует не только зависимость природы от человека, но и человека от окружающей среды его обитания. Поэтому возникла одна из основных форм охраны - защита окружающей человека среды, в центре внимания которой находится человек, его жизнь, здоровье, его право на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду.

В нарушенных экосистемах улучшение качества окружающей природной среды достигается регулированием экономических интересов предприятий-производителей и требований экологической защиты природы. Такой метод регулирования получил название управление качеством окружающей природной среды. В нем проявляется сущность охраны окружающей природной среды в современных условиях - достижение оптимального соотношения экономических и экологических интересов общества, при котором обеспечивается качество жизни человека на основе дальнейшего развития экономики при сохранении здоровой, продуктивной естественной среды обитания.

В этом смысле охрана окружающей природной среды представляет собой систему национальных и международных мер, направленных на обеспечение гармоничного взаимодействия между деятельностью человека и благоприятным состоянием окружающей его природной среды.

Современное состояние экологических проблем характеризуется тремя основными тенденциями:

- *гуманизацией* охраны окружающей среды, что выдвигает на первый план право человека на чистую, здоровую, благоприятную для жизни окружающую среду;

- *экономизацией* охраны окружающей среды, в результате которой на основе развития экономического стимулирования предприятий, экологическая безопасность становится неременным условием их хозяйственной деятельности;

- *интернационализацией* охраны окружающей среды. Природа не имеет государственных границ. Она всеобща и едина в масштабах планеты. Это - достояние всего человечества.

Природоохранное законодательство называется совокупность юридических норм, принятых государством и направленных на охрану и сбережение природных ценностей, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, обеспечение, формирование и улучшение качества окружающей среды в интересах настоящих и будущих поколений.

По своей структуре природоохранное законодательство состоит из головного (основного) закона и отраслевых законодательных актов. Основной природоохранный закон носит комплексный характер, который по своему содержанию охватывает всю совокупность природных объектов или всю окружающую природную среду в целом.

Законодательство Республики Беларусь об охране окружающей среды основывается на Конституции Республики Беларусь и состоит из настоящего Закона, актов законодательства Республики Беларусь об особо охраняемых природных территориях, о гидрометеорологической деятельности, об охране озонового слоя, об обращении с отходами, а также в области государственной экологической экспертизы, стратегической экологической оценки и оценки воздействия на окружающую среду и иных актов законодательства Республики Беларусь, содержащих нормы, регулирующие отношения в области охраны окружающей среды и природопользования.

Правовой режим природных ресурсов и других компонентов природной среды регулируется законодательством Республики Беларусь об охране окружающей среды, если иное не предусмотрено законодательством Республики Беларусь об охране и использовании земель, об охране и использовании вод, об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов, об охране и использовании недр, об охране и использовании животного мира, об охране и использовании растительного мира и иным законодательством Республики Беларусь.

При подготовке проектов актов законодательства Республики

Беларусь не должно допускаться включение в них положений, реализация которых может повлечь усиление вредного воздействия на окружающую среду.

Отраслевое природоохранное законодательство имеет четырехзвенную структуру, подразделяясь на законы, правительственные постановления, нормативные акты министерств и ведомств, акты местных органов власти.

В законах под объектами охраны подразумеваются природные блага, ценности природы, ее достопримечательности и памятники, природные ресурсы, окружающая человека среда. Такими природными объектами являются: земля, недра, вода, воздух, растительный и животный мир.

Помимо отдельных природных объектов природоохранное законодательство предусматривает понятие «природные ресурсы». Закон об охране природы подчеркивает, что совокупность природных ресурсов составляет природное богатство.

Охрана окружающей природной среды обеспечивается различными способами - биологическими, химическими, санитарно-гигиеническими и т. д. Правовая охрана окружающей среды - один из способов природоохранной деятельности, в которой проявляется экологическая функция государства.

Правовые меры охраны природы осуществляются на базе двух групп нормативно-правовых предписаний.

К *первой группе* относятся правовые нормы, которые входят в состав природоохранного законодательства. Это законы, постановления, которые содержат общие экологические требования по охране земель, воздуха, вод, лесов, животного и растительного мира. Такие требования воздействуют на хозяйственные отношения через хозяйственное законодательство путем его экологизации.

*Вторую группу* составляют правовые нормы хозяйственного законодательства, иных отраслей законодательства, отражающие экологические требования.

На основе эколого-хозяйственных норм разрабатываются технические нормы и стандарты, в которых реализуются природоохранные меры. По указанным нормам и стандартам ведется планирование, проектирование, строительство и эксплуатация производственных и других объектов.

Государственное управление в области охраны окружающей среды осуществляется Президентом Республики Беларусь, Советом

Министров Республики Беларусь, Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и его территориальными органами, иными специально уполномоченными республиканскими органами государственного управления и их территориальными органами, местными Советами депутатов, исполнительными и распорядительными органами в пределах их компетенции.

К специально уполномоченным республиканским органам государственного управления относятся Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь и иные республиканские органы государственного управления в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

## **Тема 2. Источники загрязнения окружающей природной среды в нефтяной и газовой промышленности**

Источники загрязнения природной среды можно классифицировать: по происхождению - искусственные - антропогенные (удельная значимость 90% общего объема) и естественные; по месту поступления - континентальные, морские и атмосферные; по временному признаку - постоянные, эпизодические, разовые, случайные; по пространственно-временному признаку - фиксированные и нефиксированные.

При современных способах разработка около 40-50% разведанных запасов нефти и 20-40% природного газа остаются неизвлеченными из недр. Около 1-16,5% нефти и продуктов ее переработки теряются в процессах добычи подготовки, переработки и транспортировки.

Все технологические процессы в нефтяной промышленности (разведка, бурение, добыча, сбор, транспорт, хранение и переработка нефти и газа) при соответствующих условиях могут нарушить естественную экологическую обстановку. Нефть, углеводороды нефти, нефтяной и буровой шламы, сточные воды, содержащие различные химические соединения, способны опасно воздействовать на воздух, воду, почву, растительный, животный мир и человека. Они

в больших количествах проникают в водоемы и другие экологические объекты: 1) при бурении и аварийном фонтанировании разведочных нефтяных и газовых скважин; 2) при аварии транспортных средств; 3) при разрывах водоводов, нефте и продуктопроводов; 4) при нарушении герметичности колонн в скважинах и технологического оборудования; 5) при сбросе неочищенных промышленных сточных вод в поверхностные водоемы и водостоки на поля испарения.

В процессе бурения, добычи, подготовки, транспортировки и хранения нефти и газа непрерывное загрязнение окружающей природной среды вызвано утечками углеводородов через неплотности во фланцевых соединениях (сальниках, задвижках), разрывами трубопроводов, отбором проб, опорожнением сепараторов и отстойников. Основная часть нефти и сточных вод на территории промысла накапливается и поступает в водоемы из устья скважин и прискважинных площадок; разлив нефти в этих случаях возможен через неплотности в устьевых сальниках (при насосной эксплуатации), в устьевой арматуре (при фонтанокompрессорной эксплуатации), при ремонтных работах и освоении скважин тартанием и откачкой поршнем; мерников и трапов групповых и индивидуальных сборных установок (разлив нефти из переполненных мерников, при очистке мерников и трапов от грязи и парафина). При переполнении трапов возможно попадание нефти в газовую и факельную линию с последующим опасным загрязнением территории и сточной воды; сборных участковых и промысловых резервуарных парков (разлив нефти происходит при спуске сточной воды из резервуаров, при неполной очистке резервуаров от грязи и парафина и переливе нефти через верх резервуара). Обычно в резервуарных парках все эти загрязняющие вещества поступают в канализацию и значительно увеличивают загрязнение сточной воды.

Наиболее типичные утечки нефти из резервуаров обусловлены коррозией их днища под действием воды. Постоянный автоматический контроль содержимого в резервуаре позволяет своевременно обнаруживать даже небольшие утечки нефти и нефтепродуктов и устранять их.

Большую опасность для окружающей среды представляют трубопроводы. Утечки нефти, газа, конденсата, сточной воды, метанола и других загрязнителей на участках трубопроводов, расположенных под судоходными трассами морей, рек и каналов, наиболее подверженных механическим повреждениям из-за

размывов, оползней, волочения якоря, углубления дна и т. д., нередко обнаруживают через 12 ч и более после начала их проявления. Опасные утечки загрязняющих веществ остаются иногда незамеченными в течение длительного времени и наносят большой ущерб всем экологически значимым объектам окружающей среды.

Подсчитано, что в среднем при одном порыве нефтепровода выбрасывается 2 т нефти, приводящей в непригодность 1000 м<sup>2</sup> земли.

Наиболее тяжелым и опасным по последствиям является загрязнение подземных и наземных пресных вод и почвы. К основным их загрязнителям в глобальном масштабе относятся нефть, буровой и нефтяной шламы и сточные воды.

Образующийся при бурении скважин буровой шлам может содержать до 7,5% нефти и до 15% органических химических реагентов, применяемых в буровых растворах. В относительно большом объеме шлам накапливается нередко и при подготовке нефти. В этом случае шламы могут содержать до 80-85% нефти, до 50% механических примесей, до 67% минеральных солей и 4% поверхностно-активных веществ. Все эти токсичные, вредные вещества весьма опасны для окружающей среды и всех ее обитателей.

Основными же загрязнителями природной среды при бурении и эксплуатации скважин остаются буровые и промышленные сточные воды.

Характерными остаются разливы нефти в результате, аварий на нефтегазосборных коллекторах и технологических установках, ликвидация которых нередко затягивается и выполняется некачественно. Из-за отсутствия системы канализации на некоторых КНС и ДНС промышленные стоки сбрасывают в близлежащие водоемы или болота, загрязняют их и грунтовые воды. На бурящихся кустовых скважинах могут разрушаться обваловки земляных амбаров для сбора отработанного бурового раствора и шлама в водоемы.

Для всех производственных объектов нефтяной и газовой промышленности остается актуальной проблема полной утилизации пластовых вод. Обусловлено это тем, что во многих случаях пластовые воды весьма агрессивны, вызывают интенсивную коррозию нефтепромышленного оборудования и сооружений, нарушают герметичность колонн в скважинах, в результате чего происходят утечки сточных вод при их сборе, подготовке и закачке, а также засоление почвы и грунтовых источников питьевых вод, гибель растительности.

В мире все возрастает потребление нефти и нефтепродуктов это обусловило в последние годы значительный рост танкерного флота, а соответственно числа морских катастроф и выбросов в моря и океаны больших количеств нефти, нефтепродуктов и сбросовых вод.

Разливы и сбросы нефти и нефтепродуктов с судов происходят: во время загрузки и разгрузки нефти на конечных пунктах, сбросы с судов в портах, акваториях, переливы из танкеров (17%), сбросы, в том числе с балластными водами (23%), при аварийном столкновении и посадке их на мель (5%), сбросы с берега, включая сточные воды (11%), из городов (5%), приток с речными водами (28%), приток из атмосферы (10%); поступление при бурении на шельфе (1%). В опасных объемах нефть и загрязненные ею воды выбрасываются во время балластирования, очистки танков и закачки углеводородов в трюмы. Моря и их прибрежные зоны загрязняются также при разработке шельфовых месторождений нефти и газа. Из 6 млн. т нефти антропогенного происхождения, которая попадает в море в течение года, выбрасывается судами, 26%-привносится реками и 6% - в результате катастроф океанических супертанкеров. Вся поверхность Мирового океана покрыта в настоящее время нефтяной пленкой толщиной 0,1 мкм.

Защита окружающей среды предполагает заблаговременную количественную оценку уровня ее загрязнения нефтью. Отсутствие научно обоснованного метода прогноза ожидаемых изменений в экологическом состоянии природы вынуждает проводить в настоящее время в больших масштабах природоохранные мероприятия без достаточного обоснования и с малой эффективностью. Учитывая, что полностью удалить пролитую нефть и исключить разливы нефти и нефтепродуктов пока невозможно, оценка вероятности предполагаемых разливов, их последствий для экологической обстановки является необходимым условием для определения оптимального объема и вида профилактической работы. Загрязнение окружающей среды возможно при добыче и промысловой обработке газа. Вредные жидкие отходы в данном случае представлены дренажными водами, содержащими значительное количество метанола, поступающего от установки регенерации.

Загрязнителями атмосферы на объектах дальнего транспорта являются природные газы от газоперекачивающих агрегатов, их спутники, одоранты и др.

Мощным источником опасных загрязнителей воздушного бассейна в нефтяной и газовой промышленности продолжают оставаться продукты сгорания нефти, конденсата, природного и нефтяного газа в факелах. Несмотря на то, что использование ресурсов нефтяного газа на предприятиях нефтяной отрасли возросло с 64,5 до 85%, этот источник среди загрязнителей в ряде случаев доминирует. При продувке магистральных газопроводов к потенциальным загрязнителям вод и грунтов относятся: углеводородный конденсат, минеральные смазочные компрессорные масла, метанол, органические кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие детергенты. Огромное количество загрязняющих веществ выбрасывается в воздух, водоемы и почву в процессе использования нефти, газа, продуктов их переработки. Это обусловлено малыми к. п. д. современных двигателей внутреннего сгорания, несовершенством энергетических и других технологических установок. Большой объем загрязнений поступает в воздух в процессе очистки нефти от серы и сернистых соединений, при сжигании попутных газов, обессоливании и обезвоживании нефти, сепарации газа, стабилизации конденсата и т. д.

*В современной практике действие отходов на окружающую среду оценивается по вредности используемых в их составе химических веществ и материалов.* В основном для этих целей рекомендуется использовать санитарно-токсикологический показатель, который дает представление о степени вредности веществ и материалов на объекты биосферы с позиции токсикологии. Исходя из вышесказанного, токсичность веществ характеризуется значением показателя предельно-допустимой концентрации (ПДК). Предельно-допустимая концентрация - максимальная концентрация данного токсичного вещества, при которой не ухудшается здоровье, работоспособность, самочувствие человека и не наблюдается неблагоприятных наследственных изменений у потомства. В основу выделения ПДК положены исследования влияния токсичных веществ на животных, людей и растительность, а также на почву и другие компоненты окружающей среды. Для различных природных объектов значения ПДК одного и того же вещества неодинаковы. Многие материалы и химреагенты не имеют регламентированных значений ПДК, несмотря на определенный загрязняющий эффект, проявляемый ими. Так, на основании экспериментальных исследований большинство авторов считают, что полимерные реагенты,

используемые в бурении, безвредны благодаря высокой молекулярной массе, что лишает их возможности разрушать живую клетку. Вещества, основанные на полисахаридах, склонны к быстрому биохимическому разложению, в то же время гуминовые кислоты, лигнин и лигносульфонаты довольно устойчивы к биодegradации. Хром в органических соединениях маловреден, а в свободном состоянии - весьма токсичен.

Как справедливо отмечают многие исследователи, загрязняющее действие отходов бурения на природные объекты не обязательно может проявляться в токсическом эффекте на биосферу, а способно выражаться в нарушении экологического равновесия и повреждении экосистемы.

Основным критерием состояния объектов природной среды считается ПДК, т. е. такая концентрация химического вещества, которая при ежедневном воздействии в течение длительного времени на организм человека не вызывает каких-либо патологических изменений или заболеваний, обнаруживаемых современными методами. В настоящее время в России ПДК установлены для 145 веществ и 20 их комбинаций в атмосферном воздухе, для 32 веществ в морской воде, для 60 веществ в воде пресных и морских водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, а также для 1000 веществ в воде водоемов санитарно-бытового назначения.

## **2.1 Характер загрязнения природной среды при строительстве скважин и добыче нефти**

Основным источником загрязнения объектов природной среды при разработке нефтяных месторождений являются сточные воды, которые загрязняются буровым раствором и его компонентами, выбуренной породой, химическими реагентами, нефтью и нефтепродуктами, горюче-смазочными материалами (ГСМ), которые попадают в БСВ в местах, где производятся технологические операции с этими веществами и где возможны их потери. Основными загрязнителями сточных вод являются взвешенные вещества, нефть и нефтепродукты, органические соединения, растворимые минеральные соли, а также различные примеси. Загрязняющие свойства отработанных буровых растворов определяются, как правило, применяемыми химреагентами и материалами, а также составом разбуриваемых пород. Указанные отходы сильно загрязнены нефтью

и нефтепродуктами, содержат в своем составе значительное количество органики и минеральных солей, в том числе вредных и токсичных для водоемов, почвогрунтов и почвенно-растительного покрова.

Загрязняющие свойства бурового шлама обусловлены минералогическим составом выбуренной породы и остающимися в ней остатками бурового раствора. Анализ фазового, фракционного и компонентного состава шлама, а также его физико-химических свойств показывает, что за счет адсорбции на поверхности частиц шлама происходит аккумуляция химреагентов, используемых для обработки буровых растворов, которые характеризуются ярко выраженными загрязняющими свойствами. Так, в составе шлама отмечается значительное содержание нефти и нефтепродуктов, опасной для объектов природной среды органики, растворимых минеральных солей, токсичных для почвенно-растительного покрова.

Таким образом, можно сделать вывод, что отходы бурения представляют опасность для объектов природной среды, так как содержат широкую гамму загрязнителей. Однако в настоящее время отсутствуют убедительные данные по оценке уровня загрязненности каждого вида отходов при бурении скважин. И в то же время понятно, что загрязняющий потенциал отходов бурения обусловлен главным образом используемыми материалами и химреагентами, номенклатура и ассортимент которых достаточно велик. Так, с отходами бурения в объекты окружающей среды попадают следующие материалы и химреагенты:

- КМЦ и его аналоги;
- акриловые полимеры (М-14, Метас, НР-5 и др.);
- ОЭЦ;
- кремнийорганические жидкости (ГКЖ-10, ГКЖ-11, Петросил-2м);
- комплексоны (НТФ и ОЭДФ);
- сода кальцинированная и сода каустическая;
- лигносульфонаты (окзил, ФХЛС, лигносил);
- полиакриламид и аналоги;
- гуматные реагенты;
- триксан;
- нефть и ее производные;
- хромпик;
- другие реагенты.

Как показывают расчеты, в среднем на 1 м<sup>3</sup> отходов приходится до 68 кг загрязняющей органики, не считая нефти и нефтепродуктов и загрязнителей минеральной природы. Все вышеперечисленные загрязнители определяют характер и уровень загрязнения объектов природной среды в районах бурения и поэтому должны учитываться при разработке природоохранных мероприятий.

В настоящее время характер и последствия загрязнения объектов природной среды при бурении скважин практически не исследованы. Имеющиеся отдельные публикации отечественных и зарубежных авторов не охватывают всю полноту проблемы, исследования носят поверхностный, описательный характер и отличаются незаконченностью и не-конкретностью разработок. В этой связи не представляется возможным дать исчерпывающую однозначную характеристику процессам, протекающим в природной среде вследствие ее загрязнения при бурении скважин, и оценить последствия этого негативного воздействия.

Основными источниками загрязнения на нефтепромыслах являются эксплуатационные и нагнетательные скважины, кустовые насосные станции поддержания пластового давления.

Сегодня большое внимание уделяется повышению нефтеотдачи коллекторов. Основным методом интенсификации является заводнение, с помощью которого в нашей стране добывается свыше 85 % нефти. При поддержании пластового давления (ППД) возрастают темпы отбора УВ и сокращаются сроки разработки месторождения. Наиболее рационально с экологических позиций применение промышленных сточных вод, позволяющее осуществить замкнутый цикл оборотного водоснабжения по схеме нагнетательная скважина – пласт – добывающая скважина – блок водоподготовки – система ППД. Использование сточных вод с целью ППД позволяет уменьшить капитальные затраты на строительство водозаборных сооружений, сократить расходы на бурение поглощающих скважин, утилизировать все нефтепромысловые воды с целью охраны окружающей среды. В результате достигается не только экологический, но и экономический эффект.

Сравнительно недавно в практику промысловых работ стали внедряться физические, физико-химические и химические методы интенсификации добычи нефти. Назначение применяемых методов заключается в повышении проницаемости призабойной зоны скважины и увеличении нефтеотдачи продуктивного пласта.

Опытно-промышленные испытания на различных объектах позволили повысить годовые темпы отбора нефти в 3–6 раз. Наибольший эффект достигается при использовании тепловых методов воздействия и при закачке газа. Положительные результаты дало применение химических реагентов различного состава. Перечисленные методы увеличения нефтеотдачи можно использовать в сочетании с отработанными на практике методами ППД. Например, закачка в пласт кислотных и щелочных растворов, углекислоты, ПАВ применяется при законтурном и внутриконтурном заводнении. В последние годы получили развитие микробиологические процессы воздействия на продуктивные пласты. Испытываются методы увеличения нефтеотдачи с помощью ультразвука и вибрации. Апробация различных вариантов перечисленных методов показала перспективность их применения при добыче нефти. Уровень научного обоснования и масштабы применения каждого из методов варьирует в широком диапазоне. Для всех используемых методов необходимо учитывать геологические особенности месторождения, этапность его разработки, технологические и технические параметры ведения эксплуатации. Выбор оптимальной модели работ на конкретном месторождении проводится с учетом данных математического моделирования и результатов физико-химических расчетов.

Классификация загрязнений предполагает типы и виды загрязнения.

Типы загрязнения:

- *природные*, возникающие в результате естественных процессов, без вмешательства человека;
- антропогенные, являющиеся результатом человеческой деятельности.

Виды загрязнения:

- химическое – тяжелые металлы, пестициды, химические вещества, химические элементы;
- физическое – тепловое, световое, радиационное, шумовое, радиоактивное, электромагнитное;
- механическое – пыль, мусор;
- биологическое – биотическое, микробное.

Каждый вид загрязнения имеет свои специфические ингредиенты.

*Катастрофа* – внезапное закономерное или незаконномерное явление большого масштаба, трудно прогнозируемое и не регулируемое.

*Случайное* – незаконномерное, регулируемое явление, которое можно предотвратить.

*Глобальные* (фоновые-биосферные) – обнаруживаются в любой точке планеты далеко от его источника (ДДТ, радиация, бензопирен, полихлориды).

*Региональные* – обнаруживаются в пределах значительного пространства (региона), но не распространены повсеместно.

*Локальные* – загрязнение небольшого участка, обычно вокруг предприятия, города или его части, населенного пункта.

### **Влияние веществ-загрязнителей на водные объекты.**

Всякий водоем или поверхностная водная система - неотъемлемая часть окружающей внешней среды. На гидрохимический состав водных объектов оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, природно-климатические особенности, развитие хозяйственно-промышленной инфраструктуры. Последствием антропогенного влияния на водные объекты является привнесение в водную среду новых, не свойственных ей веществ-загрязнителей, ухудшающих качество воды. Загрязнения, поступающие в водную среду, классифицируют по-разному, в зависимости от качества загрязняющих веществ и последствий, вызываемых ими. Так, обычно выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнения.

*Химическое загрязнение* представляет собой изменение естественных химических свойств воды за счет увеличения содержания в ней вредных примесей как неорганической (минеральные соли, кислоты, щелочи, глинистые частицы), так и органической природы (нефть и нефтепродукты, органические остатки, поверхностно-активные вещества, пестициды и т. п.).

*Физическое загрязнение* связано с изменением физических параметров водной среды и определяется тепловыми, механическими и радиоактивными примесями.

*Биологическое загрязнение* заключается в изменении свойств водной среды в результате увеличения количества не свойственных ей видов микроорганизмов (бактерий, простейших), привнесенных извне.

Загрязнение поверхностных вод отходами бурения скважин относится к химическому типу загрязнения. В специальной литературе освещаются отдельные вопросы влияния отходов бурения на водные объекты. Особое внимание уделяется нефтяному загрязнению водоемов, потому что из всего многообразия загрязнителей наибольшую опасность представляет нефть. По расчетам некоторых исследователей, в водные объекты может поступать до 30 % нефти и нефтепродуктов, теряемых в процессе строительства скважин в районах с высокоразвитой гидрологической сетью.

При разработке месторождений углеводородов на континентальном шельфе происходит интенсивное влияние в основном на три составляющие окружающей природной среды: атмосферу, морскую среду и геологическую среду, расположенную ниже дна. Здесь мы подошли к главному понятию экологического изучения природной среды - понятию *мониторинга*. Что касается континентального шельфа, в Федеральном законе «О континентальном шельфе» (ст. 33) записано «Экологический мониторинг представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием морской среды и донных отложений, в том числе за показателями химического и радиоактивного загрязнения, микробиологическим и гидрогеологическими параметрами и их изменениями под влиянием природных и антропогенных факторов». Именно поэтому комплексный экологический мониторинг, осуществляемый на месторождениях углеводородов на континентальном шельфе, должен состоять из трех блоков для каждой среды: воздушной, водной и геологической.

Правильно организованный гидробиологический мониторинг дает информацию о степени загрязнения вод шельфа и о биологической реакции на это загрязнение. Основными антропогенными процессами, ведущими к деградации биогеоценозов и разрушению морских экосистем, являются:

- химическое загрязнение различными углеводородами, химреагентами и другими токсикантами морских вод и донных осадков;
- изменение газового состава морских вод;
- изменение характера седиментации и литодинамических процессов на шельфе;
- загрязнение морских вод буровыми растворами,

промышленными стоками и различными видами промывочных вод.

Нефть, попадая в морскую воду, создает на ее поверхности нефтяную пленку; тяжелые фракции нефти оседают на дно, происходит эмульгирование нефти, растворение легких фракций в воде, а также образование нефтяных агрегатов. Нефть при разливах покрывает пленкой огромные участки водной поверхности (1 т нефти образует сплошную пленку на площади 2,6 км<sup>2</sup>). В результате нарушается кислородный, углекислотный и другие виды газового обмена в поверхностных слоях морской воды, что пагубно воздействует на планктон, морскую фауну и флору.

Специалистами отдела биологии Техасского университета США изучалась токсичность четырех разных фракций бурового раствора на основе лигносульфонатов с добавкой хрома для морских беспозвоночных. Было установлено, что фильтрат таких буровых растворов вызывает гибель 32-100 % подопытных гидробионтов в течение 96 часов. Аналогичные данные получены для взвешенных веществ и осажденной твердой фракции.

Окисленная нефть (на окисление 1 т нефти необходим кислород, содержащийся в 400 л воды) оседает на дно шельфа. Эмульсия типа «вода в нефти» способна разрушаться или разлагаться под действием бактерий, а эмульсия типа «нефть в воде», которую образуют высокомолекулярные соединения, смолы, асфальтены, отличаются значительной стойкостью. Эмульсия типа «шоколадный мусс» практически не поддается бактериальному разрушению. Такие стойкие эмульсии содержат 30-40 мг/л нефти. Нефть пагубно влияет на донные организмы (бентос). Незначительные концентрации нефти приводят к изменению состава крови и нарушению углеводородного обмена рыб. Содержание нефти в воде выше 100 мг/м<sup>3</sup> придает рыбам специфический запах и привкус, который не устраняется при технологических обработках.

Наибольшей токсичностью обладает растворенная и эмульгированная в воде нефть. Концентрация ее выше 0,05 мг/л приводит к значительным нарушениям биологического равновесия водоемов, влияет на физико-биохимическую функцию организмов.

Пленочная нефть менее токсична, однако вызывает изменение обменных процессов между поверхностным слоем воды и воздушной средой, нарушает первичные биохимические процессы, происходящие в поверхностном слое воды, препятствует проникновению солнечных лучей в ее более глубокие слои.

*Промывочные жидкости* (буровые растворы) представляют собой сложную полидисперсную систему, состоящую из жидкой фазы (вода, нефть, дизельное топливо) и твердой фазы (глина, частицы кварца и известняка, другие нерастворимые минералы).

В состав указанной системы входят химические реагенты: утяжелители (барит, оксиды железа), структурообразователи, коагулянты. Обработку забоя скважины проводят с помощью кислот (соляной, уксусной, плавиковой), а для предотвращения гидратообразования применяют метанол. Объемы буровых растворов при проходке глубоких добывающих скважин достигают нескольких тысяч кубометров. О токсичности практически всех применяемых в буровых растворах химреагентов свидетельствуют такие примеры. При содержании нитролигнина в воде в концентрациях от 42 до 55 мг/л гибель водных организмов наступает после 20-76-часового воздействия. При проходке одного погонного метра ствола скважины получается в среднем 0,2 м отработанного бурового раствора.

*Тампонажный цемент* как токсикант влияет на выживаемость, рост массы, интенсивность питания и т. д. Наиболее чувствительна к воздействию тампонажных цементов молодь лосося, которая при концентрации цемента 30 мг/л гибнет через 29-35 часов.

*Буровой шлам*, попадая в морскую воду, также является загрязнителем, так как в его состав входят выбуренная порода (60-80 %), органические вещества (8 %), водорастворимые соли (до 6 %), утяжелитель, глина, иногда нефть. Загрязняющее воздействие шлама обусловлено присутствием в нем органических добавок к буровому раствору: углещелочного реагента, конденсированной сульфит спиртовой барды и т. д.

*Пластовые попутные воды* имеют химический состав, зависящий от геологического возраста и стратиграфического положения продуктивного пласта, минерализацию в пределах от 1 до 300 г/л. Они бывают двух основных видов: жесткие - хлоридно-кальциево-магниевые и щелочные - гидрокарбонатно-натриевые. Пластовые воды нефтяных месторождений содержат также нефть и значительное количество солей органических кислот, органические вещества (фенолы, эфиры, бензолы) и токсичные элементы (бор, литий, бром, стронций). При концентрации пластовых вод 68,7 мг/л гибель рыб наблюдается через 1-2 суток.

*Необработанные хозбытовые сточные воды* содержат большое количество бактерий, паразитов, растворенные органические и

взвешенные компоненты. При постоянном загрязнении этими водами содержание растворенного в воде кислорода уменьшается, что приводит к нарушению процесса естественного самоочищения и, как следствие, к изменению всей экологии акватории. Фосфаты и нитраты, содержащиеся в неочищенных бытовых сточных водах, служат пищей для водорослей и являются причиной их бурного разрастания. Погибая, водоросли оседают на дно, еще более увеличивая слой ила и гниющих растений, на разложение которых уходят остатки кислорода в нижних слоях воды.

*Детергенты* - поверхностно-активные вещества (ПАВ), добавки, комплексообразующие вещества, наполнители и присадки также являются загрязнителями. Попадая в водоемы со сточными водами, они образуют большое количество пены, которая может явиться причиной распространения бактерий и патогенных вирусов. Такой непрерывный слой пены на поверхности воды нарушает газовый обмен между водоемом и атмосферой, тем самым угнетая условия жизни обитателей подводного мира и процессы самоочищения воды [10].

Одним из основных санитарных требований, предъявляемых к качеству воды, является содержание в ней необходимого количества кислорода. Вредное действие оказывают загрязнения, которые так или иначе способствуют снижению содержания кислорода в воде. К этим загрязнителям относятся уже рассмотренные нами нефть и нефтепродукты, а также ПАВ, к которым относятся жиры, масла, горючесмазочные материалы. Они образуют пленку на поверхности воды, которая препятствует газообмену между водой и атмосферой, тем самым снижая степень насыщенности воды кислородом. Как видно, отходы бурения представляют серьезную опасность для водных объектов.

Каждый водоем — это сложная живая система, где обитают бактерии, водоросли, высшие водные растения, различные беспозвоночные животные. Совокупная их деятельность обеспечивает **самоочищение водоемов**. В условиях естественной природы, если в водоем попадают, например, химические примеси, процесс самоочищения протекает быстро, поэтому одна из важнейших природоохранных задач - поддерживать эту способность.

**Факторы самоочищения водоемов** многообразны. Условно их можно разделить на **3 группы**:

- физические, среди которых первостепенное значение имеет разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений. Хорошее перемешивание и снижение концентрации взвешенных частиц обеспечиваются интенсивным течением рек. Способствует самоочищению водоемов оседание на дно нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод. Микроорганизмы под собственной тяжестью или осажаясь на других органических и неорганических частицах, постепенно опускаются на дно, подвергаются действию физических факторов, что способствует быстрому отмиранию загрязняющей микрофлоры. Обеззараживание воды происходит под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца;

- из химических факторов самоочищения водоемов следует отметить окисление органических и неорганических веществ. Поэтому оценку самоочищения можно проводить как по содержанию конкретных соединений или их групп (фенолов, смол, углеводов), так и по отношению к легкоокисляемому органическому веществу. Отмиранию микрофлоры могут также способствовать некоторые химические вещества. При этом, кроме патогенных бактерий и вирусов, в водоемах могут отмирать и микроорганизмы, играющие существенную роль в самоочищении водоемов. Санитарный режим водоема характеризуется прежде всего количеством растворенного в нем кислорода. Его должно быть не менее 4 мг на 1 л воды в любой период года;

- к биологическим факторам относятся водоросли, плесневые и дрожжевые грибки. Однако фитопланктон не всегда положительно воздействует на процессы самоочищения: в отдельных случаях массовое развитие сине-зеленых водорослей в искусственных водоемах можно рассматривать как процесс самозагрязнения. Самоочищению водоемов от бактерий и вирусов могут способствовать и представители животного мира. Так, устрицы и некоторые амебы адсорбируют кишечные и другие вирусы. Каждый моллюск профильтровывает в сутки: более 30 л воды.

Чистота водоемов немыслима без охраны их растительности. Только на основе глубокого знания экологии каждого водоема, эффективного контроля за развитием населяющих его различных живых организмов можно получить положительные результаты, обеспечить прозрачность и высокую биологическую продуктивность рек, озер и водохранилищ.

Неблагоприятно на процессы самоочищения водоемов влияют и другие факторы. Так, химическое загрязнение водоемов промышленными стоками, биогенными элементами (азотом, фосфором и т. д.) тормозит естественные окислительные процессы, убивает микроорганизмы.

Комплекс физических процессов самоочищения воды от нефти состоит из ряда составляющих: испарения; оседания комочков, взвешенных в толще воды; слипание комочков; всплытие комочков с образованием пленки с включениями воды и воздуха; снижение концентрации взвешенной и растворенной нефти вследствие оседания; всплытие и смешивание с чистой водой.

## **2.2 Проблема загрязнения почвогрунтов.**

Почва - наиболее ценный и трудновозобновляемый компонент природной среды, от состояния почвы зависят продовольственные ресурсы и жизнь человеческого общества вообще. Загрязнение почв приводит к значительному экологическому и экономическому ущербу: падает урожайность сельскохозяйственных культур, уменьшается продуктивность лесных ресурсов, изымаются из хозяйственного землепользования большие площади, ухудшается санитарное состояние окружающей среды.

Проблеме загрязнения почвогрунтов посвящено много исследований, в которых рассматриваются вопросы агроэкологической оценки загрязняющего влияния отработанного бурового раствора, буровых сточных вод, шлама и отдельных химреагентов, а также нормативных документов, способствующих охране почв

Так, изучение последствий загрязнения наземного растительного покрова отходами бурения показывает, что на всех пораженных участках наблюдается лишь незначительное восстановление растительного покрова. Даже после 15 лет растительность восстанавливается менее чем на половину. Во всех случаях сразу после разлива отходов бурения, особенно содержащих нефть, растительный покров практически полностью уничтожается. Основной причиной гибели растений является вытеснение кислорода из почвы. Период самовосстановления растительного покрова после загрязнения его нефтесодержащими отходами бурения для северных условий составляет 10-15 лет.

Процесс загрязнения почвогрунтов отходами бурения

разделяется на три стадии:

- первая стадия характеризуется образованием поверхностного ареала загрязнения и незначительным проникновением компонентов отходов бурения в грунтовую среду;

- на второй стадии происходит вертикальная инфильтрация жидких компонентов;

- третья стадия характеризуется боковой миграцией загрязнителей.

Для правильного понимания процессов, происходящих в почвах в результате загрязнения, остановимся на определении почвы и ее составных частей. *Почва* - это биологически активная среда, насыщенная большим количеством всевозможных микроорганизмов (бактерий и грибов). Микроорганизмы почв разлагают органические остатки (включая и нефтепродукты) и способствуют образованию органических кислот, которые вступают в химическую реакцию с частицами минеральных пород.

Наиболее важная составная часть почвы - гумус (или перегной). В состав гумуса входят высокомолекулярные органические кислоты, соли и другие вещества.

Другая составная часть почвы - почвенные коллоиды, которые представляют собой совокупность мелких органических и минеральных частиц, обеспечивающих ионообменную способность, кислотность и буферность почвы. Обычно загрязнения нефтью приводят к значительным изменениям физико-химических свойств почв, которые выражаются разрушением слабых почвенных структур и диспергированием почвенных частиц, что вызывает снижение водопроницаемости почв.

За счет загрязнения нефтью в почве резко возрастает соотношение между углеродом и азотом, что ухудшает азотный режим почв и нарушает корневое питание растений. Кроме того, нефть, попадая на поверхность земли и впитываясь в грунт, сильно загрязняет подземные воды и почву, в результате чего плодородный слой земли не восстанавливается в течение длительного периода времени. Объясняется это тем, что из грунта вытесняется кислород, необходимый для жизнедеятельности растений и микроорганизмов.

Такое же отрицательное влияние на механические и агрохимические показатели почв оказывают буровые растворы, характеризующиеся высокой минерализацией, щелочностью и высоким содержанием твердой фазы, представленной в основном глиной. Жидкие буровые отходы, попадая в почву, плохо

смешиваются с ней, образуя крупные глинистые комки, обладающие высокой вязкостью и липкостью. Высыхая, они не разрушаются, в результате чего резко ухудшается агрономическая ценность почвенной структуры. Увеличение щелочности почвы приводит к угнетению растений. Высокая минерализация буровых растворов приводит к резкому увеличению засоленности почвы. Величина сухого остатка на загрязненных участках достигает 1,0–1,5 %, что приводит к полной гибели растений. Резко возрастает количество токсичного для растений хлора и натрия, что делает почву непригодной для возделывания сельхозкультур.

Из всех компонентов отходов бурения наиболее токсичными являются нефть и нефтепродукты. Попадая на почву, тяжелые фракции проникают на незначительную глубину и задерживаются верхними слоями грунта. Более легкие фракции проникают в нижележащие слои. Следовательно, загрязнение происходит главным образом легкими фракциями. На сильно загрязненном участке глубина проникновения нефти может достигать 90 см и более. На сильно загрязненных участках растительность погибает почти полностью, особенно мхи и лишайники. По мере перемещения нефти вниз уровень ее насыщения в грунте снижается. Ниже определенного уровня насыщения (так называемого остаточного насыщения), составляющего 10-12 %, нефть перестает мигрировать и становится неподвижной.

Если нефть достигает уровня грунтовых вод, то дальнейшее ее движение вниз прекращается. Легкие фракции нефти могут всплывать на поверхность грунтовых вод, но под влиянием капиллярных сил тенденция нефти к миграции сохраняется. Кроме того, нефть перемещается по направлению естественного уклона поверхности грунтовых вод. Расширение площади распространения нефти под действием капиллярных сил уменьшает насыщенность почв нефтью. Если новых поступлений нефти в грунт не происходит, то может быть достигнута остаточная насыщенность и дальнейшая ее миграция прекращается. Капиллярный эффект хорошо прослеживается при значительной проницаемости и пористости грунтов. Например, пески и гравийный грунт весьма благоприятны для миграции нефти, а глины и илы не способствуют перемещению нефти. В горных породах нефть движется по трещинам и размеры вертикальной и горизонтальной миграции можно довольно уверенно прогнозировать.

Скорость изменения содержания нефти в почве неравномерна. Основная масса нефти теряется в первые три месяца после попадания

в почву, в дальнейшем процесс идет очень медленно, особенно замедляется при достижении ее содержания 1,0–1,5 %. Значительная часть нефти механически выносится водой за пределы участков загрязнения и рассеивается на путях движения водных потоков, в результате чего загрязняются грунтовые воды. Остаточная нефть подвергается микробиологическому разложению. Часть нефти минерализуется, другая часть превращается в нерастворимые продукты метаболизма. Иногда мощность битуминизированного слоя достигает 40-50 см и верхняя часть гумосодержащего горизонта приобретает смолисто-черную окраску. В результате закупорки капилляров почвы нефтью нарушается аэрация, создаются анаэробные условия, изменяется окислительно-восстановительный потенциал. Битуминизирование ухудшает водопроницаемость почвы, ее смачиваемость. Талые и дождевые воды на замазученных участках не впитываются в почву, а стекают по склонам.

Следует отметить, что неблагоприятное влияние загрязнения почв нефтью через пищевые цепи может негативно воздействовать и на человека. Нельзя исключать возможность канцерогенного эффекта нефтяного загрязнения.

Как известно, одной из причин токсичности почвогрунтов является их засоление. Отработанные буровые растворы и буровой шлам содержат в своем составе значительное количество опасных для почв минеральных солей. Критической является концентрация минеральных солей свыше 2,0-2,5 кг/м почвы, которая приводит к резкому угнетению микробиологического режима почвенного слоя. Для снижения отрицательного влияния минерализованных буровых растворов на почвы применяют промывной тип водного режима с обязательным внесением химических соединений, улучшающих водно-физические свойства и структуру почв.

Примером отрицательного влияния минеральных солей на почвы могут служить результаты обследования шламовых амбаров нефтяных месторождений Беларуси. Так, бурение скважин в РУП «ПО «Белоруснефть» ведется соленасыщенными буровыми растворами, которые уходят в отходы и накапливаются в шламовых амбарах, в результате чего происходит засоление грунтов и подземных вод. Миграция насыщенных солями вод идет как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Площадь засоления территории буровой может достигать 4,5 га. Содержание солей в почвенном слое изменяется от 0,5 (на границе ореолов) до 20-30 г на 1 кг почвы (у амбаров). Минерализация грунтовых вод,

залегающих на глубине 2-4,5 м, у амбаров достигает 20-50 г/л (естественная минерализация их не превышает 0,5-3,0 г/л). Процесс рассоления почв происходит крайне медленно. Полного рассоления почв фактически не зафиксировано ни на одном из участков ранее пробуренных скважин.

Изучение последствий загрязнения почвенно-растительного покрова отходами бурения показывает, что на всех пораженных участках наблюдается лишь незначительное восстановление растительного покрова. После 15 лет растительность восстанавливается менее чем на половину. Во всех случаях сразу после разлива отходов бурения, особенно содержащих нефть, растительный покров практически полностью уничтожается.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что загрязнение почвогрунтов отходами бурения представляет серьезную угрозу природной среде.

### **2.3 Загрязнение подземных вод при строительстве скважин**

Антропогенное загрязнение подземных вод в районах разработки и освоения нефтегазоносных месторождений связано с интенсивным техногенным воздействием процессов разбуривания и эксплуатации скважин. Самое отрицательное воздействие на гидрохимический режим грунтовых и подземных вод оказывают процессы строительства скважин, куда входят следующие виды работ:

- бурение и испытание скважин;
- добыча и интенсификация добычи нефти;
- сбор, подготовка и транспортировка нефти.

Основными причинами проникновения загрязнителей являются:

1) невысокое качество гидроизоляции шламовых амбаров и несоответствие их объемов объемам образующихся отходов, главным образом жидких отходов, обладающих высокой аккумулярующей способностью и подвижностью;

2) поглощение бурового раствора в процессе бурения скважины и фильтрация его водной фазы в проницаемые отложения;

3) межгоризонтные перетоки по затрубному пространству и нарушенным обсадным колоннам;

4) аварийные выбросы пластового флюида на дневную поверхность;

5) некачественная рекультивация шламовых амбаров.

Основными потенциальными загрязнителями являются следующие: буровые и тампонажные растворы; буровые сточные воды и шлам; пластовые высокоминерализованные рассолы; материалы для приготовления, утяжеления и обработки буровых и тампонажных растворов; ГСМ, ПАВ и др.

Процесс сбора, подготовки и транспортировки нефти может являться причиной загрязнения в результате:

- 1) аварийных порывов трубопроводов;
- 2) нарушения герметичности резервуаров-отстойников и других гидротехнических сооружений;
- 3) утечки вследствие строительно-монтажных дефектов и коррозии промышленного оборудования.

К основным потенциальным загрязнителям также относятся нефть, нефтепродукты, высокоминерализованные воды и др.

Наиболее подвержены загрязнению пресные грунтовые и сравнительно неглубоко залегающие напорные воды, используемые для питьевых, хозяйственно-бытовых и технических целей. Пресные подземные воды сконцентрированы главным образом в верхней части земной коры (педосферы), в зоне активного водообмена на глубинах до 150-200 м, ниже, в зоне замедленного подземного стока, располагаются воды повышенной минерализации.

Изменение естественного природного химического состава пресных подземных вод происходит под влиянием природных и техногенных факторов, основными из которых являются:

- 1) физико-химические свойства и состав загрязненных сточных вод;
- 2) физико-химическое взаимодействие их с вмещающими породами при движении воды от областей питания к участкам разгрузки или понижения водоносного горизонта.

Проникновение загрязнителей в водоносные горизонты происходит за счет просачивания технологических стоков через слабопроницаемые слои и литологические окна. Кроме того, характер загрязнения зависит от климатических условий, характера почвенного покрова и растительности, рельефа и густоты гидрографической сети.

Поступление в грунтовые воды загрязнителей, содержащихся в сточных водах, приводит к изменению окислительно-восстановительной обстановки в ареале инфильтрации, что способствует повышению в воде концентраций сульфатов железа,

кальция и магния за счет окисления содержащегося в породах тонкодисперсного пирита. Органические вещества, попадающие в водоносные горизонты из отходов, стимулируют интенсивный рост и активность микроорганизмов в водоносном горизонте, что приводит к еще большему ухудшению качества воды [7].

По масштабу влияния на водоносные горизонты выделяются локальные и региональные загрязнения подземных вод.

Под *локальным* источником загрязнения (шламовые амбары) формируется ареал загрязнения подземных вод, формы и размер которого в плане, а также проникновение в глубину водоносного горизонта, зависят:

1) от интенсивности и характера поступления загрязнений (постоянное, периодическое);

2) от химического состава, плотности и вязкости инфильтрующихся загрязненных вод;

3) от гидрологических условий участка - литологического строения, гидрогеологических параметров зоны аэрации и водоносного горизонта, направления и скорости движения подземных вод;

4) от характера процессов физико-химического взаимодействия между загрязняющими компонентами, подземными водами и породами.

При многокомпонентном составе фильтрующихся загрязненных буровых сточных вод формируется сложный ареал загрязнения.

Под действием многочисленных локальных источников, совокупность которых обуславливает площадной характер загрязнения, оно становится *региональным*. Такое загрязнение характерно для крупных нефтегазовых месторождений, особенно с интенсивной сеткой разбуривания. Основным источником такого загрязнения подземных вод являются шламовые амбары с содержащимися в них производственно-технологическими отходами бурения и продуктами освоения скважин. Причиной загрязнения следует считать, прежде всего, некачественную гидроизоляцию дна стенок амбара, особенно сооружаемых в проницаемых породах.

Подземные воды по сравнению с поверхностными в целом лучше защищены от загрязнения, так как водоносный горизонт перекрыт более или менее мощной толщей почвы и пород. Однако если покрывающая толща водопроницаема и имеет небольшую мощность, то инфильтрующиеся с поверхности загрязненные воды

довольно быстро проникают в водоносный горизонт и загрязняют его. Только в том случае, когда над водоносным горизонтом залегают водонепроницаемые породы, они могут предохранить его от загрязнения.

Грунтовые воды, не перекрытые водоупорными породами, как правило, защищены значительно меньше, чем нижележащие горизонты напорных подземных вод, и обычно принимают основную часть инфильтрирующихся с поверхности загрязнений. Из грунтовых вод загрязнения могут проникать в более глубокие напорные и безнапорные горизонты с пониженными напорами - через литологические окна в водоупорах, при перетоке через слабопроницаемые отдельные горизонты, по заколонному пространству скважин вследствие их некачественного цементирования и т. д.

Степень естественной защищенности подземных вод от поверхностного загрязнения зависит от следующих факторов:

1) мощности, водопроницаемости и активной пористости перекрывающих пород;

2) значений перепада уровней (напоров) между загрязненными и подземными водами рассматриваемого водоносного горизонта;

3) вида и химического состава загрязнений, интенсивности и характера их поступления в подземные воды;

4) физико-химических, в частности сорбционных свойств перекрывающих пород и загрязняющих веществ, определяющих возможность полного или частичного поглощения загрязнений.

Оценивая защитную способность глин и глинистых пород, залегающих над используемым водоносным горизонтом, следует учитывать, что в зоне аэрации глины часто обладают вертикальной макропористостью и повышенной водопроницаемостью из-за развития корневой системы растений и наличия трещин и макропор усыхания, вызванных усадкой при переменном увлажнении и осушении. По мере увеличения глубины залегания глинистых пород их пористость и водопроницаемость уменьшаются. На больших глубинах, в спокойных тектонических условиях, глинистые породы характеризуются очень малым коэффициентом фильтрации и, таким образом, практически водоупорны.

В силу разнообразия геолого-гидрогеологических условий, состава и структуры перекрывающих горных пород, а также

специфики отдельных видов загрязнения существуют большие различия в степени естественной защищенности подземных вод.

Рассматривая вопросы охраны подземных вод от загрязнения в процессах бурения скважин, необходимо произвести оценку степени естественной их защищенности.

К *защищенным* относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие сплошную водоупорную кровлю и не получающие питания из вышележащих грунтовых вод, рек и водоемов через разделяющие слои или гидрогеологические окна.

К *недостаточно защищенным* подземным водам относятся грунтовые воды, а также напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в природных условиях получают питание из вышележащих подземных вод через разделяющие слои или гидрогеологические окна, из рек и водоемов при непосредственной гидравлической связи [7].

#### Особенности загрязнения подземных вод нефтью и нефтепродуктами

Наиболее опасными загрязнителями подпочвенных и подземных вод являются нефть и нефтепродукты. Нефть и большинство нефтепродуктов с водой не смешиваются, растворимость их относительно невелика. Например, для жидких парафинов и нафтеновых углеводородов она составляет 40-150 мг/л, что во много раз превышает ПДК.

В процессе вертикальной инфильтрации нефтепродукты заполняют всю зону аэрации и расплываются на поверхности грунтовых вод в виде нефтяного пятна. Растворенные углеводороды вместе с потоком подземных вод мигрируют в водоносном горизонте в направлении движения подземных вод. Пятно нефтепродуктов тоже может передвигаться, скорость его распространения обычно меньше скорости потока подземных вод и зависит от физических свойств нефтепродуктов (вязкость, плотность, поверхностное натяжение) и водовмещающих пород (гранулометрический состав, трещиноватость, проницаемость).

В водоносном горизонте в процессе анаэробных биохимических реакций происходит окисление нефтепродуктов, которое сопровождается развитием резко выраженной восстановительной обстановки. В этих условиях из воды исчезают растворенный кислород и нитраты и уменьшается содержание сульфатов, но

появляются аммоний, сероводород, увеличивается содержание железа, марганца и свободной углекислоты.

Поступление со сточными водами органических веществ, применяемых в технологических циклах строительства скважин, также приводит к загрязнению подпочвенных и подземных вод. Такие загрязнители под действием микробиологического фактора почвенной среды подвергаются биодеструкции с образованием безвредных веществ. Главным агентом аэробной биодegradации органических загрязнителей является кислород, находящийся в подземных водах в растворенном состоянии, а в зоне аэрации - в газообразном состоянии. Роль катализаторов биохимических реакций выполняют ферменты, выделяемые микроорганизмами. В ходе биохимической деградации сложные органические вещества последовательно трансформируются в более простые соединения - жирные кислоты, спирты, альдегиды и др. На конечной стадии этот процесс может завершиться полной минерализацией с образованием нетоксичных веществ - воды, двуокиси углерода, нитратов, фосфатов, сульфатов.

К аэробным бактериям, участвующим в естественной биохимической очистке вод, относятся *серобактерии* и *теоновые бактерии* (окисляют сероводород, сульфиды и серу до серной кислоты), *железобактерии* (извлекают из воды железо и отлагают его в виде гидрогеля), *нитрифицирующие бактерии* (окисляют аммиак до нитратов и нитритов), *бактерии-аммонификаторы* (способствуют выделению аммиака из органических веществ при их разложении).

Масштабы и глубина естественной биохимической очистки вод зависят от состава и количества поступивших загрязнителей, а также от состава пород и подземных вод, водопроницаемости пород, скорости фильтрации и других показателей гидрогеологической обстановки.

При большом количестве поступивших в грунтовые и подземные воды органических загрязнителей возникает дефицит кислорода, который был затрачен на аэробные превращения незначительной части органических веществ. В результате возникают анаэробные условия и рост анаэробных бактерий. Жизнедеятельность анаэробных бактерий сопровождается использованием не только растворенного кислорода, но и кислорода сульфатов и нитратов, в результате чего образуются сульфиды, сероводород, аммоний и метан, которые являются загрязнителями грунтовых и подземных вод.

Техногенное воздействие сточных вод на грунтовые и подземные воды приводит к увеличению их минерализации и общей жесткости, что проявляется обычно в возрастании концентраций хлоридов и сульфатов кальция, натрия, магния. Ареалы миграции указанных загрязнителей довольно значительны, так как минеральные соли относятся к самым легкоподвижным веществам.

### **Тема 3. Организация системы мониторинга экологической обстановки в зоне деятельности нефтегазодобывающих предприятий**

Предметом деятельности предприятия является добыча нефти и газа, переработка газа, строительство и капитальный ремонт скважин, производство электроэнергии, тепловодоснабжение, транспортная деятельность, а также розничная и оптовая реализация нефтепродуктов.

Все виды деятельности предприятия регулируются НПА и ТНПА, а также требованиями, предъявляемыми к продукции и услугам, чтобы гарантировать предотвращение негативных воздействий на окружающую среду.

Должностное лицо, ответственное за охрану окружающей среды и функционирование ее на предприятии – главный инженер – заместитель генерального директора.

Природоохранная деятельность РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» регламентируется необходимыми лицензиями, разрешениями и лимитами.

Экологическая деятельность на предприятии охватывает следующие направления:

- рациональное использование природных ресурсов;
- разработка и внедрение в производство ресурсосберегающих, малоотходных, экологически безопасных технологий;
- соблюдение экологических норм и требований при разработке и производстве продукции, строительстве, реконструкции и расширении производственных объектов;
- осуществление производственного аналитического контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, питьевыми, поверхностными, подземными и сточными водами, землями (почвами);

- осуществление локального мониторинга, объектом которого являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и подземные воды;

- охрана воздушного бассейна;

- охрана водного бассейна;

- обращение с отходами производства;

- готовность к аварийным ситуациям;

- обучение, повышение общей экологической культуры персонала и воспитание экологического сознания.

Для управления выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух в обособленном подразделении предприятия проведена инвентаризация выбросов, определен перечень стационарных источников выбросов, разработаны и установлены нормативы допустимых выбросов в атмосферный воздух, которые используются для исчисления размеров экологических платежей и для планирования работ по снижению влияния технологических процессов на атмосферный воздух.

Для рационального использования водных ресурсов, предотвращения загрязнения окружающей среды промышленными водами на предприятии создана система повторного использования воды (система поддержания пластового давления), системы оборотного водоснабжения, эксплуатируются локальные очистные сооружения.

На предприятии созданы условия для отдельного сбора и сдачи на переработку отдельных видов отходов: бумаги, картона, отходов пластмасс, лома черного и цветного металла и др. Заключены договоры со специализированными организациями на прием отработанных масел, изношенных шин, аккумуляторов, отработанных люминесцентных ламп, нефтесодержащих шламов и др. Для уменьшения воздействия на ОС предприятие эксплуатирует объекты для хранения, использования, обезвреживания, захоронения отходов:

- объект по использованию отходов – установка по утилизации нефтесодержащего шлама на установке подготовки нефти (УПН);

- объект по использованию отходов – комплекс оборудования для устройства (организации) дренажа с целью исключения подтопления и отвода дождевых вод с площадки строительства буровых вышек;

- объект по использованию отходов – комплекс оборудования, применяемый при доведении показателей смеси строительных

отходов и первичных строительных материалов до требований ГОСТ 25607-94;

- объект по использованию отходов – проведение работ по организации дна котлована при горнотехнической рекультивации земель, нарушенных при разработке карьеров песка «Щитов», «Гарновка» и «Чкалово»;

- объект по использованию отходов – печи газогенераторные «Буллерьян»;

- объект по использованию отходов – печи для отопления производственных помещений;

- объект по использованию отходов – твердотопливные котлы «Сирокко»;

- объект по использованию отходов – котлы отопительные водогрейные КС-ТВ-20, КС-Т-20А;

- объект захоронения отходов – опытно-промышленное подземное хранилище отходов (ОППХ);

На предприятии осуществляется производственный экологический контроль в соответствии с СТП 09100.17001.002-2014.

Предприятие отслеживает влияние производственной и хозяйственной деятельности ОП на экологическую ситуацию путем проведения локального мониторинга, объектом которого являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и подземные воды, а также аналитического контроля за:

- соблюдением нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов;

- эффективностью работы газоочистных установок;

- соблюдением нормативов выбросов загрязняющих веществ в отработанных газах механических транспортных средств;

- геохимическим состоянием вод и почв на контролируемых участках территории производства работ;

- качеством сточных вод;

- качеством воды для заводнения нефтяных пластов.

С целью нормирования на предприятии осуществляется экологическая паспортизация:

- разработка инструкций по ПЭК;

- разработка актов инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- разработка нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- разработка нормативов образования отходов и инструкций по обращению с отходами производства;
- разработка паспортов и инструкций по эксплуатации газоочистных установок;
- разработка нормативов водопотребления и водоотведения;
- разработка экологического паспорта.

Инженерно-технологические услуги в области экологического контроля за производственной и хозяйственной деятельностью ОП осуществляет ОЭиПОМ БелНИПИнефть.

Ежегодно составляются планы организационно-технических мероприятий по ООС, которые утверждаются главным инженером – заместителем генерального директора и заместителями генерального директора по направлениям деятельности.

В область распространения системы управления окружающей средой Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» входят обособленные подразделения:

Центральный аппарат Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (ЦА);

Нефтегазодобывающее управление «Речицанефть» Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (НГДУ «Речицанефть»);

Белорусский газоперерабатывающий завод Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (БГПЗ);

Управление по повышению нефтеотдачи пластов и ремонту скважин Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (УПНПиРС);

Светлогорское управление буровых работ Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (СУБР);

Речицкое управление технологического транспорта Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (РУТТ);

Вышкомонтажное управление Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (ВМУ);

Тампонажное управление Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (ТУ);

Производственное управление нефтепромыслового и бурового сервиса Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (НБС);

Светлогорское агропромышленное управление Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (САПУ);

Управление по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» (УПК).

Экологическая политика устанавливает общее направление и принципы природоохранной деятельности предприятия, обеспечивает основу дальнейшей работы и разработки целевых и плановых экологических показателей, предъявляющих требования к параметрам состояния окружающей среды и эффективности экологической деятельности.

Высшее руководство определяет экологическую политику предприятия и обеспечивает, чтобы она:

- соответствовала характеру, масштабам и воздействиям на окружающую среду деятельности предприятия;
- включала обязательство по постоянному улучшению состояния окружающей среды и предотвращению ее загрязнения;
- включала обязательство выполнять соответствующие законодательные требования и другие требования, распространяющиеся на предприятие, которые связаны с его экологическими аспектами;
- обеспечивала основу для установления и анализа целевых и плановых экологических показателей;
- документально оформлялась, выполнялась и находилась в актуальном состоянии;
- доводилась до сведения всех лиц, работающих на предприятии или от его имени;
- была доступна для общественности.

Экологическая политика должна включать ряд специфических заявлений в отношении природоохранной деятельности предприятия и содержать ряд ключевых моментов:

- краткий обзор деятельности предприятия, его продукции и услуг;

- заявление о намерениях, отражающее роль экологических вопросов в деятельности предприятия и пути использования возможностей, связанных с управлением экологическими аспектами;
- три основных обязательных положения: постоянное улучшение, предотвращение загрязнения и соответствие требованиям действующего законодательства.

Экологическая политика предприятия должна быть ясным, понятным и кратким документом, доступным как для работников, так и для широкой публики.

После утверждения экологической политики генеральным директором её регистрируют в «Журнале регистрации технических нормативных правовых актов РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» и высылают копии документа в ОП.

Доведение экологической политики предприятия работникам ОП осуществляется посредством вводного, первичного, повторного и внепланового инструктажей.

Кроме того, информирование об экологической политике осуществляется посредством:

- размещения экологической политики на досках объявлений;
- включения экологической политики в программу обучения новых сотрудников;
- включения экологической политики в перечень вопросов для проверки знаний по вопросам ООС;
- ознакомления с текстом экологической политики при приеме на работу и др.

С целью ознакомления общественности и заинтересованных сторон с экологической политикой РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» текст политики размещен на официальном сайте Государственного производственного объединения «Белоруснефть» [www.beloil.by](http://www.beloil.by).

Руководство предприятия не реже одного раза в год согласно СТП 09100.17001.138-2013 проводит анализ выполнения обязательств, заложенных в экологической политике, по результатам годового отчета об эффективности функционирования СУОС и результатам внутренних и/или внешнего аудита.

При невыполнении каких либо принципов экологической политики определяются причины возникших несоответствий и разрабатываются корректирующие действия, выполнение которых обеспечивается руководством предприятия.

Руководство Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» осуществляет Генеральный директор, а в его отсутствие – заместитель генерального директора согласно приказа.

Предприятием определена структура управления окружающей средой Республиканского унитарного предприятия «Производственное объединение «Белоруснефть» и распределена ответственность за выполнение функциональных обязанностей между работниками всех уровней предприятия за разработку, внедрение и поддержание эффективного управления и функционирования системы.

Задачи, функции, ответственность, требования к квалификации специалистов и рабочих, необходимые для выполнения задач в области ООС, определены:

- Положениями о подразделениях;
- должностными инструкциями специалистов и служащих;
- стандартами организации и инструкциями.

Обязанности, ответственность и полномочия в рамках СУОС

Генеральный директор:

- определяет и пропагандирует политику в области ООС;
- несет ответственность за выполнение всеми сотрудниками предприятия принципов, обязательств и показателей, заложенных в экологической политике;
- обеспечивает достижение установленных целей и задач, закрепленных Программой по охране окружающей среды;
- определяет структуру СУОС, обязанности и ответственность за внедрение и функционирование СУОС;
- осуществляет руководство по локализации чрезвычайных ситуаций, аварий и ликвидации их последствий;
- определяет необходимые ресурсы (людские и финансовые);
- осуществляет анализ функционирования СУОС и определяет направления по совершенствованию СУОС.

Главный инженер – заместитель генерального директора:

- осуществляет общее руководство разработкой, внедрением и функционированием СУОС;
- несет ответственность за внедрение и своевременный пересмотр экологической политики;
- организует разработку природоохранных мероприятий и осуществляет контроль за их реализацией;

- несет ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека на предприятии;
  - отвечает за координацию и эффективность работы по соблюдению требований природоохранного законодательства и проведению мониторинга ОС;
  - обеспечивает организацию мер по предупреждению аварийных ситуаций;
  - организует разработку планов мероприятий по обеспечению промышленной безопасности и планов по локализации аварий и ликвидации их последствий;
  - обеспечивает людскими ресурсами рабочую группу по СУОС на должном уровне;
  - обеспечивает проведение обучения по ООС;
  - обеспечивает функционирование системы обмена информацией, диалог с заинтересованными сторонами, в т.ч. со СМИ, общественными организациями и гражданами по вопросам состояния и охраны ОС и рассмотрение поднятых ими вопросов;
  - обеспечивает подтверждение достоверности исходящей информации, представляемой внешним заинтересованным сторонам;
  - несет ответственность за экологическое состояние производственных объектов и территорий производственных баз курируемых ОП;
  - обеспечивает финансирование мероприятий Программы по охране окружающей среды;
  - обеспечивает контроль за рациональным использованием материальных и сырьевых ресурсов;
  - ежегодно рассматривает проект отчета по функционированию СУОС, представленный ООС, делает соответствующие предварительные выводы о функционировании СУОС и докладывает результаты генеральному директору.
- Заместитель генерального директора по экономике:
- включает в перспективные планы развития предприятия природоохранные мероприятия.
- Заместитель генерального директора по геологии:
- несет ответственность за координацию проведения геолого-поисковых и поисково-разведочных работ в соответствии с природоохранными требованиями;
  - несет ответственность за координацию и эффективность работ по охране недр;

- организует и контролирует проектирование разработки нефтяных месторождений в соответствии с природоохранным законодательством;

- несет ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека на предприятии;

- несет ответственность за экологическое состояние производственных объектов и территорий производственных баз курируемых ОП.

Заместитель генерального директора по производству:

- осуществляет повышение технического уровня и безопасной эксплуатации производства;

- несет ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека на предприятии;

- организует и контролирует работы, выполняемые при бурении и ремонте скважин в соответствии с природоохранными требованиями;

- организует и контролирует безопасную эксплуатацию транспорта предприятия в соответствии с природоохранными требованиями;

- организует транспортировку грузов, исключаящую потери, которые могут повлечь загрязнения ОС;

- несет ответственность за экологическое состояние производственных объектов и территорий производственных баз курируемых ОП;

- обеспечивает разработку и внедрение системы мер по предупреждению и ликвидации нефтегазопроявлений.

Заместитель генерального директора по внешнеэкономической деятельности и обеспечению производства:

- осуществляет руководство в области материально-технического снабжения;

- организует подготовку закупок товаров, работ, услуг (кроме нефти и углеводородного сырья);

- организует работу складского хозяйства в соответствии с природоохранным законодательством, санитарными и пожарными нормами;

- организует работу по сдаче лома и отходов драгоценных металлов и драгоценных камней, вторичных материальных ресурсов;

- осуществляет контроль за организацией учета, движения и расходования материально-технических ресурсов;

- несет ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека на предприятии;
- несет ответственность за согласование с поставщиками требований, предъявляемых СУОС;
- несет ответственность за состояние территорий производственных баз курируемых ОП.

Заместитель генерального директора по строительству, общим вопросам и идеологической работе:

- определяет техническую политику, перспективы развития и технического перевооружения производства при проектировании строительства, проектировании обустройства нефтяных месторождений, капитальном строительстве объектов производственного и непромышленного назначения с учетом требований природоохранного законодательства;

- несет ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека на предприятии;

- несет ответственность за экологическое состояние производственных объектов и территорий производственных баз курируемых ОП;

- отвечает за организацию общей рекламной деятельности с учетом возможностей использования знака экологического соответствия;

- обеспечивает пропаганду экологической политики предприятия через средства массовой информации.

Заместитель главного инженера - начальник центральной производственно-диспетчерской службы:

- обеспечивает принятие сводок метеослужб и оповещение ОП о неблагоприятных метеоусловиях;

- организует оповещение руководства предприятия об аварии, инциденте;

- организует информирование об аварии, инциденте комиссии по ЧС концерна «Белнефтехим», областного Управления Промнадзора, штаба ЧС и ГО, а в случае негативного воздействия на ОС и Областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Заместитель главного инженера – начальник управления охраны труда, промышленной безопасности и лицензирования:

- осуществляет организацию работ по подготовке проведения экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- обеспечивает разработку перечня опасных производственных объектов, для которых составляются планы локализации аварийных ситуаций и аварий, а также газоопасных и огневых работ;
- обеспечивает организацию предупреждения аварийных ситуаций;
- обеспечивает идентификацию опасных производственных объектов;
- осуществляет получение соответствующих лицензий и контроль за выполнением их требований;
- осуществляет руководство по организации промышленной безопасности, охране труда и управлению условиями производственной среды;
- организует ведение журнала аварийных ситуаций, остановок производства, нарушений технологических процессов и иных обстоятельств, создающих угрозу санитарно-эпидемическому благополучию населения.

Начальник технического отдела:

- организует контроль за безопасным состоянием и работой контрольно-измерительной аппаратуры, метрологическое обеспечение средств и методов измерения;
- организует метрологическую аттестацию не стандартизированных средств измерений и методик выполнения измерений, в т.ч. используемых для контроля параметров опасных и вредных производственных факторов.

Начальник отдела охраны окружающей среды:

- доводит цели экологической политики до руководителей ОП предприятия;
- несет ответственность за разработку, документальное оформление, своевременное внесение изменений в экологическую политику, за анализ предложений по корректировке положений экологической политики, поступивших от ОП;
- организует разработку и внедрение мероприятий по функционированию СУОС;
- организует разработку и осуществляет контроль за внедрением мероприятий по ООС;

- обеспечивает координацию и контроль деятельности ОП, участвующих в планировании и осуществлении ПЭК и функционировании СУОС;

- организует проведение ПЭК;

- организует проведение ВА СУОС;

- осуществляет контроль за эксплуатацией очистных сооружений;

- организует разработку корректирующих мероприятий по устранению выявленных несоответствий и контроль за их выполнением;

- информирует руководство и заинтересованные лица об изменениях в документах СУОС и новых требованиях природоохранного законодательства;

- осуществляет сбор, анализ и предоставление информации в рамках СУОС и ПЭК о природоохранной деятельности руководству предприятия;

- организует оперативное планирование и управление организацией мониторинга ОС и СУОС;

- организует работы по оценке соответствия законодательным и другим требованиям, применимым к экологическим аспектам предприятия;

- координирует работы по планированию подготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов в области ООС;

- участвует в рассмотрении проектов строительства новых и реконструкции действующих производств предприятия в части полноты и правильности принятия решений по ООС и рациональному использованию природных ресурсов;

- осуществляет разработку проекта отчета о функционировании СУОС согласно СТП 09100.17001.138-2013.

Главный энергетик – начальник энергетического управления:

- осуществляет техническое руководство эксплуатацией и ремонтом энергетического и теплотехнического оборудования с учетом природоохранного законодательства;

- организует рациональное потребление энергоресурсов;

- обеспечивает учет и нормирование энергоресурсов;

- осуществляет контроль за обращением с ртутьсодержащими отходами, оборудованием, материалами и отходами, содержащими

полихлорированные бифенилы, драгоценными металлами в соответствии с природоохранным законодательством.

Главный механик:

- осуществляет организацию разработки и внедрения мероприятий по улучшению эксплуатации действующего оборудования, руководство эксплуатацией и ремонтом оборудования с учетом требований природоохранного законодательства;

- принимает меры по устранению конструктивных недостатков в оборудовании с точки зрения безопасности при эксплуатации и замене морально устаревших машин, механизмов и агрегатов;

- участвует в испытании новых образцов техники;

- ведет контроль за правильной и безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин и механизмов, аппаратов и сосудов, работающих под давлением и проведением в установленные сроки их испытаний, осмотров и ремонта;

- организует своевременное проведение дефектоскопии оборудования и инструмента, организует и контролирует своевременность и качество проведения технического обслуживания и ремонта оборудования и принимает меры по устранению выявленных недостатков;

- осуществляет контроль за эксплуатацией и обслуживанием вентиляционных систем и газоочистного оборудования с целью создания безопасных условий труда для персонала и ОС;

- осуществляет контроль за выполнением планов по капитальному ремонту оборудования;

- обеспечивает руководство по учету, хранению, сдаче лома черных и цветных металлов заготовительным организациям «Белвтормет».

Начальник отдела транспортного обеспечения производства:

- организует и контролирует безопасную эксплуатацию транспорта предприятия в соответствии с природоохранными требованиями;

- организует транспортировку грузов, исключаящую потери, которые могут повлечь загрязнения ОС.

Начальник управления капитального строительства:

- организует проведение экспертизы проектов строительства новых и реконструкции действующих объектов на соответствие требованиям стандартов, правил и норм по охране труда, ООС;

- осуществляет согласование закупки и установки нового оборудования и технологий при разработке проектов на строительство, реконструкцию, модернизацию;

- осуществляет контроль за соблюдением строительных норм и правил, стандартов, правил охраны труда, технической и пожарной безопасности, производственной санитарии и природоохранного законодательства при выполнении работ по строительству, реконструкции объектов, а также соблюдением этих требований подрядными организациями;

- информирует руководство и других заинтересованных лиц о результатах государственной экологической экспертизы планируемой хозяйственной и иной деятельности.

Начальник отдела кадров:

- обеспечивает подбор персонала предприятия с учетом требований природоохранного законодательства;

- организует своевременное проведение обучения, повышение квалификации и аттестации руководителей и специалистов предприятия;

- обеспечивает своевременную разработку, пересмотр рабочих учебных планов и программ для непрерывного профессионального обучения кадров по рабочим профессиям в соответствии с действующими нормативными актами, в т.ч. в области ООС;

- организует проведение профессиональной подготовки, стажировки, переподготовки рабочих, повышение квалификации рабочих;

- организует оснащение учебной базы предприятия необходимыми техническими средствами, пособиями;

- несет ответственность за ознакомление с экологической политикой предприятия вновь принятых на работу сотрудников ЦА.

Начальник экспертно-правового отдела:

- обеспечивает разработку и анализ договоров связанных с природоохранной деятельностью предприятия.

Руководитель обособленного подразделения:

- организует работу в ОП с учетом требований СУОС и природоохранного законодательства;

- доводит цели экологической политики до руководителей структурных подразделений ОП;

- определяет потребность в экологическом обучении персонала и требования к обучению персонала;

- несет ответственность за достижение целевых и плановых показателей и выполнение Программы по ООС ОП;
- организует проведение ВА СУОС;
- организует проведение мониторинга ООС и СУОС и проведение измерений;
- организует проведение ПЭК согласно СТП 09100.17001.002-2014;
- несет ответственность за объективный анализ причин появления несоответствий, принятие решений по организации, разработке и внедрению корректирующих и предупреждающих мероприятий;
- организует сбор и предоставление информации о природоохранной деятельности ОП;
- организует предоставление информации о возможности закупки новых материалов, влияющих на ЭА деятельности предприятия;
- несет ответственность за экологическое состояние производственных объектов ОП.

Главный инженер обособленного подразделения:

- несет ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека;
- обеспечивает разработку технологических инструкций и регламентов с учетом природоохранного законодательства, контроль за ведением технологических процессов в строгом соответствии с ними;
- обеспечивает проведение ВА СУОС и разработку планов по устранению выявленных несоответствий;
- несет ответственность за контроль выполнения корректирующих и предупреждающих мероприятий;
- обеспечивает проведение ПЭК согласно СТП 09100.17001.002-2014;
- обеспечивает разработку и контроль выполнения Программы по ООС ОП;
- обеспечивает разработку планов по совершенствованию технологических процессов и улучшению условий труда работающих;
- организует работы по оценке соответствия законодательным и другим требованиям, применимым к ЭА ОП;

- обеспечивает рассмотрение проектов строительства новых и реконструкции действующих производств ОП в части полноты и правильности принятия решений по ООС и рациональному использованию природных ресурсов;

- организует разработку проекта отчета о функционировании СУОС в ОП согласно СТП 09100.17001.138-2013;

- организует разработку планов локализации и ликвидации инцидентов и аварий, которые могут оказывать воздействие на ОС.

Начальник УПК несет ответственность за:

- ознакомление с текстом экологической политики предприятия вновь принятых на работу сотрудников;

- включение экологической политики предприятия и вопросов СУОС в программы обучения УПК;

- составление сводного плана подготовки переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров.

Ответственный по СУОС ОП:

- обеспечивает пропаганду экологической политики предприятия;

- несет ответственность за включение экологической политики предприятия и вопросов СУОС в тематические планы и программы инструктажей по ООС;

- несет ответственность за включение экологической политики предприятия в перечень вопросов для проверки знаний по вопросам ООС;

- вносит предложения по изменению экологической политики;

- обеспечивает координацию и контроль деятельности всех подразделений, в области ООС и функционировании СУОС;

- разрабатывает целевые и плановые экологические показатели;

- участвует в планировании мероприятий по ООС и разработке корректирующих и предупреждающих действий по устранению выявленных несоответствий, формирует и предоставляет их в ООС;

- участвует в обеспечении контроля выполнения корректирующих и предупреждающих действий, определении эффективности предпринятых корректирующих и предупреждающих действий;

- обеспечивает учет и хранение материалов по корректирующим и предупреждающим действиям;

- осуществляет ПЭК ОП;

- осуществляет проведение ВА СУОС ОП;

- осуществляет контроль за внедрением мероприятий по ООС;
- обеспечивает проведение мониторинга ООС и СУОС;
- ведет Перечень НПА и ТНПА по ООС в ОП;
- обеспечивает формирование, актуализацию Фонда НПА и ТНПА и обеспечение структурных подразделений нормативной документацией;
- организует оформление стендов в области ООС и СУОС;
- осуществляет работы по оценке соответствия законодательным и другим требованиям, применимым к экологическим аспектам ОП;
- осуществляет получение соответствующих разрешений на природопользование;
- участвует в рассмотрении проектов строительства новых и реконструкции действующих производств предприятия в части полноты и правильности принятия решений по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов;
- разрабатывает планы локализации и ликвидации инцидентов и аварий, которые могут оказывать воздействие на ОС.

Руководители структурных подразделений:

- реализуют цели экологической политики в соответствии с задачами подразделения;
- несут ответственность за осведомленность подчиненных о наличии, содержании и изменениях экологической политики предприятия;
- несут ответственность за комплектование и актуализацию Фонда НПА и ТНПА в структурном подразделении;
- несут ответственность за организацию управления операциями в режиме безопасном для ОС и здоровья человека;
- проводят работы с соблюдением норм и требований природоохранного законодательства, а также требований промышленной безопасности в соответствии с СУОС;
- организуют и контролируют выполнение основных и вспомогательных технологических процессов с учетом требований природоохранного законодательства;
- принимают меры по устранению нарушений, выявленных при контроле соблюдения установленных нормативов в области ООС;
- обеспечивают учет экологических аспектов;
- организуют разработку и внедрение мероприятий Программы по ООС, обеспечивающих достижение целевых и плановых

показателей, которые лежат в основе экологической политики, согласно подраздела 7.3 настоящего стандарта организации;

- обеспечивают повышение профессионализма и компетентности работников в области ООС;
- обеспечивают выполнение корректирующих мероприятий по устранению выявленных несоответствий при проведении ВА СУОС и ПЭК;
- обеспечивают реализацию предупреждающих действий;
- вносят предложения по совершенствованию СУОС и изменению экологической политики, которые направляют ответственному по СУОС ОП;
- предоставляют необходимую достоверную информацию по функционированию СУОС в своих структурных подразделениях;
- обеспечивают хранение носителей информации, доведение информации по СУОС до персонала подразделений, в т.ч. через стенды (уголки) по ООС;
- обеспечивают выполнение плана локализации и ликвидации инцидентов и аварий, которые могут оказывать воздействие на ОС.

Инспектор по контролю за исполнением поручений:

- несет ответственность за организацию приема, учета, хранения и распределения внешней входящей информации в области ООС;
- обеспечивает регистрацию и отправку исходящей информации.

Все сотрудники предприятия:

- обязаны ознакомиться с текстом экологической политикой и выполнять заложенные в ней принципы и обязательства;
- обязаны строго соблюдать требования природоохранного законодательства;
- имеют право вносить предложения по изменению экологической политики, которые передаются руководителю структурного подразделения, в котором они работают.

Ответственные за функционирование СУОС в ОП назначаются приказом по ОП.

Руководство предприятия обеспечивает подготовку кадров, повышение квалификации персонала, его осведомленность и компетентность в сфере ООС, экологическое обучение персонала с целью эффективного функционирования СУОС.

Подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров в области ООС охватывает все уровни персонала предприятия, имеет непрерывный характер и осуществляется на протяжении всей трудовой деятельности.

Потребность в обучении выявляется по:

- результатам предварительного экологического анализа;
- полученным замечаниям при проверках контролирующими органами;
- результатам внутреннего и внешнего аудита СУОС;
- уровню экологической компетентности и требований к экологическому обучению персонала;
- результатам аттестации сотрудников;
- результатам регулярной оценки экологического обучения и влияния его на поведение персонала.

Экологическое обучение персонала осуществляется в учебных заведениях подготовки, переподготовки, повышения квалификации кадров (на основе договоров) и в УПК.

Экологическая подготовка работников предприятия осуществляется при:

- в вводном, первичном, повторном и внеплановом инструктажах по экологической безопасности, порядок проведения инструктажей. Принятым работникам, подрядчикам, выполняющим работы на предприятии, проводят вводный инструктаж по ООС, доводят до сведения экологическую политику предприятия, знакомят с экологическими аспектами деятельности предприятия и возможными воздействиями на ОС. Требуют выполнения действующих на предприятии регламентов и нормативных документов, повышения уровня общей осведомленности работников предприятия и подрядных организаций о воздействии деятельности предприятия на окружающую среду и готовности к аварийным ситуациям;
- подготовке, переподготовке и повышении квалификации.

Уровень осведомленности и компетентности персонала в области ООС определяется комиссией по проверке знаний работников по вопросам охраны труда и ООС в соответствии с [2] и СТП 09100.17001.002-2014. Решение комиссии о результатах проверки знаний оформляется протоколом, который подписывается председателем и членами комиссии, принимавшими участие в ее работе.

В ОП приказом руководителя создается комиссия из числа руководящих работников и главных специалистов предприятия под руководством главного инженера. С учетом структуры, численности работников и специфики деятельности в ОП могут быть созданы также комиссии производственных подразделений, которые возглавляют руководители производственных подразделений или их заместители.

Проверка персонала на знание требований СУОС и ООС производится для рабочих один раз в год, для руководителей и специалистов один раз в три года.

Регулярно проводится оценка экологического обучения путем:

- проверки результатов обучения у сотрудников предприятия;
- анализа влияния результатов обучения на поведение персонала (раздельный сбор отходов и т. д.).

С целью постоянного поддержания на высоком уровне осведомленности и компетентности работников в области ООС на предприятии в газете «Нефтяник» печатаются статьи с текущей информацией по экологическим проблемам, устанавливаются экологические стенды в ОП.

На предприятии разработаны и поддерживаются в рабочем состоянии процедуры, направленные на распространение информации как внутри предприятия – внутренний обмен информацией, так и между предприятием и заинтересованными сторонами – внешний обмен информацией, а именно:

- процедуры взаимодействия, связи структурных подразделений внутри ОП;
- процедуры взаимодействия, связи ОП внутри предприятия и с ЦА;
- процедуры информирования общественности об экологической деятельности, проводимой в организации;
- процедуры информирования государственных органов.

Процедуры информирования включают:

- сбор информации;
- перечень лиц, ответственных за информирование;
- перечень лиц, которые должны быть проинформированы;
- вид информирования.

Внутренний обмен информацией:

- позволяет разъяснить экологическую политику РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», важные ЭА,

целевые и плановые экологические показатели и мероприятия программы ООС;

- обеспечивает понимание роли и ответственности рабочего коллектива в области ООС и создает условия для участия сотрудников в создании и функционировании СУОС;

- содействует обеспечению контроля и распространению информации о работе СУОС и ее результатах;

- демонстрирует серьезность намерений руководства;

- позволяет определить возможности для совершенствования СУОС.

Формы и методы распространения внутренней информации:

- приказ (распоряжение) по предприятию;

- производственная программа ОП предприятия;

- протокол технического совета предприятия;

- протокол совещания, в т.ч. селекторного совещания, видеоконференции по экологии;

- протокол дня ООС в ОП;

- докладная записка;

- письма об изменениях в СТП;

- письма;

- доска объявлений, стенд по ООС;

- электронная почта;

- локальная компьютерная сеть;

- собрание;

- проведение семинаров, тренингов, инструктажей по экологическим вопросам;

- телефонная связь;

- статьи в газете «Нефтяник».

Процедурами внешнего обмена информацией являются:

- оповещение предприятия о возможных природных, природно-техногенных авариях и катастрофах вне предприятия и о неблагоприятных метеоусловиях органами государственного управления и власти;

- предоставление данных по локальному мониторингу в горрайинспекцию ПР и ООС;

- обмен информацией с государственными органами управления и власти, в том числе МЧС по вопросу планирования на случай аварийной ситуации и информирования в случае аварийных ситуаций на предприятии;

- проведение надзора за состоянием ООС со стороны органов государственного управления согласно законодательству Республики Беларусь;

- диалог с заинтересованными сторонами и рассмотрение поднятых ими вопросов по решению руководства организации;

- информация от территориальных органов Министерства ПР и ООС об изменении требований в области ООС.

Запросы от заинтересованных сторон по вопросам состояния ОС, поступившие на предприятие в виде телеграмм, писем, факсимильных сообщений и другой документации, передаются для регистрации в ЦА - сектор документального обеспечения, в ОП - в приемную руководителя ОП.

Инспектор по контролю за исполнением поручений организует регистрацию входящей и исходящей информации.

### **3.1 Мониторинг экологического состояния природных объектов на примере территории работ РУП «ПО «Белоруснефть»**

Работы по мониторингу гидросферы на территории деятельности объединения ведутся БелНИПИнефть с 1991 г. Комплекс проведенных гидрогеохимических исследований позволил оценить экологическое состояние поверхностных и подземных вод исследуемого района. Анализ экологических последствий процессов бурения, обустройства и эксплуатации нефтяных месторождений показал, что основными индикаторами загрязнения поверхностных и неглубоко залегающих подземных вод является повышение их общей минерализации, концентрация хлоридов и нефтепродуктов.

Для проведения мониторинга создана режимная сеть, где наблюдения ведутся за поверхностными, грунтовыми и межпластовыми водами. В пробах определялись  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4$ , Fe общ.,  $\text{HCO}_3^-$ , Cl,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , нефтепродукты, ХПК, рН,  $\text{O}_2$  раств.

Основным критерием определения техногенной нагрузки на поверхностные воды явилось изменение их ионного состава относительно фона.

В отдельных случаях фоновый характер гидрокарбонатных кальциевых вод нарушается резким повышением содержания «антропогенных» ионов ( $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ). Установлены участки, где воды характеризуются повышенной минерализацией и

изменением гидрохимического состава в сторону преобладания  $\text{Cl}$  над  $\text{HCO}_3$  (район Ю. Осташковичского и Вишанского месторождений).

В пределах территории деятельности предприятий нефтяной промышленности Беларуси уже сейчас заметны отрицательные последствия техногенного воздействия на природную среду и, прежде всего, на пресные подземные воды как наиболее подвижный ее элемент. Качество подземных вод, особенно близко залегающих горизонтов, является универсальным, интегральным показателем, чутко реагирующим на изменения, вызванные хозяйственной деятельностью человека.

Исследования грунтовых вод, расположенных в пределах нефтеносных площадей, показали, что в 60 % случаев грунтовые воды не удовлетворяют требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Основными загрязняющими компонентами в них являются нитраты, нитриты, ионы аммония. Высокое содержание нефтепродуктов встречается в 17 % колодцев.

Работы по мониторингу водной среды территории работ РУП «ПО «Белоруснефть» показали, что выявляемые водорастворенные нефтепродукты характеризуются контрастными по отношению к предельно допустимым концентрациям количествами, локальным распространением и непродолжительностью существования. Был сделан вывод, что основной показатель загрязнения природных вод нефтепродуктами выражается не столько их концентрацией, сколько их частотой встречаемости в контролируемых водопунктах.

Одной из причин загрязнения природных вод нефтепродуктами являются аварийные разливы нефти на внутрипромысловых трубопроводных системах, по которым перекачиваются водонефтяные эмульсии, пластовые и сточные воды. Так, на трубопроводах РУП «ПО «Белоруснефть» происходит около 240 порывов в год, из них более половины приходится на нефтепроводы. Из других технологических процессов, приводящих к загрязнению природных вод, самым экологически опасным является строительство и испытание скважин на нефть. Признаки загрязнения могут прослеживаться в течение более чем 10 лет.

Пресные воды, особенно грунтовые, в нефтедобывающих районах Беларуси могут испытывать интенсивное техногенное загрязнение, которое обычно носит *локальный* характер. Основной задачей в области охраны подземных вод является разработка мероприятий, направленных на предотвращение попадания

загрязняющих компонентов в подземные воды. К ним относятся:

- 1) строительство шламовых амбаров с надежной гидроизоляцией дна и стенок;
- 2) своевременная их рекультивация;
- 3) переход на безамбарную или малоотходную технологию бурения.

### **3.2 Номенклатура показателей загрязняющих свойств материалов и отходов, методы их определения**

Основными объектами природной среды, которые подвержены загрязнению отходами бурения, являются почвогрунты и водные системы. Номенклатура показателей состава и загрязняющих свойств отходов бурения должна отражать механизмы возможного повреждения (загрязнения) таких природных объектов. В соответствии с этим определены показатели загрязняющих свойств отходов бурения для почвогрунтов и водных экосистем. Отрицательным воздействием на почвогрунты обладают следующие ингредиенты отходов бурения: нефть и нефтепродукты, трудноокисляемая органика, тяжелые металлы, минеральные соли. В составе минеральных солей необходимо индивидуально выделить ионы натрия, калия, хрома, гидрокарбонаты, хлориды и сульфаты как наиболее токсичные для почвогрунтов солевые компоненты. На рост растений и жизнедеятельность микроорганизмов влияет показатель среды рН. Отклонение значений рН от оптимального для почв различных типов вызывает изменение соотношения органической и минеральной частей, направленности и скорости протекающих в почве химических и биологических процессов.

Для водных экосистем, в частности для гидробионтов, наибольшую опасность, кроме нефти и нефтепродуктов, представляют взвешенные частицы (баритовый утяжелитель, известь и др.) и коллоидные частицы минеральной и органической природы. Они вызывают токсический эффект с функциональным повреждением флоры и фауны. На физические параметры водных объектов значительное влияние оказывают коллоидные вещества минеральной и органической природы, трудно- и легкоокисляемая органика, а также растворимые минеральные соли, а также фосфор, сера, азот.

Осуществляя утилизацию отходов бурения, используют

номенклатуру показателей свойств и состава этих отходов. Характеристика качества БСВ определяется следующими показателями: химическое и биохимическое потребление кислорода, общая жесткость и щелочность, содержание аммонийного азота, фосфора, кальция, тяжелых металлов. Используя сточные воды в системе заводнения нефтяных пластов, дополнительно определяют содержание сероводорода и железа.

Номенклатура основных показателей состава и загрязняющих свойств отходов бурения и необходимость их определения приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

**Номенклатура показателей состава и свойств отходов бурения**

Показатель	Буровые сточные воды			Отработанный буровой раствор	Буровой шлам
	системы оборотного водоснабжения	системы ППД	системы сброса на рельеф местности		
Плотность	-	-	-	+	+
Активность ионов водорода (рН)	+	+	+	+	+
Химическое потребление кислорода (ХПК)	+	-	+	+	-
Биохимическое потребление кислорода (БПК)	-	-	+	-	-
Растворенный кислород (РК)	-	+	-	-	-
Фазовый состав					
В том числе: твердой фазы	-	-	-	+	+
жидкой фазы	-	-	-	+	+
нефти и нефтепродуктов	-	-	-	+	+
Содержание нефтепродуктов (НП)	+	+	+	+	+
Содержание растворенных органических и неорганических веществ (сухой остаток - СО)	+	+	+	-	-
Содержание растворенных неорганических веществ (прокаленный остаток - ПО)	+	+	+	-	-
Содержание взвешенных веществ (ВВ)	+	+	+	-	-
Жесткость (Ж)	+	+	+	+	+
Щелочность (Щ)	+	+	+	+	+
Содержание ионов: Ca <sup>2+</sup>	+	+	+	+	+

Mg <sup>2+</sup>	+	+	+	+	+
Feобщ	+	+	+	+	+
Sn <sup>2+</sup>	-	-	+	+	+
Pb <sup>+</sup>	-	-	+	+	+
Cm <sup>3+</sup>	-	-	+	+	+
Ba <sup>2+</sup>	-	-	+	+	+
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>	-	-	+	+	+
Cl <sup>-</sup>	+	+	+	+	+
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+	+	+	+	+
Содержание азота аммиачного	-	-	+	-	-
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	+	-	-
Содержание H <sub>2</sub> S	-	+	-	-	-

Большое количество и разнообразие органических веществ, содержащихся в сточных водах, затрудняет возможность определения каждого из них в отдельности. Существуют современные методы определения индивидуальных органических соединений: газожидкостная хроматография, газовая хроматография, методы ультрафиолетовой абсорбции, атомно-абсорбционной спектроскопии, тонкослойной хроматографии и др. Для определения общесанитарного показателя в сточных водах вредных органических соединений используют общие показатели качества воды: биохимическое и химическое потребление кислорода и содержание общего органического углерода.

#### *Химическое потребление кислорода*

В зависимости от степени загрязнения жидкие отходы бурения содержат большие количества легкоокисляющихся веществ в основном органического происхождения, определение каждого органического вещества весьма затруднительно, поэтому их содержание исследуют косвенным путем - методом окисления. Количество кислорода, эквивалентное расходу окислителя, характеризует значение окисляемости. Если устранить влияние мешающих неорганических примесей (закисного железа, нитратов, сероводорода), то результаты определения окисляемости дают косвенное представление о содержании в пробе органических веществ. В зависимости от применяемого окислителя различают окисляемости *перманганатную* и *бихроматную*.

Перманганатный метод, ранее широко применявшийся, совершенно не пригоден для анализа сильно загрязненных стоков, к

которым относятся буровые растворы и буровые сточные воды. Это объясняется тем, что перманганат калия - недостаточно сильный окислитель, и органические вещества окисляются не полностью.

Унифицированным является определение химического потребления кислорода (ХПК) с использованием бихромата калия. Этот окислитель совместно с катализатором - серноокислым серебром - окисляет практически все органические соединения. Получаемое при этом значение ХПК составляет 95-98 % от ХПК теоретического.

#### *Биохимическое потребление кислорода*

Под *биохимическим потреблением кислорода* (БПК) понимается количество кислорода, необходимое для окисления органических веществ, находящихся в 1 л сточной воды, при биологических процессах в аэробных условиях. Биохимическое окисление различных органических веществ происходит с разной скоростью. К *легкоокисляемьм* биологически мягким веществам относятся фенол, фурфурол и др. К *медленно разрушающимся* биологически жестким веществам относится сульфанол.

Показатель БПК (биохимического потребления кислорода, растворенного в воде), является показателем интенсивности аэробного окисления органических веществ и соответственно степени очистки сточных вод. Так, в чистых районах моря или чистых водоемах БПК не превышает 2-5 мг  $O_2$ /л. В загрязненных водах БПК может достигать 50 мг  $O_2$ /л.

Процесс разрушения органических веществ-загрязнителей, его первая фаза минерализации хорошо контролируется показателем БПК, который определяется через определенные временные интервалы, например, через 5, 10, 20 суток. Соответственно этому для контроля за динамикой процесса минерализации употребляют такие показатели, как БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>10</sub>, БПК<sub>20</sub>. Для оценки качества природных вод или степени очистки воды от органических загрязнителей применяют также показатель ХПК.

Показатели БПК являются основными критериями качества воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. Согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами» вода водоемов и водотоков первой категории водопользования (для хозяйственно-питьевого водоснабжения) должна иметь БПК при 20°C не выше 3 мг  $O_2$ /л. Вода водоемов второй категории водопользования (для спорта, купания и отдыха в

черте населенных пунктов) должна иметь БПК не выше 6 мг  $O_2$ /л. Вода объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, должна иметь БПК не более 3 мг  $O_2$ /л.

#### *Общий органический углерод*

Определение общего содержания органических веществ по окисляемости часто дополняется определением общего органического углерода (ОУ). Наиболее часто в настоящее время применяются методы определения ОУ по принципу деструкции органических веществ. Результаты определения выражают не в количестве кислорода, необходимого для окисления органических веществ, а непосредственно в содержании углерода. Окисление обычно идет до выделения  $CO_2$  или  $CH_4$ , которые определяются ИК-спектрометрами и другими современными анализаторами. Однако уровень оснащённости аналитических лабораторий отрасли не позволяет применять определение ОУ для оценки содержания органических веществ в отходах бурения. Следует отдавать предпочтение показателю БПК, тем более что значения БПК, полученные бихроматным методом, хорошо коррелируют с данными определения ОУ.

#### *Нефть и нефтепродукты*

В понятие «нефтепродукты» входят неполярные и малополярные соединения, экстрагируемые н-гексаном (или петролейным эфиром). Это ограничивает понятие «нефтепродукты» углеводородами (алифатическими, алициклическими, ароматическими), являющимися основной составной частью нефти. Нафтеновые кислоты и фенолы в результате определения не входят в это понятие и устанавливаются отдельно.

Наиболее распространенным, хотя и трудоемким методом определения НП, является весовой метод, признанный арбитражным. Сущность его сводится к экстракции нефтепродуктов хлороформом или четыреххлористым углеродом, отгонке растворителя, последующему растворению остатка в гексане и гравиметрическому определению растворенных в гексане веществ. Диапазон измерения НП составляет от 0,3 до 3 мг/л. Для анализируемых проб, содержащих менее 0,3 мг/л нефтепродуктов, определение ведется с использованием газожидкостной хроматографии, основанной на экстракции нефтепродуктов из сточных вод растворителем (н-

гексаном, пентаном, четыреххлористым углеродом) и последующем газохроматографическом исследовании. Этим методом можно определять суммарное содержание, а также типы нефтепродуктов в сточных водах.

На современных хроматографах хроматограмма записывается в виде сигнала детектора, который пропорционален концентрации определяемого компонента от времени. Если невозможно идентифицировать пики нормальных парафинов, то готовят синтетическую смесь известных *n*-парафинов. Затем вводят раствор этой смеси и хроматографируют ее. Сравнением обеих хроматограмм точно устанавливают принадлежность тех или иных пиков к нормальным парафинам. Для количественного определения содержания любого нефтепродукта используют метод градуировочного графика, т. е. получают хроматограмму заданного нефтепродукта точно известной концентрации. Сравнением площадей пиков определяемого компонента и сравнительного нефтепродукта находят количественное содержание нефтепродукта в пробе. Детальное описание арбитражного ГЖХ-метода приведено для того, чтобы показать необходимость работы высококвалифицированных специалистов на хроматографах. Тогда выявятся все достоинства этого метода: высокая чувствительность, скорость и точность определений нефтепродуктов.

### *Хлориды*

Для анализа стоков с небольшим содержанием хлорид-ионов (1,0–1,5 мг/л) служит нефелометрический метод определения, основанный на образовании хлорида серебра и последующем визуальном сравнении мутности пробы с мутностью эталонов стандартной шкалы. Если концентрация хлоридов меньше 3 мг/л, более точным и чувствительным оказывается фотометрический метод. Для определения хлоридов в стоках бурения, содержащих иногда более 13,0 мг/л ионов хлора, наиболее применимы аргентометрический и ионометрический методы. При наличии в лабораториях ионоселективных электродов возможно применение метода прямой ионометрии для определения фторидов, иодидов и хлоридов в пробах. Сущность метода заключается в определении разности потенциалов хлоридного ион-селективного и вспомогательного электродов, значение которой зависит от концентрации иона хлорида в растворе. В качестве вспомогательного

используют насыщенный хлорсеребряный электрод. Метод хорошо отработан для определения иона хлорида в водной вытяжке почвы и может с успехом применяться для анализа водной вытяжки шлама и сильно загрязненного органическими веществами бурового раствора.

### *Сульфаты*

Необходимость разработки надежных и простых методов определения сульфатов обусловлена тем, что они являются важнейшими компонентами большинства природных и техногенных объектов. Методы определения сульфатов в водных средах сводятся к осаждению — иона раствором хлористого бария в кислой среде в виде малорастворимого сернокислого бария. В зависимости от способа количественного определения полученного осадка существуют следующие методы: титриметрический и гравиметрический.

Фотоколориметрический метод определения сульфатов позволяет определять от 2 до 2000 мг/л сульфатов в природных и сточных водах, а также почвенных вытяжках.

### *Щелочность*

Данный показатель — один из наиболее важных для определения загрязняющих свойств отходов бурения. *Щелочностью* называют содержание в водных растворах веществ, вступающих в реакцию с сильными кислотами, т. е. с ионами водорода. К таким веществам относят сильные основания, диссоциирующие в разбавленных растворах с образованием гидроксид-ионов (NaOH, KOH и т. д.); слабые основания (аммиак, пиридин и т. д.) и анионы слабых кислот ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  и т.д.). В практике анализа состава БСВ принята единственная методика определения щелочности — титрование пробы сильной кислотой в присутствии двух индикаторов.

### *Натрий и калий*

Определение ионов натрия и калия производится с помощью пламефотометрического метода, который является разновидностью эмиссионного спектрального анализа и основан на изменении интенсивности излучения атомов, возбужденных в пламени. Вследствие возбуждения изменяется окраска пламени солями натрия и калия. Количественный анализ основан на прямой зависимости сигнала эмиссии от концентрации определяемого элемента. Для

проведения анализа применяют пламенный фотометр. Широкое применение в санитарно-химическом анализе объектов окружающей среды находит полярографический метод. Полярографированию поддаются практически все катионы металлов, многие анионы, неорганические и органические вещества, способные к электрохимическому окислению или восстановлению. Из всех применяемых методов определения калия наилучшим во всех отношениях является метод пламенно-эмиссионной спектрометрии.

### *Кальций*

Соли кальция - постоянная составная часть поверхностных, грунтовых и сточных вод различных производств. Определение кальция методом атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) основано на поглощении УФ или видимого излучения атомами газа. Чтобы перевести пробу в газообразное состояние, ее вспыскивают в пламя. В принципе ААС подобна обычной спектрофотометрии, аналогична и используемая в обоих методах аппаратура. Излучение пропускают через анализируемую пробу, которая частично ее поглощает, а пропущенный свет проходит через монохроматор и попадает на фотодетектор - регистрирующее устройство, отмечающее количество пропущенного или поглощенного света. Различие этих методов в источнике света и в кювете для пробы.

Наиболее распространен комплексометрический метод определения кальция в пробе, в которой присутствуют соли магния.

### *Магний*

Природные воды содержат обычно меньше соединений магния, чем кальция, чего нельзя сказать о сточных водах, в которых возможно как присутствие соединений обоих металлов в любых соотношениях, так и наличие только одних соединений магния.

Для питьевых, подземных и поверхностных вод определяется общая жесткость. Это определение проводится комплексометрическим методом. Он основан на связывании ионов кальция и магния в комплексные соединения, сопровождающемся изменением окраски индикатора. Зная общую жесткость исследуемой пробы и содержание в ней кальция, содержание магния определяют по разности значений общей и кальциевой жесткости.

### *Алюминий*

В природных водах алюминий находится только в малых концентрациях, которые, как правило, не превышают десятых долей миллиграмма на 1 л воды, ему обычно сопутствует железо. Соли алюминия в воде гидролизуются и выпадают в виде осадка гидроокиси. Содержание алюминия определяют в водах, которые подвергались очистке с применением алюминиевой соли, а также контролю работы станций водоподготовки. В сточных водах алюминий определяют только тогда, когда он является основной частью примесей. Для определения алюминия, находящегося в растворе, используется атомно-абсорбционный и фотометрический методы.

#### *Хром*

Хроматы и бихроматы щелочных металлов используют в качестве термостабилизирующей и ингибирующей добавок для сохранения подвижности буровых растворов при высоких забойных температурах. Хотя добавки их не превышают десятых долей процента, оценивать содержание токсичного хрома в отходах бурения в некоторых случаях будет необходимо. Общее содержание хрома в пробе может быть определено с помощью титриметрического метода с сульфатом железа и колориметрическим методом.

Учитывая требования контролирующих природоохранных органов к проведению физико-химических анализов БСВ, ОБР и БШ, наиболее эффективными и надежными методами, обеспечивающими необходимую информацию о степени токсичности загрязняющих веществ, являются следующие: весовой и ИК-спектрометрический для определения нефти и нефтепродуктов; титриметрические и фотоэлектроколориметрические для определения анионного состава стоков; пламенноэмиссионный и атомно-абсорбционный для определения катионов. На такие методы должны ориентироваться производственные службы предприятий нефтегазовой промышленности, а также проектные институты отрасли и лаборатории охраны окружающей среды.

#### **Тема 4. Применение природоохранных технологий при строительстве, эксплуатации скважин, сборе и подготовке скважинной продукции**

Интенсивный рост объемов буровых работ в настоящее время

наиболее остро проявляется в загрязнении окружающей среды производственно-технологическими отходами бурения. Причины прогрессирующего ухудшения качества окружающей среды в районах ведения буровых работ заключаются в следующем:

- размещение в объектах природной среды отходов бурения уже давно превысило пороговую ассимилирующую способность этой среды;

- интенсивная эксплуатация природных ресурсов практически подавила способность этой среды к самовозобновлению.

Обеспечение охраны окружающей среды при строительстве скважин в настоящее время возможно двумя путями:

- 1) совершенствованием основных технологических процессов в направлении повышения уровня их экологичности;

- 2) созданием специальных технологий утилизации отходов бурения и нейтрализации их вредного воздействия при сбросе в объекты окружающей среды.

Наибольшую опасность для окружающей среды представляют жидкие отходы бурения (главным образом БСВ – буровые сточные воды), так как они являются самыми подвижными и наиболее загрязненными отходами. Система обезвреживания БСВ представляет собой трудоемкую, энергоемкую и дорогостоящую технологию. Полная утилизация более концентрированных суспензий — отработанных буровых растворов или шламовых отходов путем регенерации и извлечения из них ценных компонентов (утяжелителя, глинопорошка, отдельных химреагентов и т. д.) в промышленных условиях в настоящее время также экономически невыгодна из-за сложности и громоздкости технологических процессов. Буровые же установки на сегодняшний день специальной техникой не оснащены для решения указанных задач. Поэтому необходимо пересмотреть не только сложившееся положение с переработкой и обезвреживанием отходов, но и всю концепцию буровых работ с позиций экологии.

В связи с этим на повестку дня поставлен вопрос разработки экологически безопасной малоотходной ресурсосберегающей технологии бурения скважин, предусматривающей очистку, обезвреживание и максимально возможную утилизацию отходов бурения.

Решение вопроса разработки экологически безопасных технологий бурения скважин невозможно без перехода на замкнутый цикл водообеспечения буровой. Как известно, процесс бурения –

интенсивно водопотребляемый технологический цикл. Поэтому одним из основных требований к технологии бурения должно стать требование обязательного введения оборотного водоснабжения буровой.

*Водопотребление* - это расход воды по целевому назначению для различных технологических нужд процесса бурения. Вследствие многообразия природно-климатических условий и особенностей технологии бурения скважин единых и универсальных правил разработки замкнутых и бессточных систем водообеспечения буровой не имеется. Можно привести наиболее общие правила, являющиеся характерными для бурения.

Проектирование системы оборотного водоснабжения буровой начинается с составления схемы водопотребления и водоотведения с указанием качественной и количественной характеристик воды в каждой технологической операции. Проектирование системы оборотного водоснабжения должно проходить строго с основной технологией. Для этого следует разработать:

- рациональную научно обоснованную схему использования технической воды с учетом требований к качеству воды во всех технологических операциях;
- рациональную систему канализации БСВ;
- локально замкнутую систему технического водоснабжения буровой;
- рациональную технологию очистки буровых сточных вод с учетом возможности безопасного сброса в объекты природной среды, откачки в нефтепромысловый коллектор для использования в системе поддержания пластового давления или закачки в поглощающие горизонты на захоронение.

Образующиеся при очистке БСВ осадки следует максимально утилизировать или обезвреживать.

После разработки схемы водопотребления и водоотведения должна производиться оценка качества БСВ как по концентрационному признаку, так и характеру загрязнения, что является основой выбора необходимого метода и технологии очистки сточных вод с учетом утилизации и сброса очищенных сточных вод.

Современный уровень развития науки и техники теоретически позволяет создать бессточные замкнутые системы оборотного водоснабжения буровой, однако для этого требуются значительные капитальные вложения, соизмеримые со стоимостью основного

процесса бурения. В этом случае экономико-технологическая целесообразность диктует необходимость перехода на частично замкнутый процесс водоснабжения буровой. Однако, проектируя системы оборотного водоснабжения буровой, необходимо учитывать возможные негативные последствия перехода на замкнутый цикл, такие как ухудшение качества технологических операций, усиление коррозии оборудования и т. д. Поэтому необходимо предусматривать соответствующие мероприятия по предотвращению этих последствий.

Принципиальная схема водообеспечения буровой, обеспечивающая решение природоохранных задач, должна включать следующие технологические блоки:

- инженерную систему канализации стоков и их отвод в места организованного сбора;
- блок очистки БСВ;
- блок накопления очищенных стоков;
- водораспределительную емкость для направления технической воды на точки водопользования с целью вовлечения ее в водооборот.

В настоящее время на практике в технологических схемах водообеспечения буровой реализуются три из перечисленных выше блоков, кроме блока очистки БСВ. Основой рационального водоиспользования является глубокая очистка БСВ, которая, как правило, технологическими схемами не предусматривается из-за отсутствия научно обоснованных технологических решений ее осуществления.

К одной из актуальных проблем природоохранных технологий в бурении можно отнести - максимальную утилизацию отработанных буровых растворов и шлама. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что утилизация и переработка отходов - это не только радикальные средства предотвращения загрязнения окружающей среды, но и решение проблемы рационального природопользования.

Основополагающими принципами концепции малоотходной технологии строительства скважин применительно к полужидким и твердым отходам бурения, т. е. ОБР и шламу, являются:

- создание и внедрение технологических процессов комплексной переработки отходов с получением товарной продукции с соответствующими потребительскими свойствами;
- создание и внедрение принципиально новых технологических процессов с образованием минимально возможных объемов отходов

бурения.

Остающиеся после утилизации отходов бурения остатки должны быть обезврежены и захоронены.

Одним из показателей эффективности утилизации отходов бурения можно принять по аналогии с другими отраслями народного хозяйства показатель «коэффициент утилизации» (КУ), представляющий собой отношение объемов утилизации отходов к общему объему образующихся отходов. Как показывают расчеты, общие объемы ежегодно образующихся только в Западной Сибири 6,2 млн т отходов в виде ОБР и бурового шлама утилизируются немногим более 4,6 тыс. т указанных отходов, т. е. коэффициент утилизации составляет 0,0007. Причем основным направлением утилизации является повторное использование буровых растворов для проводки новых скважин. Другие направления утилизации, например, использование ОБР и шлама в качестве вторичных сырьевых ресурсов в производстве изделий грубой строительной керамики, еще широкого распространения не получили из-за отсутствия как научных разработок, так и готовых инженерных решений.

Многочисленными исследованиями установлено, что сточные воды нефтяных промыслов обладают более высокой нефтевытесняющей способностью по сравнению с пресными водами. Это объясняется их большей минерализацией и наличием в них ПАВ, попадающих в воду после деэмульсации нефти. Кроме того, сточные воды обладают значительно большей вязкостью по сравнению с пресными водами и тем самым обеспечивают лучший охват пласта заводнением.

Использование водных ресурсов в нефтяной промышленности происходит по следующим направлениям:

- бурение эксплуатационных и разведочных скважин производится в основном турбинным способом. В процессе бурения вода расходуется на приготовление промывочной жидкости химических реагентов, цементного раствора, пара для обогрева буровой, мытье оборудования и рабочих площадок и др.

- разработка нефтяных месторождений (на первом этапе) осуществляется с законтурным или внутриконтурным заводнением нефтяных пластов с использованием подземных и поверхностных вод. По мере эксплуатации залежи и появления попутных вод подземные и поверхностные воды замещаются сточными и

пластовыми водами;

-при добыче, сборе и транспорте нефти. При фонтанном и механизированном способах добычи нефти вода используется для поддержания пластового давления. В подземном и капитальном ремонтах вода расходуется на промывку песчаных пробок, заполнение колонны водой для проверки на герметичность, перфорацию, глушение фонтанных скважин, обработку призабойной зоны химическими, механическими и тепловыми методами, охлаждение рабочих органов машин при компрессорной эксплуатации. При сборе и транспорте нефти вода расходуется главным образом на промывку и пропарку резервуаров товарных парков, мерных емкостей и др.;

-при промысловой подготовке нефти.

Подготовка нефти осуществляется на комплексных установках по обезвоживанию, обессоливанию и стабилизации нефти. Вода расходуется на следующие нужды:

-на приготовление растворов деэмульгаторов, производство пара для питания котлов и обслуживания установки;

-на вымывание остаточных солей, содержащихся в нефти;

-на охлаждение ректификационных колонн и приготовление раствора щелочи для очистки от сернистых соединений;

-в автотранспортном хозяйстве.

Источником водоснабжения служат специальные водозаборные скважины или водопроводные сети.

В нефтедобывающих районах значительная часть пластовых и промышленных сточных вод после предварительной очистки закачивается в пласты с целью поддержания пластового давления (ППД). Оставшаяся часть недостаточно очищенных вод закачивается в специальные поглощающие скважины, пласты которых не имеют связи с подземными водами, или сбрасываются на поля испарения (пруды- испарители, земляные амбары и др.). Наибольший объем использования сточных вод в системе заводнения пластов приходится на нефтедобывающие районы Урало-Поволжья (Башкирию, Татарию и др.) и Западной Сибири.

Отечественные нефтяные месторождения разрабатываются в основном с поддержанием пластового давления закачкой воды в продуктивные горизонты. Суть этого метода заключается в том, что в продуктивные горизонты нагнетается вода в расчетных объемах и, таким образом, энергия пласта, потраченная на подъем жидкости из

скважин, либо полностью компенсируется, либо поддерживается на оптимальном уровне. Таким образом, продлевается период фонтанной эксплуатации скважин и улучшаются многие показатели разработки нефтяных месторождений.

В процессе добычи нефти основным источником загрязнения окружающей среды и главным образом водной среды служат высокоминерализованные сточные воды нефтепромыслов, включающие пластовые воды, извлекаемые на поверхность вместе с нефтью и промывные стоки с территории технологических установок, причем пластовые воды составляют до 80—95 % общего объема сточных вод.

Для различных пластовых вод минерализация (суммарное содержание в воде растворенных солей и коллоидов) изменяется в пределах от 1 до 50 г/л. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах нефтепромыслов колеблется от 15 до 10000 мг/л и зависит от технологии подготовки нефти, конструктивных особенностей оборудования, применяемых химреагентов и т. д. Помимо минеральных солей и нефти, сточные и пластовые воды загрязняются механическими примесями, причем основная их часть образуется в результате нарушения солевого равновесия, коррозии металлов и процессов окисления. Специальная подготовка сточных и пластовых вод - технологически сложный процесс. В то же время использование этих вод в системе заводнения позволяет в определенной степени решить одну из острых проблем в нефтяной промышленности, а именно - рациональное использование водных ресурсов и охрану водной среды.

#### **4.1 Техника и технология очистки и утилизации буровых сточных вод**

Возможность и эффективность очистки БСВ определяются составом и свойствами этих вод. Буровые сточные воды (БСВ) представляют собой устойчивую коллоидно-дисперсную систему, стабилизированную химическими реагентами, используемыми для обработки буровых растворов. В своем составе они содержат различные минеральные и органические вещества, представленные глиной, утяжелителем (баритом, гематитом), нефтью и нефтепродуктами, химическими реагентами различной природы, растворенными солями и другими соединениями. Эти вещества в БСВ

находятся в коллоидно-дисперсном и растворенном состояниях. Дисперсный состав обуславливается в основном минеральной составляющей БСВ. Минеральная часть включает в себя диспергированные частицы глины, утяжелителя и выбуренной породы. Причем на долю глинистых частиц, попадающих в БСВ вместе с буровым раствором, приходится до 70 % общего объема нерастворимых взвесей. Грубодисперсные частицы в составе БСВ практически отсутствуют, так как они быстро осаждаются. Знание характера распределения взвешенных частиц позволяет обоснованно подходить к выбору эффективной очистки сточных вод.

Состав и свойства БСВ характеризуются комплексом показателей, принятых в водоподготовке. Основными загрязнителями сточных вод являются взвешенные вещества, нефть и нефтепродукты, органические соединения и растворимые минеральные соли.

*Взвешенные вещества (ВВ)* в составе БСВ представлены глиной, находящейся в коллоидно-дисперсном состоянии, частицами утяжелителя, высокомолекулярными соединениями, трудно- или нерастворимыми минеральными солями, а также мелкодисперсными частицами выбуренной породы различного генезиса.

Нефть и нефтепродукты содержатся в БСВ в растворенном, эмульгированном и пленочном состоянии. Наиболее трудноудаляемой является растворенная и эмульгированная нефть и ее производные. Поэтому при оценке загрязненности стоков нефтью и нефтепродуктами обычно принято называть содержание в ней именно эмульгированной и растворенной частей. Содержание нефти и нефтепродуктов в сточной воде зависит от многих факторов и определяется в первую очередь наличием в ней ПАВ, чем выше концентрация ПАВ, тем больше и содержание растворенной и эмульгированной нефти.

Наиболее трудноудаляемым загрязняющим компонентом БСВ является органика, представленная широкой гаммой химических реагентов, используемых в бурении. Подавляющая часть таких веществ является структурообразующей органикой, обладающей выраженным стабилизирующим эффектом, что в сочетании с коллоидной составляющей минеральной части взвешенных веществ (глинистая фракция) придает БСВ повышенную агрегатную устойчивость. Такие стабилизированные коллоидно-дисперсные системы становятся малочувствительными к физико-химическому воздействию и для их дестабилизации требуются значительные

энергетические затраты. Количественное содержание органики оценивается по показателю ХПК, определяемого методом бихроматной или перманганатной окисляемости.

Растворимые примеси в составе БСВ представлены преимущественно минеральными солями и некоторыми органическими соединениями. В сточных водах содержатся, как правило, хлориды, сульфаты и гидрокарбонаты натрия, калия, кальция и магния. Содержание растворимых примесей на практике оценивается по показателю «сухой остаток». Содержание растворимых минеральных солей оценивается показателем «прокаленный остаток». Для полной характеристики растворимых минеральных соединений определяется шестикомпонентный ионный состав – катионы кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ), магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) и натрия с калием ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) и анионы хлора ( $\text{Cl}^-$ ), сульфат-ионы ( $\text{SO}_4$ ) и гидрокарбонат-ионы ( $\text{HCO}_3^-$ ). Кроме того, к основным характеристикам состава и свойств БСВ относятся жесткость (Ж), щелочность (Щ) и водородный показатель pH.

Понятие *жесткости* вод любого генезиса определяется ионами  $2^+$  кальция ( $\text{Ca}$ ) и магния ( $\text{Mg}$ ), а также других щелочноземельных металлов, которые присутствуют во всех минерализованных водах. Все двухвалентные катионы: ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ( $\text{Mg}^{2+}$ ), ( $\text{Sr}^{2+}$ ), ( $\text{Fe}^{2+}$ ), ( $\text{Mn}^{2+}$ ) в той или иной степени влияют на жесткость. Они взаимодействуют с анионами: ( $\text{HCO}_3^-$ ), ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ( $\text{Cl}^-$ ), ( $\text{NO}_3^-$ ), ( $\text{SiO}_3^{2-}$ ), образуя соединения (соли жесткости), способные выпадать в осадок. Одновалентные катионы (например, натрий  $\text{Na}^+$ ) таким свойством не обладают. Различают следующие виды жесткости:

- *общая жесткость* - определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния и представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости;

- *карбонатная жесткость* - обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов и карбонатов (при  $\text{pH} > 8,3$ ) кальция и магния, устраняется при кипячении воды и поэтому называется временной;

- *некарбонатная жесткость* — вызывается присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется, эта жесткость еще называется *постоянной жесткостью*.

Состав и свойства БСВ изменяются в значительных пределах, как на разных буровых, так и при бурении одной и той же скважины, а также при проведении отдельных технологических операций.

Изучение гидрохимического состава БСВ различных районов бурения позволило установить для них наиболее распространенные гидрохимические показатели: рН – 7,6-8,6; содержание взвешенных веществ – 3200-8000 мг/л; НП – 80-240 мг/л; ХПК – 1500-3750 мг/л; сухой остаток (СО) – 3000-8000 мг/л. Характеристика состава и свойств буровых сточных вод представлена в табл.4.1. Для сточных вод такого состава и должны быть ориентированы разработки технико-технологических решений по их очистке.

Кроме того, для БСВ характерно значительное содержание плавающей нефти, толщина пленки или слоя которой на водной поверхности шламовых амбаров может достигать до 10-12 см. Таким образом, исследование состава и свойств БСВ свидетельствует о высоком уровне их загрязненности во всех нефтедобывающих регионах страны.

Таблица 4.1

**Характеристика состава и свойств буровых сточных вод**

Показатели качества воды	Диапазон значений показателя	Наиболее часто встречающиеся значения
рН	7,2–12,4	7,6–8,6
Взвешенные вещества	2500–28000	3200–8000
ХПК, мг/л	1200–10200	1000–3750
БПК <sub>5</sub> , мг/л	1800–7200	2200–3000
Нефть и нефтепродукты, мг/л	25–1100	80–240
Сухой остаток, мг/л	2500–35000	3000–8000
Прокаленный остаток, мг/л	900–26500	2800–7000
Щелочность, мг — экв/л	10–40	20–32
Содержание ионов, мг/л: Кальция	120–2500	400–1000
Магния	20–300	120–200
Натрия	200–15000	800–8000
Калия	100–12500	170–3700
Сульфатов	200–2900	700–1500
Карбонатов и гидрокарбонатов	300–8000	250–500
Хлоридов	270–19000	800–12000
Железа	5–75	20–35

#### Классификация буровых сточных вод

Большое разнообразие состава и физико-химических свойств БСВ вызывает необходимость их строгой научной классификации, так как выделение типов воды облегчает оценку ее технических и ирригационных свойств и качеств, оказывающих отрицательное влияние на объекты гидросферы и литосферы, а также на выбор

эффективных методов очистки. Исходя из того, что в буровых сточных водах содержится значительное количество органики, взвешенных веществ минеральной и органической природы, растворенной и эмульгированной нефти и ее производных, а также растворимых минеральных солей, целесообразно использовать в качестве основных классификационных признаков такие показатели, как химическое потребление кислорода, биохимическое потребление кислорода, содержание взвешенных веществ (ВВ), содержание нефти и нефтепродуктов, показатель «сухой остаток» и показатель «прокаленный остаток», а также рН.

Следует отметить, что опыта классификации буровых сточных вод в отечественной и мировой практике не имеется. Классификация природных вод может быть осуществлена по уровню минерализации, компонентному солевого составу и соотношению между ними. Так, по степени минерализации природные воды в соответствии с ГОСТ 17403-72 делятся на пресные, солоноватые, соленые и рассолы с минерализацией соответственно до 1; от 1 до 25; от 25 до 50 и свыше 50 г/л. Буровые сточные воды хотя и не являются природными, однако с точки зрения энергетических затрат на их деминерализацию представляется целесообразным группу солоноватых вод, к которым они относятся, условно разделить на подгруппы со следующей минерализацией, мг/л: 1000-3000; 3000-5000; более 5000. Это обосновывается тем, что для воды с уровнем минерализации 1000-3000 мг/л экономически целесообразно применение гидротехнических и химических методов опреснения. Для воды с минерализацией 3000-5000 мг/л по технико-экономическим показателям целесообразно использовать промышленно освоенные методы мембранной технологии доочистки. Воды же с минерализацией свыше 5000 мг/л более выгодно подвергать деминерализации термическими методами.

Классификации природных вод осуществляются в основном по степени минерализации и концентрации в них основных компонентов. Наиболее популярными являются классификации О. А. Алекина, Н. И. Толстихина, С. А. Щукарева, В. А. Сулина и др. Например, классификация С. А. Щукарева основана только на принципе преобладающих ионов и не учитывает соотношений между ними. В основу классификации О. А. Алекина положены оба эти признака, что делает ее более приемлемой для систематизации буровых сточных вод, позволяет судить об их генезисе, физико-

химических свойствах и солевом составе. По аналогии с классификацией природных вод по О. А. Алекину, БСВ можно классифицировать по *преобладающему аниону* на классы: гидрокарбонатный, карбонатный, сульфатный и хлоридный. Классы в свою очередь делятся на подгруппы, определяемые соотношением между ионами в эквивалентах.

Наиболее приемлемой следует признать классификацию сточных вод по *уровню загрязненности* и содержанию в них растворенных минеральных солей. Так, по степени загрязненности БСВ делятся: на нормальные; низкие; средние; высокие; очень высокие.

Буровые сточные воды, образующиеся в процессе строительства скважин, накапливаются и хранятся, как правило, в земляных котлованах на территории буровой и нередко попадают в почвогрунты при разливах или фильтрации из амбаров. Кроме того, одним из доступных направлений утилизации очищенных сточных вод является их безопасный сброс на рельеф местности. В таких случаях для оценки ирригационных качеств БСВ и установления характера их воздействия на почвогрунты применяется классификация сточных вод по *уровню фитотоксичности*. По уровню фитотоксичности сточные воды подразделяются: на нормальные; низкие; средние; высокие; критические. Классификация буровых сточных вод по уровню фитотоксичности построена на основании результатов вегетационно-полевых исследований по оценке влияния БСВ на загрязнение почв и их плодородие. Эксперименты проводили по стандартной методике на почвах различных типов, характерных для основных районов бурения. В опытах использовали сточную воду с различной минерализацией. Были установлены закономерности в засолении почв и проявлении фитотоксичного эффекта выращиваемых на таких почвах сельскохозяйственных культур. В результате использования этой методики была предложена классификация сточных вод по типу засоления и уровню фитотоксичности. Такая классификация дает объективную характеристику буровым сточным водам как токсичным загрязнителям почвогрунтов и почвенно-растительного покрова.

Приведенные классификации дают возможность обоснованно подходить к выбору методов очистки буровых сточных вод и рациональных направлений их утилизации в конкретных районах бурения.

## Направления утилизации буровых сточных вод и требования к их качеству

Буровые сточные воды характеризуются высоким уровнем загрязненности и содержат в своем составе широкий спектр загрязнителей различной природы, представляющих опасность для объектов окружающей среды. Поэтому по многим параметрам они не только не удовлетворяют требованиям их использования для различных технологических процессов бурения, но и не удовлетворяют требованиям безопасного сброса их в объекты природной среды. В то же время основным направлением природоохранных работ в рамках отраслевой природосберегающей технологии строительства скважин является максимальная утилизация образующихся отходов бурения.

Решение этого вопроса невозможно без перехода на замкнутый цикл водообеспечения буровой. Его основу составляет максимально возможное вовлечение БСВ в систему оборотного водоснабжения с ориентацией использования этих вод для различных технических целей бурения.

Однако разумным и практически оправданным решением в ряде случаев является сброс БСВ в объекты природной среды (на почвогрунты, в проточные водоемы, не относящиеся к водоемам рыбохозяйственного и культурно-бытового назначения). Необходимость в этом возникает, как правило, при ликвидации шламовых амбаров перед их засыпкой и рекультивацией, в аварийных и непредвиденных ситуациях, а также при ограничении степени замкнутости системы оборотного водоснабжения буровой, когда требуется периодический вывод некоторого количества загрязненной сточной воды из оборотного цикла и сброс ее либо в шламовый амбар, либо на рельеф местности. Причем сброс сточных вод должен согласовываться в установленном порядке с соответствующими контролирующими органами, ответственными за охрану природной среды.

В настоящее время разработаны и действуют правила безопасного сброса, которые регламентируют порядок и допустимые объемы сброса сточных вод. Расчет допустимых объемов сбрасываемых вод производится по методикам, учитывающим уровень загрязненности стоков по лимитирующим показателям их качества. Согласно действующему законодательству, неочищенные буровые сточные воды сбрасывать в объекты природной среды не

допускается.

Прогрессивным направлением утилизации БСВ является их использование для целей ирригации. Особенно это возможно при строительстве скважин на плодородных землях и землях активного сельскохозяйственного использования. К водам орошения предъявляются более жесткие требования, достижение которых возможно лишь при условии глубокой очистки БСВ. Общим для них является строгое соблюдение содержания в составе воды токсичных для почв растворимых минеральных солей — хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов. Четко сформулированных регламентаций качества воды для орошения нет. Значение минерализации поливных вод в зависимости от метеорологических и агротехнических условий, от условий полива и дренажа может меняться в широких пределах, но не должно превышать 1,5 г/л. Поливная вода с минерализацией до 1,0 г/л пригодна для орошения независимо от местных условий. Согласно ГОСТ 17.4.3.05–86 «Охрана природы. Почвы. Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения» использование БСВ для систематического полива сельскохозяйственных культур без очистки недопустимо.

Часто затрагивается вопрос об использовании БСВ для закачки их в продуктивные пласты с целью поддержания пластового давления. Такое направление утилизации сточных вод представляется убедительным только в случае их очистки от взвешенных веществ и отдельных, наиболее опасных солевых компонентов при относительно малом содержании загрязняющей органики. Причем требования к закачиваемым водам весьма жесткие. Достаточно указать, что закачиваемые воды не должны содержать в своем составе взвешенных веществ свыше 1 мг/л, железа более 0,2 мг/л и нефтепродуктов более 1 мг/л в соответствии с ГОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству воды».

Такая вода не должна вызывать закупорку отверстий фильтров призабойной зоны и не должна кольматировать поры нефтевмещающих пород в результате образования нерастворимых соединений при взаимодействии с пластовой водой и частицами пород, а также при изменении температуры. Закачиваемая вода должна содержать в минимальном количестве бикарбонаты, при распаде которых при нагреве воды образуется осадок карбоната кальция. Аналогичные явления протекают, когда в закачиваемой воде содержится растворенный кислород, который, окисляя железо (II) и

сероводород, присутствующий в пластовой воде, способствует кольматации пор породы.

Заслуживающим внимания является такое направление утилизации БСВ, как откачка их в действующий нефтепромысловый коллектор на пункт сбора и подготовки нефти с последующей очисткой на станциях водоподготовки. Для этого БСВ должны быть совместимы с водонефтяной эмульсией и не оказывать отрицательного влияния на качество подтоварной нефти. Однако на практике обеспечить соблюдение этих условий чрезвычайно трудно. Разнообразие по составу и качеству извлекаемых углеводородов и многообразии технологических приемов подготовки нефти не позволяют строго нормировать качество буровых сточных вод.

Рассмотренные выше направления утилизации БСВ показывают, что наиболее рациональным представляется использование их в системе оборотного водоснабжения буровой и безопасный сброс их на рельеф местности, т. е. направления утилизации, для которых характерны менее жесткие требования к качеству вод и не требующие решения сложных инженерных задач водоочистки. На них и должны быть ориентированы техника и технология очистки буровых сточных вод.

### **Методы очистки буровых сточных вод**

Выбор метода очистки буровых сточных вод зависит в 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. Среди многообразия подходов в настоящее время наиболее удачным и общепризнанным считается подход, предложенный Л. А. Кульским. Его основу составляет классификация примесей по признаку фазового и дисперсного состояния веществ в растворах. Согласно этому признаку, 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, относящиеся к первым двум группам, являются, как правило, термодинамическими неустойчивыми системами.

Загрязнители третьей и четвертой групп относятся к гомогенным системам и являются термодинамическими устойчивыми, обратимыми системами.

Для очистки воды 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. Удаление растворимых веществ *четвертой группы* из воды осуществляется путем их перевода в малорастворимые соединения, методом ионного обмена, а также мембранными методами.

Такой подход позволяет выбрать наилучший способ очистки воды разного состава. Учитывая, что буровые сточные воды по своему генезису являются гетерогенными коллоидно-дисперсными системами с высокой агрегативной устойчивостью, содержащими к тому же и растворимые примеси, можно сделать вывод, что для очистки следует использовать практически все известные методы.

Перечисленные выше методы очистки отличаются друг от друга по физико-химическим процессам, заложенным в них, а также технико-технологическими особенностями. К ним относятся механические, физико-химические и биологические методы.

#### *Механические методы очистки*

Наиболее простым и доступным методом очистки является *механический*. Этот метод является, как правило, предварительным способом очистки сточных вод и включает отстаивание, центрифугирование и фильтрацию. Он позволяет 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*, где 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. Существующие системы очистки БСВ методом отстаивания в амбарах-отстойниках обеспечивают лишь частичное удаление из них грубодисперсных частиц, а основные загрязнители остаются в БСВ.

Удаление взвешенных веществ может быть усилено с помощью центробежных сил, используемых в циклонах и центрифугах. Известны результаты очистки промышленных сточных вод от взвешенных веществ и нефти с помощью гидроциклонов. Основные преимущества гидроциклонного способа очистки состоят в относительно высокой производительности, компактности и простоте конструкции.

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 с одновременным снижением ХПК. 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. Крупным недостатком метода фильтрования является трудность регенерации фильтрующего элемента.

#### *Физико-химические и биохимические методы очистки*

Дестабилизация такой сложной физико-химической системы, как БСВ возможна лишь под действием физико-химических сил. Главную роль в снижении агрессивной устойчивости БСВ играют адсорбционные и электростатические силы, а также силы химического воздействия. Поэтому основными методами очистки БСВ являются *физикохимические*. 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), гидролизующихся в обрабатываемой воде с образованием сорбционно-активных гидроокисей. Формирующаяся гидроокись обладает большой удельной поверхностью, которая легко адсорбирует дисперсные и

коллоидные фракции, а также частично и растворенные загрязняющие вещества. В результате этого образуются хлопьевидные образования, которые оседают с образованием осадка. Кроме того, осаждаясь, хлопья механически увлекают за собой неадсорбированную часть загрязняющих ингредиентов, находящихся в очищаемой воде. В практике водоподготовки используют много коагулянтов, однако наиболее распространенными являются сульфат алюминия и хлорное железо.

*Сульфат алюминия*  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  — неочищенный технический продукт, представляющий собой куски серовато-зеленоватого цвета, получаемые путем обработки бокситов, нефелинов или глин серной кислотой.

*Хлорное железо*  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  представляет собой темные с металлическим блеском кристаллы, очень гигроскопичные, поэтому транспортируют его в железных герметичных бочках.

Одним из эффективных методов очистки сточных вод является *электрокоагуляционный*.

Сущность электрокоагуляции заключается в дестабилизации сточных вод под действием адсорбционно-активных гидроокисей, генерированных электрическим током. Это приводит к коагуляции высокодисперсных и коллоидных загрязнителей и выпадению их в осадок. Простота метода и его универсальность обуславливают широкое применение электрокоагуляции в производственной практике. 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 другие загрязнители. Основные закономерности и особенности процесса электрокоагуляционной очистки БСВ экспериментально изучались на установке, схема которой представлена на рис.4.1.

Рабочий раствор БСВ из напорной емкости 1 перетекал в электрокоагулятор 3, где одновременно на электроды подавалось напряжение. Образцы прошедших электрообработку стоков отбирали для изучения процесса осадкообразования и анализа состава и свойств очищенных вод. Оценочным показателем эффективности электрокоагуляционной очистки БСВ служила степень очистки по каждому загрязняющему компоненту.

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 добычи нефти и газа.

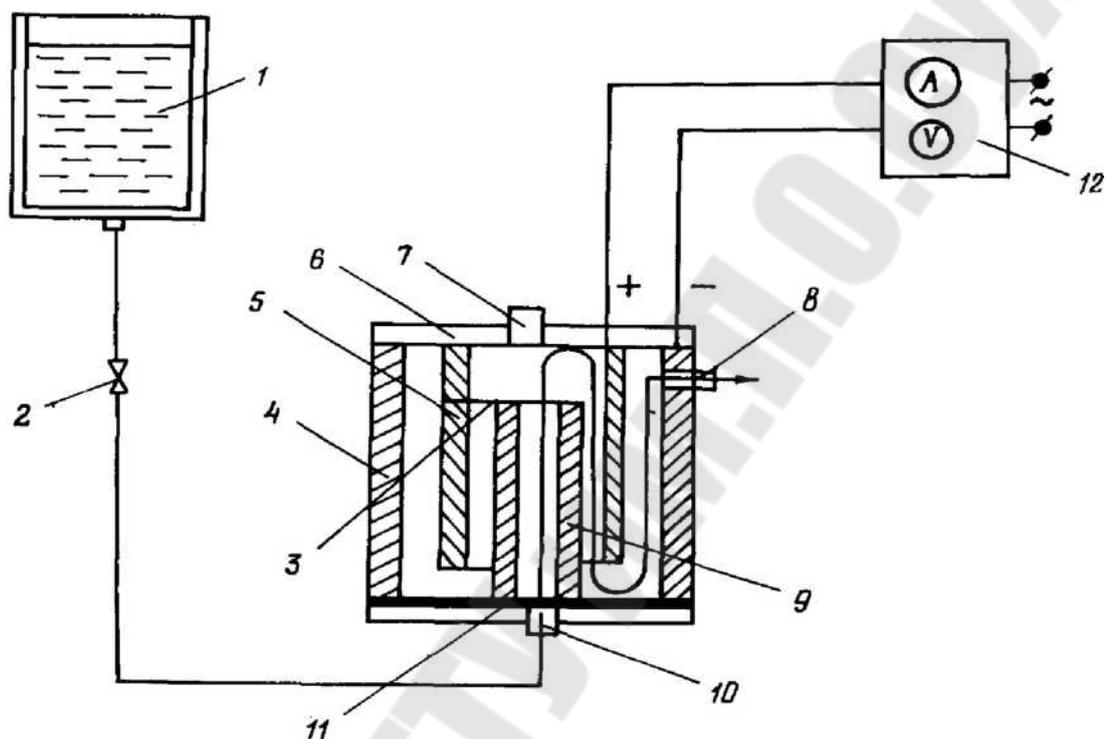


Рис. 4.1. Принципиальная схема установки для очистки буровых сточных вод методом электрокоагуляции: 1 - напорная емкость с исходной БСВ; 2 - вентиль для регулирования подачи воды; 3 - электрокоагулятор; 4 - корпус электрокоагулятора (катод); 5 - растворимый анод; 6 - крышка электрокоагулятора; 7 - газоотводная труба; 8 - сливной патрубок; 9 - направляющая труба; 10 - штуцер; 11 - днище с патрубком для входа жидкости; 12 - источник тока

Перспективным методом очистки БСВ является *биохимический метод*. Он находит применение для очистки производственных сточных вод ряда отраслей народного хозяйства. Этот метод основан на способности некоторых микроорганизмов извлекать из воды органические вещества различного генезиса и использовать их в качестве питательного субстрата. Преимуществами этого метода являются возможность удаления одновременно разнообразных по химическому составу соединений, простота решения и низкие эксплуатационные затраты. Разложение нефти, нефтепродуктов, а также других органических загрязнителей, содержащихся в буровой сточной воде, может быть осуществлено отдельными чистыми

культурами бактерий и микроорганизмами.

Перечисленные выше методы решают задачи удаления из состава сточных вод главным образом загрязнителей, находящихся в коллоидно-дисперсном состоянии, и практически не способны к удалению растворенных минеральных солей. Вместе с тем в промышленной практике встречаются сточные воды со значительным содержанием растворимых солей, причем в количествах, превышающих известные нормативы. Поэтому такие воды требуют обессоливания.

#### *Методы деминерализации природных и сточных вод*

Основными методами деминерализации природных и сточных вод являются термический, мембранный, ионного обмена 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 электродиализа* заключается в процессе удаления (сепарации) ионов из сточных вод при их электролизе с использованием ионообменных (ионитовых) мембран. Ионообменные мембраны представляют собой гибкие тонкие ленты, изготовленные на основе катионообменной и анионообменной смол. Глубина очистки сточных вод с помощью электродиализа достигает 500 мг/л.

*Метод обратного осмоса*, или *гиперфильтрация* представляет собой процесс разделения растворов фильтрованием через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое. Полупроницаемые мембраны имеют свойство пропускать только молекулы воды и не пропускать гидратированные ионы солей или молекулы недиссоциированных соединений. Таким образом, с помощью этого метода получают чистую воду, которую можно сбрасывать на рельеф или использовать в системе оборотного водоснабжения.

*Метод ионного обмена* разделяется на катионирование и анионирование. Более экономичным методом является химическая доочистка сточных вод с помощью ионообменных смол. С помощью ионитов решаются вопросы как частичной, так и глубокой очистки вод. *Иониты* представляют собой практически нерастворимые в воде полимерные вещества, имеющие подвижный ион (катион + или анион

-), способный в определенных условиях вступать в реакцию обмена с ионами того же знака, которые находятся в растворе. Поэтому иониты могут быть представлены *катионитами* - материалами, обменивающими катионы и *анионитами* — материалами, способными к обмену анионов. Синтетические высокомолекулярные иониты обычно выпускаются в виде гранул, которые носят название зернистых ионообменников, или ионообменных смол. Каркас синтетических ионитов обладает значительной гибкостью и, контактируя с таким полярным растворителем, как вода, способен к значительному увеличению объемов (набуханию). Возникающая в результате пористая структура проницаема для ионов, обмен которых возможен не только на поверхности ионита, но и в его массе.

*Гидротехнический метод* используется для снижения содесодержания и достигается путем разбавления и испарения.

Рассмотренные выше методы деминерализации природных и сточных вод в промышленной практике доочистки БСВ не используются из-за отсутствия соответствующих технических решений. Вместе с тем, несмотря на значительные затраты на очистку вод указанными методами, они остаются единственно доступным средством деминерализации буровых сточных вод.

Из анализа вышеперечисленных методов очистки сточных вод видно, что наиболее эффективным методом очистки БСВ следует считать коагуляционный метод, а методом доочистки (деминерализации) - ионный метод.

### **Технологические схемы очистки буровых сточных вод при строительстве скважин**

В соответствии с требованиями ст.62 Водного Кодекса РФ БСВ подлежат утилизации. Подготовка БСВ к утилизации проводится методом реагентной коагуляции. Концентрация реагентов определяется методом пробного анализа очистки вод непосредственно на буровой по методике, описанной в приложении В. Выполнение пробного анализа перед проведением работ по осветлению БСВ обязательно.

В качестве коагулянта используется органический коагулянт фирмы SNF Floquat TS-45, а флокулянта – Fo 4490 SSH или их аналоги.

Основными этапами подготовки сточных вод к утилизации являются:





Подача коагулянта производится центробежным насосом. Дозировка осуществляется задвижкой поворотной, установленной на линии. Коагулянт поступает в цементируемый агрегат по гибкому резиновому рукаву. Забор БСВ для обработки, соответственно и обработка коагулянта, производится порционно. Максимальный объем порции равен объему мерных емкостей агрегата. После обработки коагулянта БСВ подается в линию сброса в шламовый амбар.

Обработка флокулянта производится посредством эжектора, установленного на линии сброса в шламовый амбар. Дозировка осуществляется задвижкой. Подача флокулянта к эжектору производится по гибкому резиновому рукаву. Контроль обработки БСВ ведется визуально по флокулообразованию на участке сброса в амбар.

БСВ, прошедшие обработку методом реагентной коагуляции, сбрасываются в шламовый амбар, где происходит их осветление и образование слоя осадка.

Для обеспечения требований безопасного сброса на рельеф местности, осветленная часть БСВ откачивается на фильтрационную дренажную площадку при условии соответствия концентраций расчетной концентрации загрязняющих веществ  $C_{доп}$ .

Если подготовленная вода не удовлетворяет требованиям безопасного сброса на рельеф местности, проводится повторная обработка. В случае несоответствия качества после повторной обработки, сточные воды используются в системе поддержания пластового давления.

В качестве критериев оценки допустимого воздействия БСВ при расчете ПДС устанавливаются следующие критические показатели:

- БСВ не должны оказывать влияния (свыше ПДК) на качество подземных вод в районах их централизованного и нецентрализованного отбора для целей хозяйственно – питьевого водоснабжения в пределах СЗЗ;

- БСВ не должны оказывать влияния (свыше норм ПДК) на качество воды поверхностных водных объектов в пределах СЗЗ. БСВ после осветления сточной воды подлежит ликвидации аналогично буровым шламам.

В соответствии с требованиями Водного кодекса, сброс неочищенных сточных вод на рельеф местности, в поверхностные и подземные водные объекты, запрещается.

Утилизация очищенных БСВ при бурении или восстановлении скважин на нефть и газ может осуществляться следующим образом:

- использование для целей технического водоснабжения при бурении других скважин на нефть и газ;
- использования этих вод в замкнутом цикле для нужд буровой;
- использование в системах поддержания пластового давления на нефтяных месторождениях, закачка в поглощающие скважины;
- отведение на инфильтрацию с использованием фильтрационных дренажных площадок.

Для сброса очищенных БСВ на рельеф местности, в пределах земельного отвода скважин на нефть и газ на этапе ликвидации ОБ, должна быть обустроена фильтрационная дренажная площадка (инфильтрационный бассейн).

Фильтрационная дренажная площадка устраивается по схеме инфильтрационного бассейна системы инфильтрационного питания подземных вод (далее ИППВ) с естественным песчаным (супесчаным) основанием.

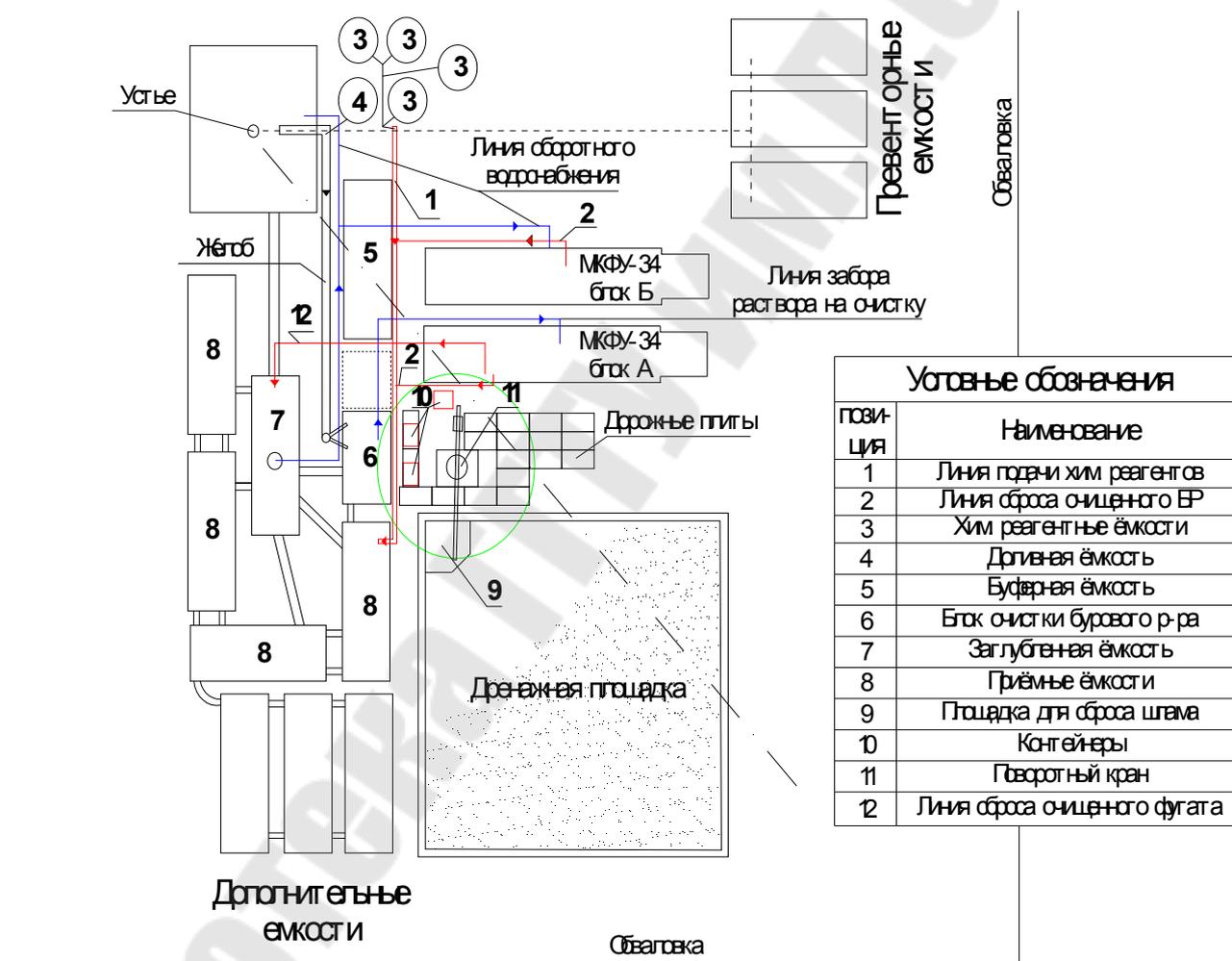
Строительство осуществляется механизированным способом, сооружения представляют собой выемку в грунте прямоугольной формы в плане и трапецеидальной в поперечном и продольном сечениях. Дно фильтрационной площадки устилается гидрофильным фильтрационным материалом, типа гидроскрепленный материал “Акваспан”. При необходимости для дополнительного отстаивания БСВ перед сбросом на фильтрационную площадку предусматривается емкость. Конструктивные особенности фильтрационной площадки, необходимость использования дополнительного отстаивания и объем отстойника определяется проектом на строительство или восстановление скважин.

Подача БСВ должна производиться с торца площадки. Такое положение выпуска обеспечивает дополнительное осветление и интенсивность инфильтрации БСВ при их распределении по площади площадки.

### **Безамбарный способ бурения и восстановления скважин**

При безамбарном способе бурения или восстановления скважин на нефть и газ, буровой шлам, отработанные буровые растворы (частично) накапливаются в специальных металлических емкостях с дальнейшим вывозом: надсолевого происхождения – на близлежащие скважины амбарного способа бурения, для

захоронения их в амбарах; ниже надсолевого происхождения – для захоронения на опытно-промышленном подземном хранилище (ОПХ), находящемся в д.Лазаревка Гомельского района согласно При безамбарном способе проведения работ осветление БСВ происходит с использованием МКФУ, КФУ и БОБР. Принципиальная схема осветления БСВ с использованием МКФУ представлена на рисунке 4.4. Обвязка блоков и регулировка параметров работы МКФУ производится согласно инструкций. Сброс осветленных БСВ производится непосредственно в технологические емкости.



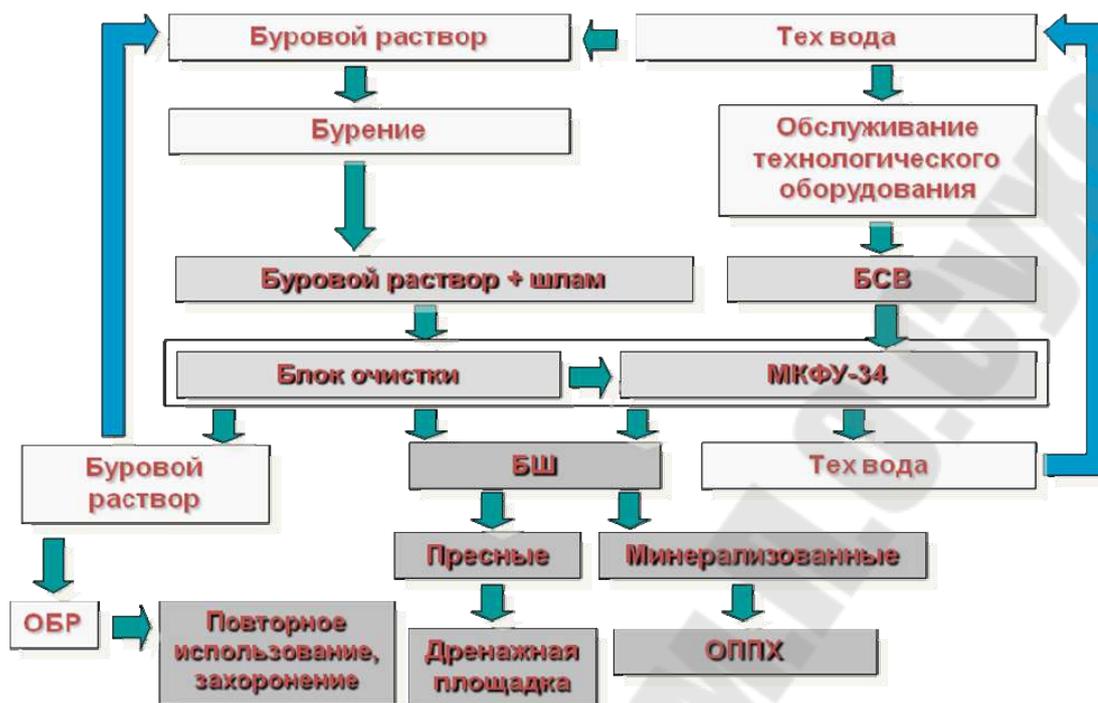


Рис.4.4 Принципиальная технологическая схема осветления буровых сточных вод с использованием МКФУ

Порядок утилизации очищенных с применением МКФУ БСВ определяется по результатам химического анализа предварительной пробной очистки.

Полученная после осветления вода после проверки на совместимость с буровым раствором может быть использована для приготовления или разбавления бурового раствора. Осветленная вода для разбавления или приготовления раствора может подаваться по технологической линии в емкости циркуляционной системы (оборотное водоснабжение буровой).

Оборотное водоснабжение буровой, реализуется следующим образом: БСВ образующиеся в процессе проведения работ поступают по желобам и накапливаются в заглубленной емкости. От вышечного блока буровые сточные воды попадают предварительно в пескоуловитель, где происходит частичное осаждение твердых частиц.

После накопления в заглубленной емкости, БСВ с помощью вертикального шламонасоса подаются в модуль центрифуги, где происходит их осветление. Осветление осуществляется с помощью реагентов коагулянтов и флокулянтов. Осветленная вода накапливается в одной из емкостей модуля центрифуги и подается

для обмыва оборудования на выщелочный блок или в заглубленную емкость.

Буровые сточные воды могут быть использованы при обмыве оборудования без осветления, если они загрязнены твердой фазой незначительно. При этом циркуляция осуществляется через заглубленную емкость.

### **Разработка лаборатории промывочных жидкостей БелНИПИнефть способа осветления буровых сточных вод в системе оборотного водоснабжения буровой**

Как было описано выше, процесс разделения БСВ на жидкую и твердую фазы (осветления) происходит в коагуляционно-флокуляционной установке (КФУ) блока очистки бурового раствора в циркуляционной системе буровой в два этапа: сначала проводится коагуляции, затем флокуляция.

Наиболее близким к предлагаемому решению является способ коагуляции БСВ, заключающийся в обработке химическими реагентами - коагулянтами, например сернокислым алюминием / $Al_2(SO_4)_3$ / /15/ или органическими коагулянтами / Floquat TS- 45/.

К недостаткам этого способа относятся:

- при применении сернокислого алюминия - наличие в очищенной от твердой фазы (осветленной) воде сернокислых анионов, которые не позволяют применять ее для разбавления бурового раствора (коагулируют его), а в случае пролива на землю отрицательно воздействуют на экологию;

- при применении дорогостоящих органических коагулянтов - увеличивают затраты на осветление БСВ.

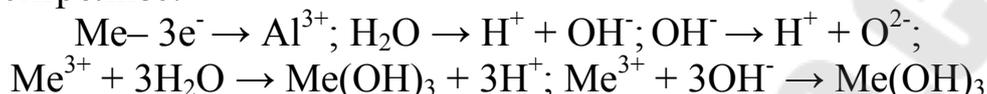
Задачей разработки нового способа является коагуляции буровых сточных вод при бурении скважин по безамбарной технологии, исключая применение химических реагентов, что позволит использовать осветленные БСВ для разбавления бурового раствора, снизить вред, причиняемый экологии, при их разливе и материальные затраты на проведение коагуляции БСВ.

Поставленная задача решается за счет образования коагулянта в установке для очистки загрязненной воды (электролизере), принцип действия которой основан на процессе электролиза. На рис.4.5. представлена схема электролизера.

Загрязненные БСВ очищаются в реакторе за счет гидроксида алюминия, полученного при анодном растворении металлических

(например, алюминиевых) электродов специальной конфигурации под действием электрического тока. В результате электролиза происходит гидролиз молекул воды (диссоциация на катионы водорода и анионы гидроксила), в результате чего образуются молекулы гидроксидов металлов.

Уравнения реакций, протекающих в растворе и на электродах при электролизе:



Образовавшиеся гидроксиды металлов являются хорошими коагулянтами загрязнений и адсорбентами скоагулированных хлопьев твердой фазы.

Таким образом, электролизер применяется для приготовления коагулянта (гидроксида металла) при анодном растворении электрода в реакторе, который в свою очередь участвует в процессе осветления БСВ. Реактор представляет собой модуль размером (0,2x0,2x0,5)м, который устанавливается в емкость приготовления коагулянта коагуляционно-флокуляционной установки (КФУ) в блоке очистки бурового раствора. В процессе электрокоагуляции используется реактор с металлическими (алюминиевыми или железными) электродами и блок питания.

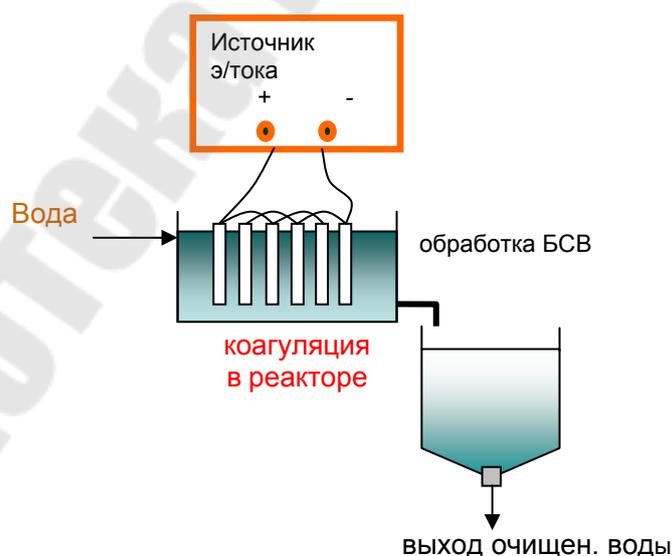


Рис.4.5. Схема электролизера

Применение электролизера целесообразно, так как исключает применение агрессивного реагента - сернокислого алюминия или дорогостоящего органического коагулянта. Кроме того, электролизер эксплуатируется периодически по мере расхода коагулянта при небольших затратах электроэнергии.

Осветленная после прохождения через КФУ вода может применяться не только для обмыва оборудования, но и для разбавления бурового раствора, т.к. не содержит сернокислых анионов (сульфат-анионов).

Для достижения максимального эффекта по уменьшению количества отходов бурения и утилизации их нужно обращать внимание на следующие аспекты:

- перевод бурения скважин на нефть и газ на безамбарный способ;

- улучшение очистной системы на буровой, ее модернизация, ввод новых элементов;

- освоение технологии отдельного сбора отходов бурения, что позволит оптимизировать процесс их утилизации;

- проводить осветление буровых сточных вод для повторного их использования с целью не только экономии, но и нанесения меньшего вреда окружающей среде;

- обеспечить контроль качества приготавливаемых в промышленных условиях буровых растворов;

- захоронение опасных для здоровья людей и окружающей среды в специально отведенных участках, таких как ОППХ.

Подводя общий итог, следует отметить необходимость проведения промышленно-исследовательских работ по изучению методов и способов уменьшения отходов бурения, как токсичных, так и нетоксичных, а также возможностей их вторичного применения в различных сферах производства, так называемая безотходная деятельность.

Несмотря на то, что один из видов утилизации отходов бурения, такой как осветление буровых сточных вод, сложный, требующий времени и наличия квалифицированных специалистов и дорогостоящего оборудования, целесообразность его проведения и экономическая эффективность не поддаётся сомнению.

### **Ликвидация шламовых амбаров и рекультивация земель**

Наиболее трудоемкой и ответственной операцией

восстановления земель, нарушенных бурением, являются засыпка и рекультивация шламовых амбаров.

Под *рекультивацией* понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также улучшение условий охраны окружающей среды. Рекультивация земель проводится в два этапа: горно-технический и биологический. *Горно-технический этап* включает планировку, снятие, транспортировку и нанесение плодородного слоя на рекультивируемые участки. *Биологическая рекультивация* - это обработка растительного слоя отчужденного участка земли органическими и минеральными удобрениями согласно рекомендациям агрономической службы.

Горно-техническую рекультивацию выполняют соответствующие службы бурового предприятия совместно с подразделениями технологического транспорта объединений, а биологическую - основной землепользователь. Расходы на биологическую рекультивацию возмещают буровые предприятия. Рекультивацию амбаров производят после захоронения их содержимого и планировки нарушенного участка. Почти повсеместно засыпке в амбарах подлежат буровой шлам и твердые загрязнители. В большинстве случаев захоронению подлежит и ОБР.

Засыпка котлованов в теплое время происходит, как правило, не сразу после окончания бурения скважин, а через определенный период - после подсыхания их содержимого. В зависимости от природноклиматических условий этот период может составлять от нескольких месяцев до двух-трех лет, что обусловлено токсическими свойствами отработанных буровых растворов. Засыпка и планировка поверхности невысохшего амбара чревата опасностью проваливания в него используемой для этих целей техники.

Несмотря на низкую экологическую эффективность этого способа ликвидации шламовых амбаров (так как захороняемые отходы, как правило, перед засыпкой не обезвреживаются и содержащиеся в них загрязнители могут проникать в почву и почвенные воды), он находит широкое распространение в промышленной практике. Участок земли с открытым или даже засыпанным амбаром в этом случае в течение длительного времени остается непригодным для сельскохозяйственного пользования, что крайне невыгодно с точки зрения рационального использования земельных ресурсов.

С целью сокращения сроков ликвидации шламовых амбаров и их рекультивации практикуется перед засыпкой котлована частичное удаление из него подвижной (жидкой) части отходов. Наиболее доступными считаются два способа: выдавливание содержимого земляных амбаров в узкие траншеи и вывоз или сброс на поля испарения. Первый способ нашел применение в 70-х годах в ПО «Укрнефть», а также частично в РУП «ПО «Белоруснефть» и некоторых других местах. Этот способ реализуется следующим образом. Вплотную к земляному амбару бульдозером или ковшом экскаватора роют несколько траншей глубиной до 5 м, а затем разрушают перемычку между амбаром и траншеями. После заполнения траншей жидкими отходами их засыпают минеральным грунтом. Загущенный остаток шламовой массы остается в амбаре и подсыхает в нем до тех пор, пока не появится возможность засыпать амбар с помощью бульдозера.

Основными факторами, сдерживающими широкое распространение этого способа, являются гидрогеологические, почвенно-ландшафтные условия и рельеф местности, а также низкая экологическая эффективность, так как при этом сохраняется высокий риск загрязнения почвогрунтов и подпочвенных вод.

Второй способ удаления жидкой части содержимого амбаров — вывоз или сброс на поля испарения — получил гораздо меньшее распространение, чем первый. Сущность его сводится к тому, что жидкие отходы подаются в специально устроенные в минеральном грунте отстойные амбары вместимостью 10–15 м и более, в которых эти стоки находятся в течение 2–3 лет, где происходит отстаивание, естественное самоочищение стоков, испарение жидкости и образование плотного осадка. На такие поля вывозят лишь жидкую часть стоков, а оставшуюся в шламовых амбарах не текучую загущенную массу засыпают минеральным грунтом и участок рекультивируют. Этот способ приемлем для южных районов и непригоден для северных районов с высокой увлажненностью и заболоченностью.

Засыпка амбаров в обязательном порядке производится сначала минеральным грунтом или песком, причем толщина этого слоя должна обеспечивать надежную изоляцию содержимого амбара от наносимого сверху плодородного слоя, а для районов Севера и Западной Сибири — слоя торфа или мха. При засыпке и планировке толщина слоя наносимой почвы должна быть не менее глубины

почвообразующего материала.

Обязательным условием проведения горно-технического этапа рекультивации территории является отверждение содержимого амбаров. Многими исследованиями доказано, что водно-физические и агрономические свойства почв после захоронения отвержденных отходов бурения практически не изменяются и соответствуют фону. Кроме того, процесс отверждения отходов бурения значительно сокращает сроки засыпки амбаров и, следовательно, планировки территории захоронения. Поэтому можно считать, что приоритетным направлением в ликвидации шламовых амбаров на современном этапе является обезвреживание их содержимого отверждением с последующим захоронением в котлованах на территории буровой.

#### **4.2 Техника и технология обезвреживания и утилизации отработанных буровых растворов и шлама**

Решающим фактором, определяющим загрязняющие свойства ОБР и шлама, а также направления их утилизации и нейтрализации вредного воздействия на объекты природной среды, являются состав и физико-химические свойства.

Анализ состава и свойств указанных отходов бурения свидетельствует о значительном уровне их загрязненности. В составе ОБР и шлама в значительном количестве содержатся растворенная и эмульгированная нефть, загрязняющая органика (показатель ХПК), минеральные соли (сухой и прокаленный остаток). рН таких отходов колеблется в довольно значительном диапазоне - от 7,2 до 12,5. Содержание твердой фазы в них тоже различно. Анализ компонентного состава ОБР и шлама показал, что их твердая фаза может состоять из пород глинистой фракции, карбонатных и галоидно-сульфатных пород, барита, гематита и других включений.

Анализ ОБР и шлама также показал, что для основных регионов бурения в последнее время отмечается тенденция к усилению их загрязненности, прежде всего органикой. Это связано с более широким применением для обработки буровых растворов полимерных химвеществ, в удельном весе которых преобладают реагенты-стабилизаторы и реагенты для понижения водоотдачи. Загрязненность отходов бурения в первую очередь зависит от применяемой технологии строительства скважины, которая в свою очередь определяется горно-геологическими условиями их проводки.

Для решения задач утилизации ОБР и бурового шлама необходимо применять их классификацию по определенным качественным и количественным признакам. Наиболее существенными признаками являются агрегатное состояние, компонентный состав и физикохимические свойства.

По *агрегатному состоянию* указанные отходы могут быть систематизированы как *жидкие* (текучие), *полужидкие* (пастообразные) и *твердые*. Основным признаком их отнесения к тому или иному виду в данной систематизации является содержание твердой и жидкой фаз. Так, если содержание твердой фазы составляет до 35 %, отходы сохраняют свою подвижность и текучесть и относятся к жидким отходам ОБР. Если содержание твердой фазы изменяется от 35 до 85 %, отходы имеют пастообразный вид и относятся к полужидким (это ОБР с буровым шлагом). И, наконец, если содержание жидкости в составе отходов менее 15 %, их следует отнести к категории твердых отходов (выбуренная порода или буровой шлам). Систематизация отходов по такому признаку позволяет обоснованно подходить к выбору способа их транспортирования и смешения с другими ингредиентами.

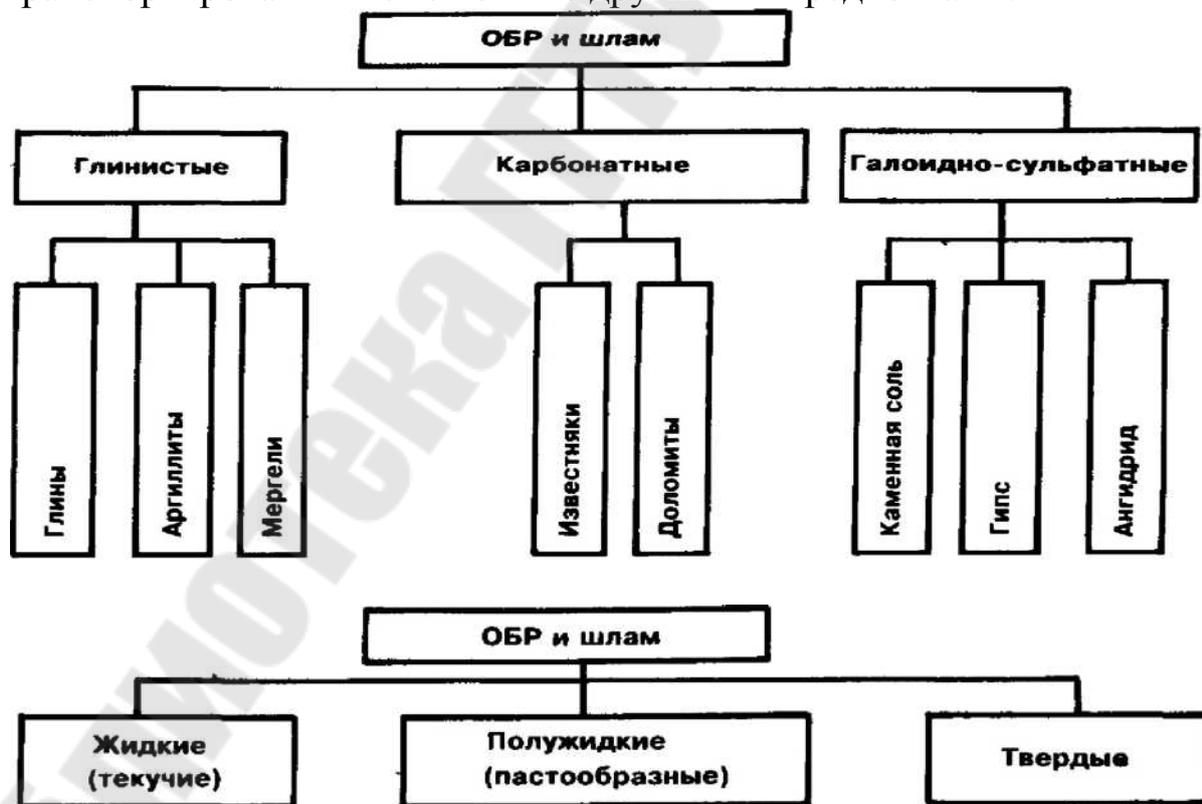


Рис.4.6. Систематизация отработанного бурового раствора и шлама: а - по агрегатному состоянию; б - по компонентному составу

По компонентному составу отходы бурения следует систематизировать как *глинистые, карбонатные и галоидно-сульфатные*. Эта систематизация в основном относится к твердым и полужидким отходам. *Глинистые* - это отходы, твердая фаза которых представлена породами глинистой фракции (глины, аргиллиты, мергели). *Карбонатные* - это отходы, твердая фаза которых состоит преимущественно из карбонатных пород (известняки, доломиты). *Галоидно-сульфатные* отходы содержат твердую фазу, состоящую в основном из каменной соли, гипса и ангидрита. Такая систематизация позволяет оценивать пригодность этих отходов в качестве вторичного сырья при их утилизации.

Согласно систематизации по уровню загрязненности и фитотоксичности эти отходы могут быть отнесены к отходам *с очень высоким, высоким, средним, низким и нормальным уровнем загрязненности*. Основными классификационными признаками выбраны такие показатели, как рН, ХПК, содержание нефти и нефтепродуктов, сухой и прокаленный остаток. Такая систематизация является достаточно убедительной, так как позволяет охватить весь спектр загрязнителей, оказывающих вредное воздействие на компоненты гидросферы и литосферы.

### **Методы обезвреживания отработанных буровых растворов и шлама**

В настоящее время в подавляющем большинстве случаев ОБР и буровой шлам захороняются в земляных амбарах непосредственно на территории буровой после окончания бурения скважины. Однако это решение не обеспечивает надежной экологической защиты мест захоронения отходов. Надо ждать длительное время для подсыхания содержимого амбара перед их засыпкой с последующей рекультивацией. Вместе с тем этот метод ликвидации отходов бурения наиболее доступен по сравнению с другими, несмотря на безвозвратные потери бурового раствора. Обезвреживание отходов позволяет повысить экологичность таких работ и обеспечить условия для своевременной рекультивации отстойников с ОБР и шламом, исключив стадию длительного ожидания затвердевания их содержимого.

Основные направления работ в области обезвреживания отходов бурения заключаются в физико-химической нейтрализации и отверждении ОБР и БШ.

*Метод физико-химической нейтрализации* предусматривает разделение ОБР на жидкую и твердые фазы с последующей утилизацией жидкой части и нейтрализацией осадка. С этой целью в США предложен способ разделения фаз ОБР. Для обработки используют флокулирующие добавки. Такие добавки вызывают коагуляцию и флокуляцию жидкой части отходов и высаживание твердой фазы в осадок. После удаления из амбара осветленной воды оставшаяся масса вновь обрабатывается флокулянтами, и так продолжается до тех пор, пока вся основная часть воды не будет удалена из жидких отходов.

Заслуживает внимания способ ликвидации шламовых амбаров *методом расслоения ОБР на загущенную и осветленные фазы с последующим отверждением верхней части осадка* после удаления осветленной воды. Этот метод реализуется следующим образом. В амбар с ОБР вводят коагулянт из расчета 1,5 кг на 1 м<sup>3</sup> жидкой фазы. Указанный амбар содержит примерно 50 % шлама и 50 % жидкой фазы. Введение коагулянта осуществляется при активном смешивании его с ОБР с помощью цементировочного агрегата в течение 1,5-2,0 ч. Затем ОБР отстаивается в течение суток. После отстоя осветленную воду откачивают на технологические нужды. Подвижную часть загущенного осадка буровым насосом откачивают из амбара и смешивают с вяжущим компонентом, например, цементом. Полученную смесь вводят в амбар и равномерно распределяют по поверхности придонной неподвижной части загущенного осадка. Отверждение поверхностного слоя заканчивается примерно через двое суток. На отвержденную поверхность наносится экран из глины толщиной 0,3 м. Затем оставшуюся часть котлована засыпают минеральным грунтом.

За рубежом в качестве отверждающих составов предлагаются минеральные вяжущие реагенты с активными добавками, такими как окись алюминия, жидкое стекло, хлорид железа.

Необходимым условием успешной реализации процесса отверждения ОБР и БШ является качественная обработка их отверждающим составом, которая обеспечивает однородность смешения исходных материалов. Рациональным является обработка подвижных полужидких отходов бурения как продолжение технологической схемы основного процесса бурения. Для этого в технологической схеме наземной циркуляции бурового раствора должны быть предусмотрены специальные устройства сбора ОБР и

БШ и их последующего твердения.

Зарубежные фирмы, занимающиеся разработкой и созданием природоохранных технологий, включают центрифуги - системы очистки буровых растворов в качестве основного элемента всей технологии обработки жидких и полужидких отходов бурения.

Принципиально подходы зарубежных фирм к решению рассматриваемых экологических проблем идентичны. Технологическая схема такого процесса бурения предусматривает следующие этапы:

1) организованный отдельный сбор отходов по их видам (агрегатному состоянию);

2) система обезвоживания полужидких отходов (буровой шлам и раствор);

3) блок осветления жидких отходов (буровая вода и фугат бурового раствора) с последующим ее использованием для технических целей бурения;

4) система разделения жидких и полужидких отходов на фазы и обезвоживания шламовой массы;

5) система транспортирования твердых отходов в места их организованного сброса (складирования).

В качестве безреагентных методов обезвреживания твердых отходов заслуживает внимания *термический метод*. Термическая обработка шламовых масс обеспечивает разрушение органики всех основных классов, присутствующих в буровом шламе.

Эффективным и практически доступным методом частичного обезвреживания бурового шлама может стать *отмывка* его от загрязняющей органики (в том числе нефти и нефтепродуктов) горячей технической водой системы обратного водоснабжения буровой.

Приоритетным направлением обезвреживания указанных отходов бурения является их отверждение. Эффект обезвреживания достигается за счет превращения указанных отходов бурения в инертную кон - солидированную массу и связывания в ее структуре загрязняющих веществ, что практически исключает миграцию их за пределы отвержденного бурового раствора. Такую отвержденную массу можно захоронить в земляных амбарах непосредственно на территории буровой без нанесения ущерба окружающей среде. Метод отверждения является не только практически доступным, но и экономически выгодным. В качестве отверждающих составов

предлагаются различные вяжущие реагенты, которые, как правило, являются многокомпонентными образованиями.

Таким образом, наиболее доступным на современном этапе, практически и экономически целесообразным направлением снижения техногенеза процесса бурения является путь, предусматривающий:

- 1) организованный сбор отходов по их видам;
- 2) очистку жидких стоков до соответствующего уровня с последующим сбросом на рельеф местности;
- 3) обезвреживание шламовых масс путем превращения их в инертное твердое состояние, обеспечивающее экологически безопасное захоронение в минеральном грунте непосредственно на территории буровой.

Для реализации на практике этого подхода буровые установки, в частности циркуляционные системы, должны дооснащаться специальным природоохранным оборудованием. На разработку и внедрение таких технических средств в настоящее время и направлены усилия многих инофирм, а также отечественных организаций.

### **Утилизация отработанных буровых растворов**

Принципиальная схема переработки буровых отходов представлена на рис.4.7. Процесс ликвидации амбара с последующей утилизацией бурового шлама можно условно разделить на следующие технологические стадии:

- сбор нефтяной пленки с поверхности амбара;
- очистка жидкой фазы от эмульгированной нефти;
- доочистка жидкой фазы (степень очистки зависит от дальнейшего использования очищенной воды);
- обезвоживание и обезвреживание бурового шлама;
- утилизация бурового шлама;
- очистка нефтезагрязненного грунта.

Таким образом, весь технологический процесс ликвидации шламового амбара проводится в два этапа:

- 1) очистка и обезвреживание содержимого амбара;
- 2) собственно утилизация бурового шлама.

Первый этап должен проводиться с учетом особенностей состава отходов, находящихся в шламовом амбаре.

Один из способов утилизации буровых отходов включает рытье котлована в минеральном грунте. Извлеченный грунт используется для обвалования котлована и гидроизоляции полости котлована слоем глины. Затем котлован заполняется отходами бурения, проходит процесс расслоения отходов бурения на загущенную и жидкую фазы. Амбары освобождают от жидкой фазы, которую направляют в систему сбора и подготовки нефти с последующим использованием ее в системе поддержания пластового давления. Вода из жидкой фазы может удаляться путем испарения. Затем загущенные отходы бурения засыпают минеральным грунтом.

Другой способ ликвидации буровых отходов предусматривает сооружение котлованов в минеральном грунте с гидроизоляцией металлическими листами, или синтетической пленкой, или железобетонными плитами, или деревянными щитами с битумным покрытием, или композициями на основе глины, извести, цемента. После отвода осветленной воды и заполнения котлована-отстойника загущенным отстоявшимся осадком его периодически чистят или навсегда выключают из работы.

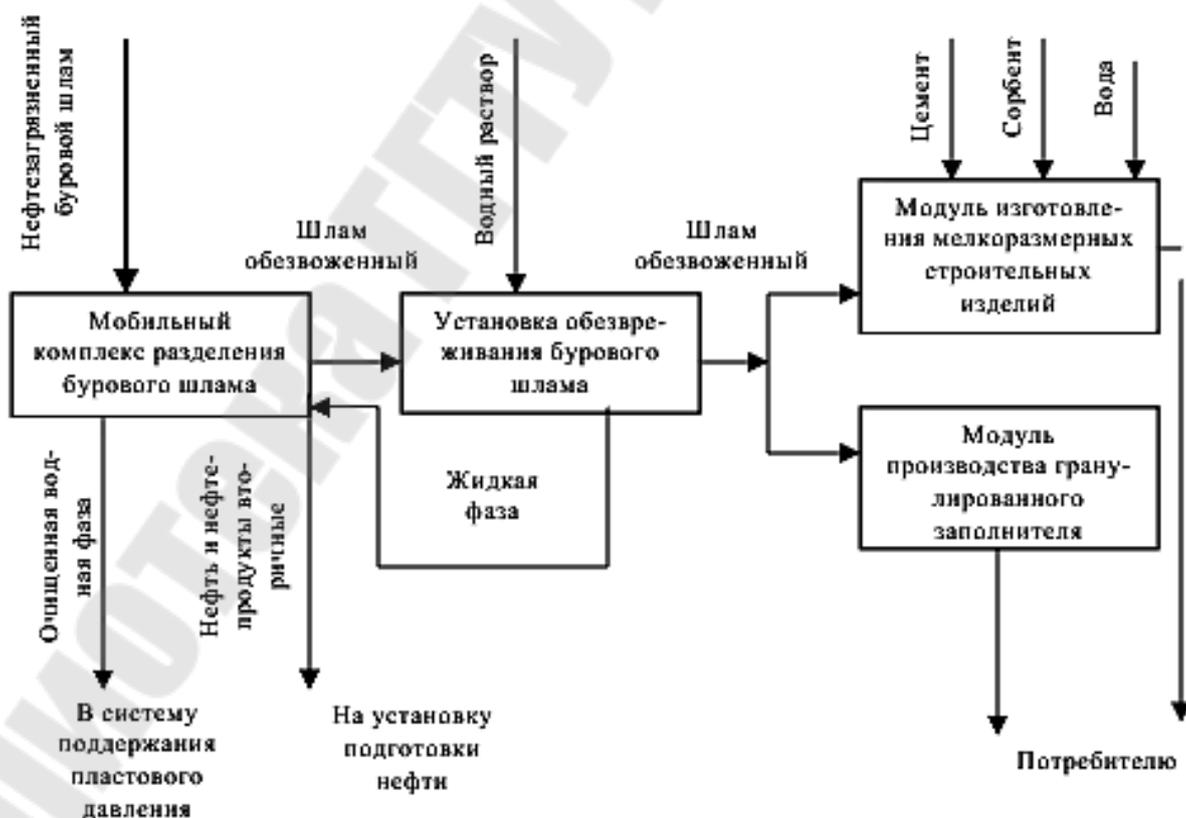


Рис.4.7. Принципиальная схема переработки отходов бурения

Такая система широко используется в бурении, однако удовлетворительной ее назвать нельзя, во-первых, потому, что она не решает проблемы обезвоживания осадка в целом и, во-вторых, потому, что методически непрерывно загрязняет прилегающие к котлованам окрестности и гидросети.

В общем случае отходы бурения как постоянные, так и временные подразделяются на твердые и жидкие отходы. Твердые отходы в основном представлены шламом, а наиболее массовыми жидкими отходами бурения являются отработанный буровой раствор и буровые сточные воды.

### **Опытнo-промышленное подземное хранилище (ОППХ) как способ утилизации отработанных буровых растворов и шлама**

Опытнo-промышленное подземное хранилище (ОППХ) расположено в д. Лазаревка Речицкого района Гомельской области, находится на балансе Светлогорского управления буровых работ и обслуживается бригадой специалистов.

Отходы бурения (отработанные буровые растворы и засоленный шлам) при проведении буровых работ в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» утилизируются в подземном хранилище в верхней (фаменской) соленосной толще девонских отложений на глубине от 675 до 832 м.

Закачка отходов в подземные резервуары является одним из наиболее экологически чистых способов их захоронения.

Эксплуатация ОППХ осуществляется с 2007 г. Схема геометрической формы ОППХ представлена на рис.4.8.

Объём подземной ёмкости по результатам эхолокационной съемки, выполненной НПО "Поиск" (г. Санкт-Петербург, РФ) 18.05.2006 года составляет 227 тыс. м<sup>3</sup>.

Потолок камеры зафиксирован на уровне 667 метров, дно резервуара на 840 метров.

Более полное представление о геометрии ёмкости даёт её объёмное изображение, представленное на рисунке 4.8. Закачка отходов бурения в подземную ёмкость производится по подвесной (эксплуатационной) колонне диаметром 219 мм. Объём подземной ёмкости в интервале 750 - 840 метров составляет 80- 85 тыс. м<sup>3</sup>.

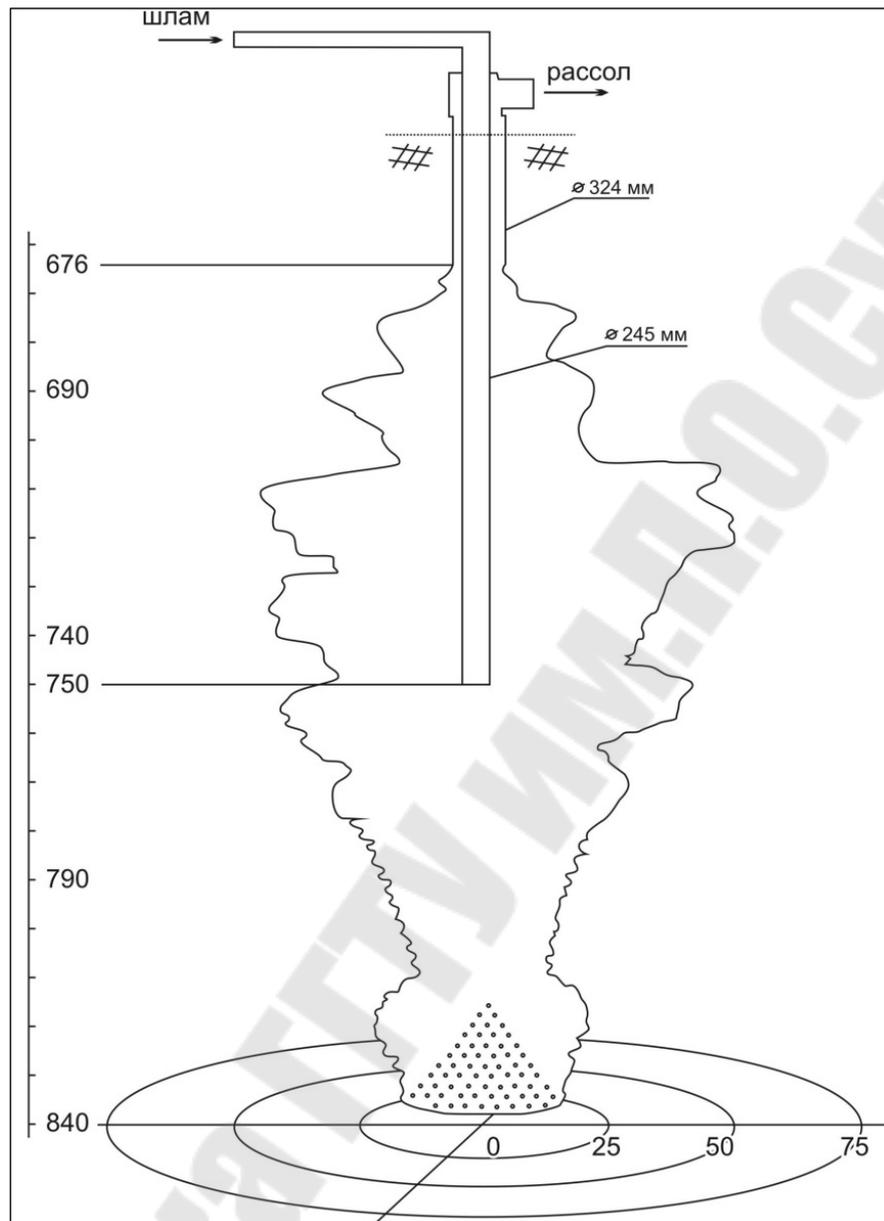


Рис.4.8. Геометрическая форма подземной емкости

Конструкция скважины № 1 ПР следующая (глубина скважины 900 м):

- направление диаметром 630 мм спущено на глубину 10 м и зацементировано до устья;
- техническая колонна диаметром 426 мм спущена на глубину 186 м для перекрытия палеогеновых, меловых и юрских водоносных горизонтов. Колонна зацементирована до устья;
- техническая колонна диаметром 324 мм спущена на 25 м ниже кровли каменной соли на глубину 670 м. Колонна зацементирована до устья;

- подвесная эксплуатационная колонна диаметром 219 мм спущена на глубину 750 м для закачки пульпы в подземный резервуар.

Для контроля за уровнем режимом и химическим составом водоносных горизонтов, содержащих пресную воду, пригодную для хозяйственно-питьевого водоснабжения, и лечебные воды, на площадке размещения подземной ёмкости предусмотрены наблюдательные скважины. Наблюдательные скважины пробурены на палеогеновый, меловой, юрский, триасовый и пермский водоносные горизонты, оборудованы и опробованы до начала строительства (размыва) подземной ёмкости.

Эксплуатационные колонны диаметром 114 мм оборудованы фильтрами или проперфорированы напротив водоносных горизонтов.

Наблюдательные скважины 2н-5н и 130-Р используются для ведения контроля уровней водоносных горизонтов подземных вод с целью контроля гидродинамической обстановки в вышележащих горизонтах в районе ОППХ.

В связи с плохими гидродинамическими свойствами водоносных горизонтов, контролируемых наблюдательными скважинами 3н-5н, всякое техногенное воздействие на данные скважины (а, следовательно, возмущения уровней подземных вод) приводит к длительным нарушениям уровня режима.

В скважины 1н и 130н ведется гидрохимический контроль путем отбора проб. Работы проводятся в рамках локального мониторинга.

Гидродинамический и гидрохимический контроль производится институтом БелНИПИнефть.

Технологическая схема опытно-промышленного подземного хранилища, представленная на рисунке 4.9, позволяет осуществлять следующие операции:

- закачку в подземную ёмкость отходов с целью их захоронения;
- налив рассола NaCl в автоцистерны для отпуска ТУ с последующим приготовлением соленасыщенных буровых растворов после отстоя его в рассолоотстойнике) или закачку его в систему ППД;
- сбор и отстаивание в рассолоотстойнике и налив в автоцистерны отходов нефтепродуктов, выходящих из подземной ёмкости вместе с рассолом;
- периодическую очистку рассолоотстойника от шлама и осадков.

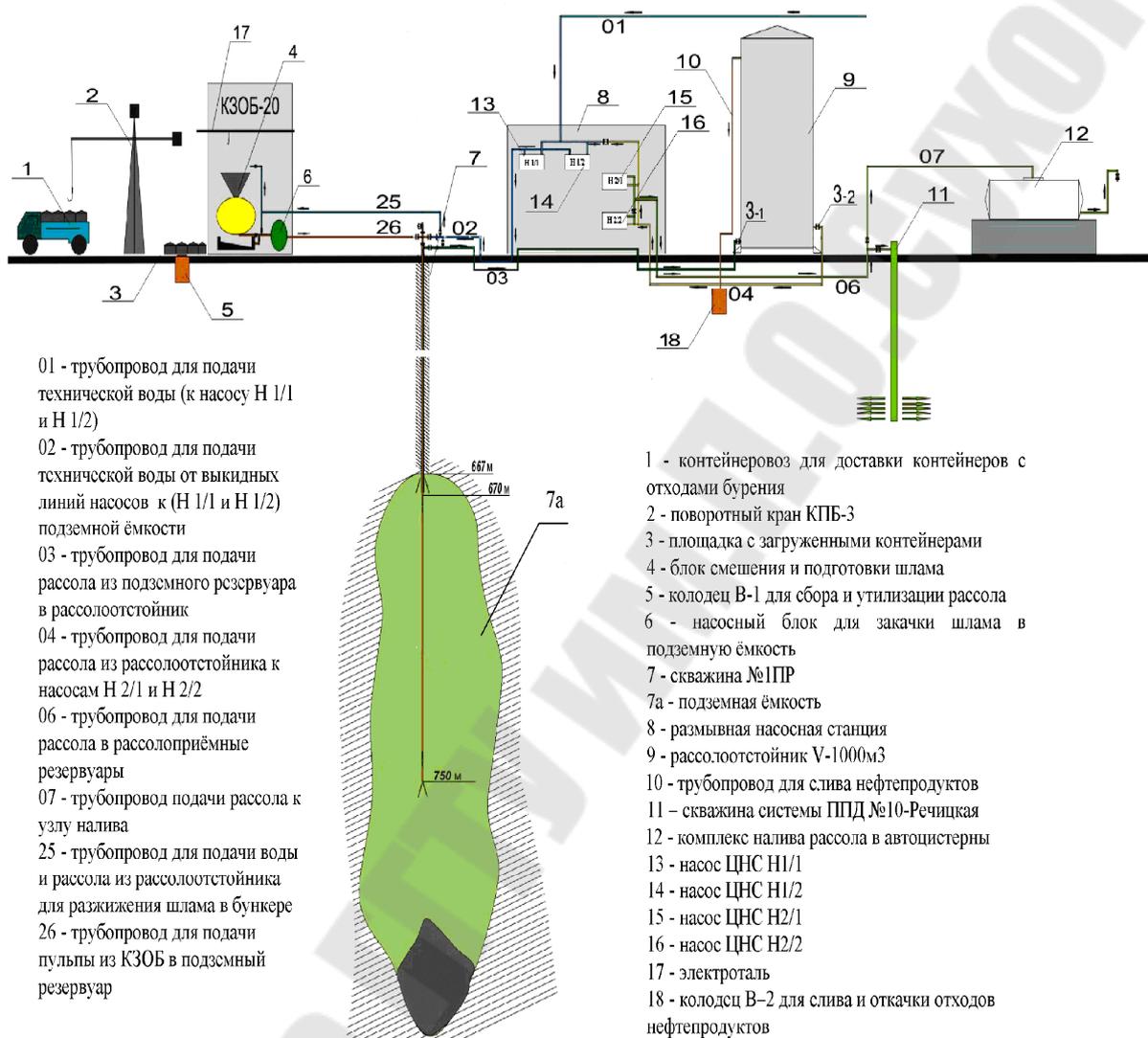


Рис. 4.9 Схема расположения технологических объектов, оборудования и трубопроводных коммуникаций ОПХХ

В таблице 4.2 приведен перечень и краткие характеристики технологических и вспомогательных объектов ОПХХ.

Таблица 4.2

**Перечень и характеристики технологических и вспомогательных объектов ОПХХ**

Наименование и характеристика объекта	Назначение
Наблюдательные скважины 1Н-5Н, 130Н	Контроль за водоносными горизонтами
Рассолоотстойник (металлический резервуар объёмом 1000 м <sup>3</sup> )	Сбор выходящих из скважины № 1 ПР отходов нефтепродуктов и рассола. Отстой жидкости и раздельная подача рассола на отгрузку

	потребителю, а отходов нефтепродуктов в специальный колодец с последующей откачкой их в автоцистерну.
Подземная ёмкость	Захоронение отходов бурения, отбор вытесняемого рассола
Узел нерастворителя (металлический резервуар объёмом 200 м <sup>3</sup> )	Сбор и хранение нерастворителя (дизельного топлива) и разделения его с рассолом
Размывная (водяная и рассольная) насосная станция	Подача воды при размыве подземной ёмкости, а также подача рассола в систему ППД
Узел разгрузки контейнеров	Разгрузка контейнеров с отходами бурения с контейнеровоза
Бункер приёма отходов буения	Перемешивание отходов бурения с водой (подготовка пульпы к закачке в подземную ёмкость)
Шланговый насос	Закачка пульпы в подземную ёмкость
Колодец В-1	Сбор и утилизация разливов рассола
Колодец В-2	Слив и откачка отходов нефтепродуктов

На рисунке 4.10 представлена схема обвязки устья скважины №1 ПР при эксплуатации ОППХ.

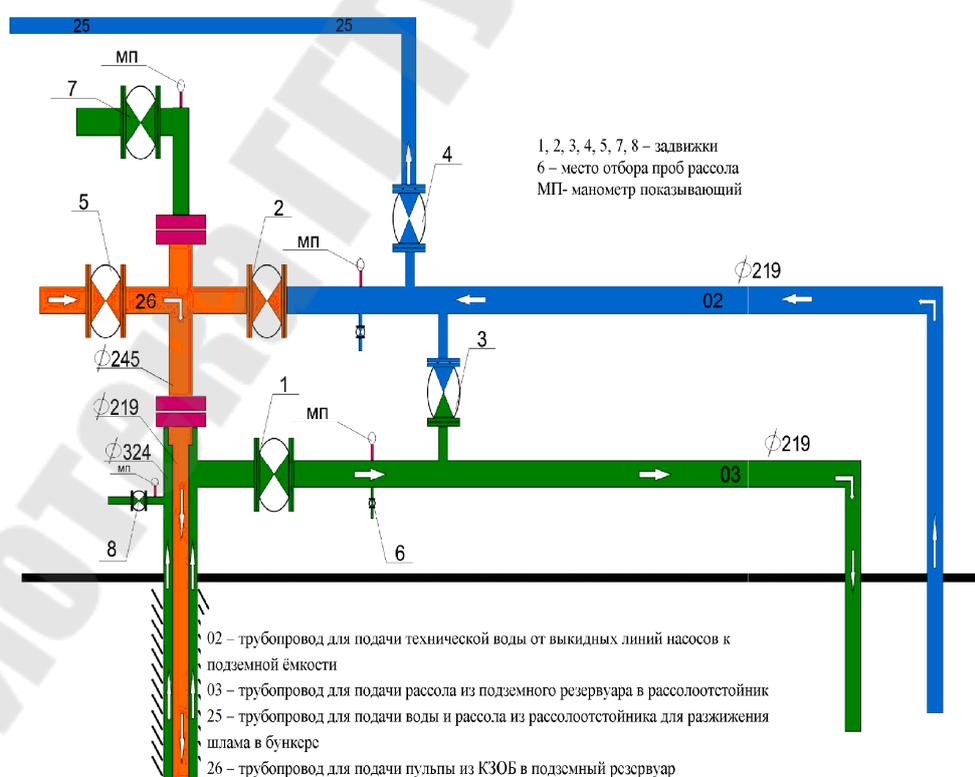


Рис.4.10 Схема обвязки устья скважины №1 ПР при эксплуатации ОППХ

Основное технологическое оборудование, при помощи которого осуществляется приём, подготовка и захоронение отработанных соленасыщенных буровых растворов, шлама и прочих отходов вспомогательных производств нефтедобычи, в подземную ёмкость, собрано в единый комплекс КЗОБ-20, показанный на рисунке. Комплекс захоронения отходов бурения КЗОБ-20 предназначен для приема, подготовки, учета и захоронения отходов бурения методом закачки в подземную ёмкость.

Комплекс КЗОБ обеспечивает:

- приём отходов;
- подготовку отходов к захоронению;
- закачку отходов в подземную ёмкость;
- учёт захороненных отходов;
- защиту оборудования и обслуживающего персонала от атмосферных осадков и ветра.

Основное технологическое оборудование комплекса:

- поворотный кран КПБ-3М;
- таль,двигающаяся по монорельсу;
- приёмная воронка для шлама;
- двухвальный бетоносмеситель МСО 3000;
- насос шланговый VF-80, обеспечивающий закачку отходов в подземную ёмкость;
- весы крановые электронные Tamtron SCS<sup>Plus</sup>, предел измерения – 3200 кг;
- расходомер DFM IV с выводом учёта на компьютер.
- электронная система Mixer Mind (SIMEM) контроля работы узлов МСО 3000.

Технические характеристики комплекса КЗОБ-20 следующие:

Производительность комплекса не менее 4 м<sup>3</sup>/час.

Габаритные размеры укрытия:

- длина - 8000 мм;
- ширина - 6000 мм;
- высота - 9000 мм,

Питание электрооборудования комплекса от сети переменного тока напряжением 380 В, рабочего освещения – 220 В.

Максимальная потребляемая мощность комплекса не более 80 кВт.

Грузоподъемность крана поворотного и тали электрической не менее 30 кН.

Объём бетоносмесителя - не менее 3 м<sup>3</sup>.

Вместимость контейнера для шлама - 1 м<sup>3</sup>.

Насос шланговый VF-80 обеспечивает подачу приготовленной пульпы с размером твёрдых включений до 40 мм:

- производительностью – до 20 м<sup>3</sup>/ч;

- давлением до 1 МПа.

Вышеуказанное оборудование смонтировано в блок, который находится в укрытии.

Укрытие, предназначенное для защиты обслуживающего персонала и оборудования от ветра и атмосферных осадков, состоит из металлического каркаса с обшивкой из оцинкованного профильного листового проката. В конструкции укрытия предусмотрены естественная вентиляция (дефлектор), естественное освещение и искусственное освещение в тёмное время суток. Конструкция укрытия обеспечивает возможность монтажа и демонтажа оборудования в случае необходимости проведения его замены или ремонта.

Электрооборудование комплекса предназначено для управления технологическим оборудованием, имеющим электрический привод, а также для освещения рабочих технологических зон.

Пусковая и защитная аппаратура для управления электрооборудованием комплекса расположена на съёмных панелях управления.

Конструкция комплекса обеспечивает эксплуатацию его при температуре окружающей среды от - 20 до +30°С.

Для проведения СПО и других ремонтных работ в скважине №1ПР подземной ёмкости, на её устье оборудована площадка с дополнительными якорями под установку передвижных подъёмных агрегатов (А60/80, HRI-300).

На основании Сводного плана сетей 0000005-11-ГТ разработчика проекта подземного хранилища «Укрگیпронефтехим» составлена схема существующих трубопроводных коммуникаций на ОППХ.

На рисунке 4.11 показана схема эксплуатации трубопроводных коммуникаций и направление движения жидкостей между объектами ОППХ, действующая в настоящее время. Серым цветом показаны недействующие трубопроводы.

Трубопровод 01 предназначен для перекачки пресной технической воды из водозабора Унорица через размывную насосную

станцию к подземной ёмкости захоронения отходов бурения, а так же для обеспечения технических нужд ОППХ в период его эксплуатации в пределах установленного лимита.

Трубопровод 02 предназначен для подачи технической воды от выкидных линий насосов Н 1/1 и Н 1/2 к подземной ёмкости.

Трубопровод 03 предназначен для транспортирования вытесненного из подземного резервуара рассола через впускную задвижку 3-1 (см. рисунок 4.11) в рассолоотстойник. Проходит транзитом через размывную насосную станцию.

Трубопровод 04 предназначен для подачи рассола из рассолоотстойника к всасывающим патрубкам насосов (Н 2/1 и Н 2/2) размывной насосной станции. Трубопровод 06 служит нагнетательным трубопроводом подачи рассола в рассолоприёмные резервуары.

Трубопровод 07 предназначен для подачи рассола в ёмкость узла налива. Далее автоцистернами рассол транспортируется к месту его повторного использования.

Трубопровод 25 предназначен для подачи рассола из рассолоотстойника в КЗОБ-20 на узел смешивания.

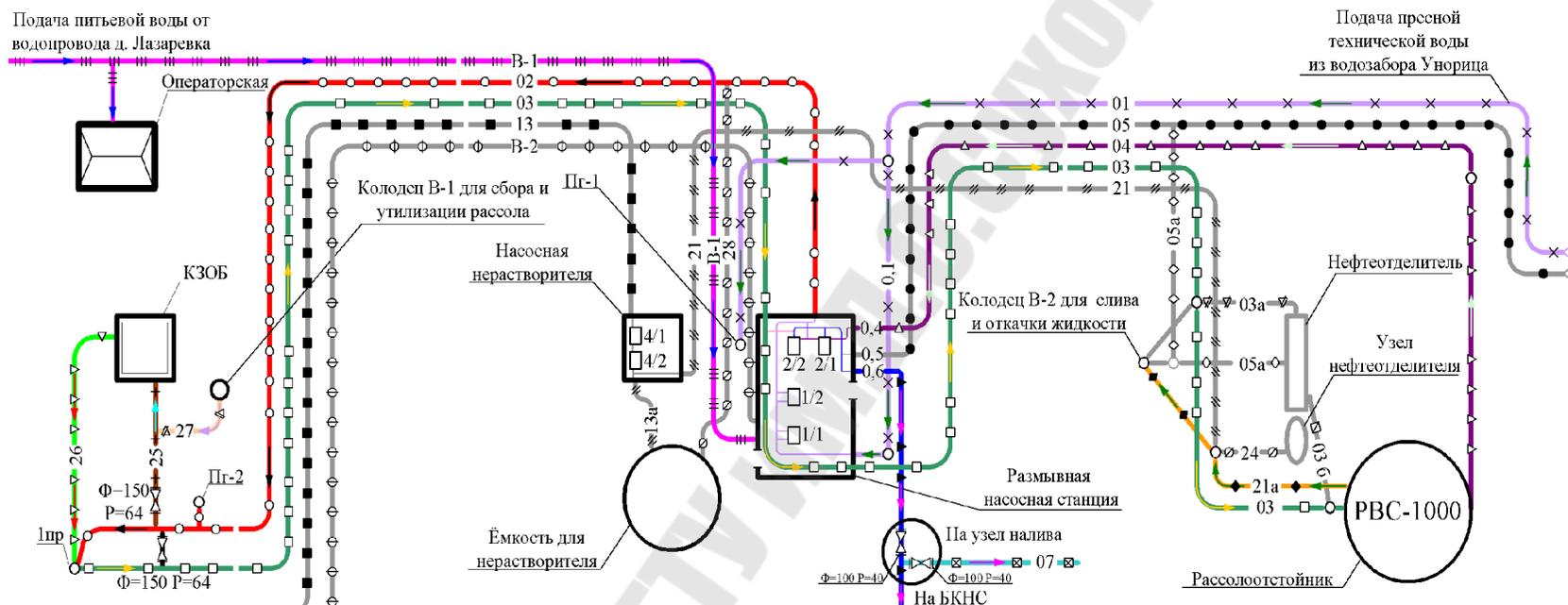
Трубопровод 26 предназначен для подачи пульпы из КЗОБ в подземный резервуар. Трубопровод 27 предназначен для забора рассола из колодца В-1.

Трубопровод 21а предназначен для слива нефтепродуктов из рассолоотстойника в колодец В-2 с последующей их откачкой в автоцистерны.

В качестве запорной арматуры в трубопроводах установлены задвижки:

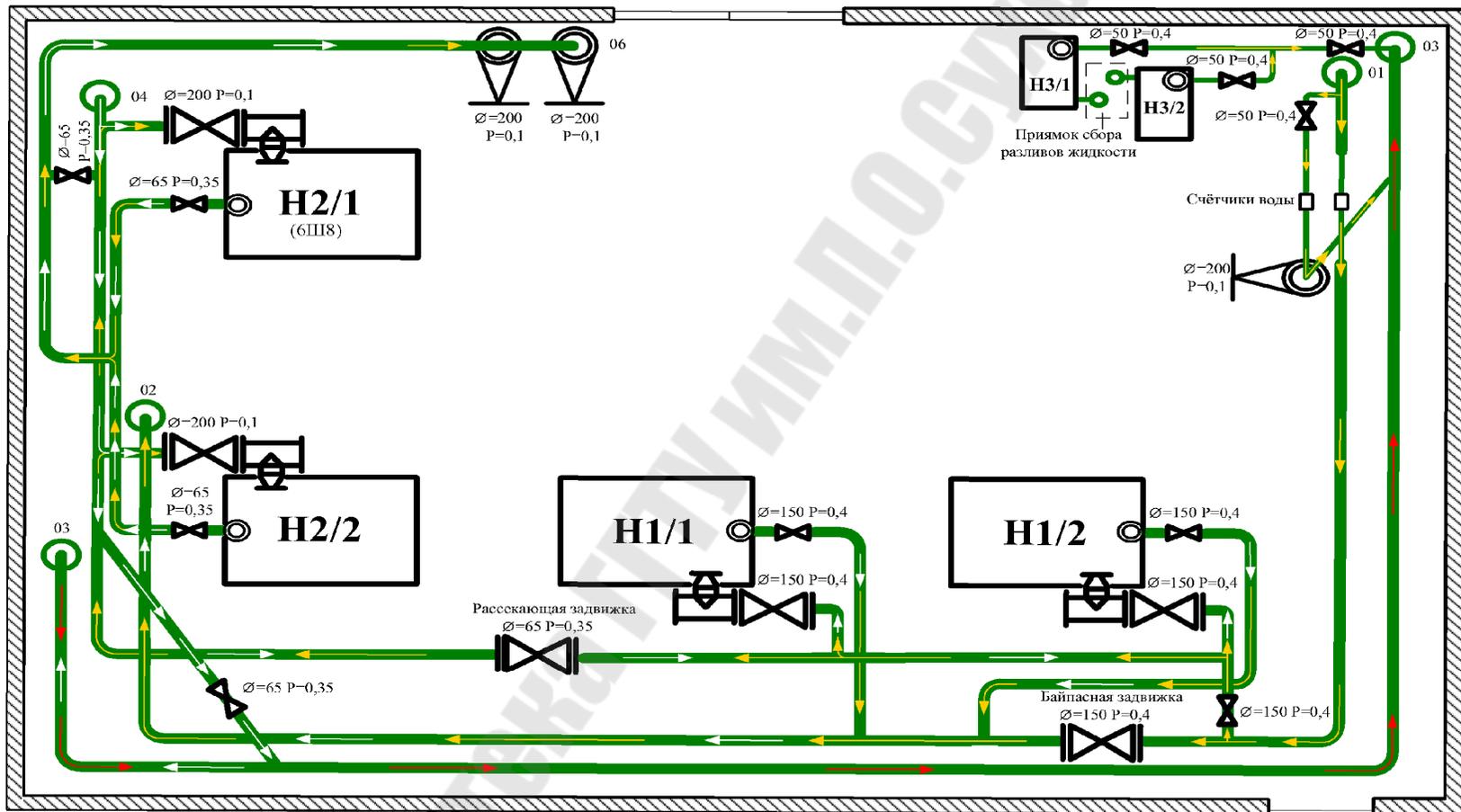
- диаметром – 200 мм	Ч6В	–	0,1	МПа;
- диаметром – 150 мм	С41НЖ	–	0,4	МПа;
- диаметром – 65 мм	ОФК	–	0,35	МПа;
- диаметром – 50 мм	С10НЖ	–	0,4	МПа.

На рисунке 4.12 показана схема расположения трубопроводов и направления движения жидкости в машинном зале размывной насосной станции, насосное оборудование которой в настоящее время используется для перекачки жидкостей согласно схеме эксплуатации трубопроводных коммуникаций между объектами ОППХ, изображённой на рис.4.11.



№ трубопровода	Графич. обозначение	Наименование
01	× × × ×	Трубопровод для подачи технической воды (к насосам Н 1/1 и Н 1/2)
02	○ ○ ○ ○	Трубопровод для подачи технической воды от выкида насосов к подземной ёмкости
03	□ □ □ □	Трубопровод для подачи рассола из подземного резервуара в рассолоотстойник
04	△ △ △ △	Трубопровод для подачи рассола из рассолоотстойника к насосам Н 2/1 и Н 2/2
05	● ● ● ●	Недействующий трубопровод (использовался для подачи рассола от насосов в трубопровод технической воды)
06	▲ ▲ ▲ ▲	Трубопровод для подачи рассола в рассолоприёмные резервуары
07	⊗ ⊗ ⊗ ⊗	Трубопровод для подачи рассола в ёмкость узла налива
13	■ ■ ■ ■	Недействующий трубопровод (использовался для подачи нерастворителя (дизтопливо))
21	/// /// ///	Недействующий трубопровод (использовался для подачи нерастворителя в смеси с рассолом из верхней части рассолоотстойника)
24	○ ○ ○ ○	Недействующий трубопровод (использовался для подачи нефтепродуктов из узла нефтеотделителя)
25	+ + + +	Трубопровод для подачи воды и рассола из рассолоотстойника для разжижения шлама в бункере
26	▽ ▽ ▽ ▽	Трубопровод для подачи пульпы из КЗОВ в подземный резервуар
27	△ △ △ △	Линия для отбора рассола из приёмного колодца №1
28	○ ○ ○ ○	Недействующий трубопровод (использовался для подачи нефтепродуктов из ёмкости нерастворителя к насосам)
03а	▽ ▽ ▽ ▽	Недействующий тр-д (использовался для подачи рассола в смеси с нефтепродуктами из подземного резервуара в нефтеотделитель)
03б	□ □ □ □	Недействующий трубопровод (использовался для подачи рассола из нефтеотделителя в рассолоотстойник)
05а	○ ○ ○ ○	Недействующий трубопровод (использовался для смыва осадка из нефтеотделителя в рассолоотстойник)
13а	/// /// ///	Недействующий трубопровод (использовался для подачи нерастворителя к насосам Н 4/1 и Н 4/2)
21а	● ● ● ●	Трубопровод для отбора нефтепродуктов из рассолоотстойника в колодец №2
V-1	— — — —	Трубопровод для подачи питьевой воды
V-2	○ ○ ○ ○	Недействующий трубопровод (использовался для подачи питьевой воды)

Рис.4.11 Схема эксплуатации трубопроводных коммуникаций между объектами ОПХ



Примечание - Значения предельных давлений на задвижках (P) в МПа.

Рис.4.12. Схема расположения трубопроводов и возможные направления движения жидкостей в размывной насосной станции

Насосы ЦНЦ-60-330 (Н 1/1 и Н 1/2) предназначены для подачи воды (с водозабора Унорица по трубопроводу 01 до байпасной задвижки, далее по трубопроводу 02) под давлением (до 3,6 МПа) к подземной емкости захоронения отходов бурения.

Насос 6Ш8 (Н 2/1) предназначен для подачи рассола из рассолоотстойника через его верхнюю выкидную задвижку 3-2 (см. рисунок 2) к узлу налива рассола. Также насосом 6Ш8 (Н 2/1) смесь рассола с осадком и шламом может подаваться из рассолоотстойника через нижнюю выпускную задвижку 3-1 по трубопроводу 03 в подземную ёмкость захоронения отходов бурения.

Насос ЦНС-60-330 (Н 2/2) предназначен для подачи рассола из рассолоотстойника через его верхнюю выкидную задвижку 3-2 в рассолоприемные резервуары.

Насосы ВК-1,5 (Н 3/1 и Н 3/2) предназначены для откачки разливов жидкости (воды и рассола) из сборного приямка (см. рисунок 5) по трубопроводу 03 в рассолоотстойник. Подача воды к подземному резервуару осуществляется транзитом через машинный зал размывной насосной станции.

В подземную емкость можно закачать рассол из рассолоотстойника под давлением до 3,6 МПа, подачей его через рассекающую задвижку к всасывающим патрубкам насосов Н 1/1 и Н 1/2.

В период опытно-промышленной эксплуатации подземного хранилища обслуживающий персонал ОППХ осуществляет:

- контроль состояния технологического оборудования, комплекса эксплуатационных средств автоматизации и измерений ОППХ;
- замер и учёт суточных расходов: суммарного количества закачиваемой пульпы; отбираемого из подземной ёмкости рассола;
- замер плотности отходов бурения перед захоронением и визуальный осмотр их на наличие нефтепродуктов;
- периодический отбор проб рассола, вытесняемого из подземной ёмкости и из рассолоотстойника перед закачкой в скважину системы ППД, для передачи на анализ в БелНИПИнефть;
- контроль за уровнем режимом водоносных горизонтов по сети наблюдательных скважин;
- ведение учётной документации.

Отдел экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть проводит аналитический (лабораторный) контроль подземных вод в районе расположения ОППХ.

Гидрогеологическую ситуацию в водоносных горизонтах системы наблюдательных скважин ОППХ, мониторинг химического состава подземных вод и оценку их совместимости с пластовыми водами нефтяных месторождений производит лаборатория нефтепромысловой гидрогеологии БелНИПИнефть.

«Миксер Майнд» – электронная система, созданная фирмой SIMEM специально для контроля работы основных узлов двухвальных бетоносмесителей модели MSO, что значительно облегчает их эксплуатацию и позволяет диагностировать техническое обслуживание.

«Миксер Майнд» представляет собой систему датчиков, контролирующих температуру, давление и уровень масла, а также состояние узлов и механизмов в двигателях, редукторе и системе автоматической подачи масла. Датчики расположены на бетоносмесителе и соединены с контрольной панелью, находящейся в шкафу управления, так что обслуживающий персонал сразу может определить, правильно ли работает бетоносмеситель. Как только происходит отклонение, от какой либо из предварительно установленных минимальных или максимальных величин, подается предупредительный сигнал. Кроме того, Миксер Майнд имеет три сервисных таймера, которые показывают, когда следует выполнить те или иные регламентные работы. Это сокращает затраты времени и средств на техническое обслуживание, а также увеличивает срок службы бетоносмесителя и его основных узлов.

Транспортировка отходов бурения, как и отходов вспомогательных производств нефтедобычи, осуществляется автотранспортом в технологических контейнерах или в автоцистернах. Приемка отходов бурения на площадке 3 ОППХ (см. рисунок 4.9) производится на основании сопроводительного паспорта. Сопроводительный паспорт оформляет мастер буровой бригады в двух экземплярах и передает перевозчику.

При доставке отходов бурения на ОППХ, измеряется их масса и проставляется в сопроводительный паспорт. Ответственным за прием отходов бурения на ОППХ в сопроводительном паспорте делается отметка о получении отходов и на основании данных из

сопроводительного паспорта производится запись в Книге учета отходов бурения по форме.

Сопроводительный паспорт с отметкой получателя возвращают мастеру буровой бригады, который регистрирует его в журнале регистрации сопроводительных паспортов перевозки отходов.

Вес отходов бурения измеряют при помощи крановых весов 8, установленных на крюке крана КПБ-3М, при разгрузке контейнеров с автотранспорта на приёмную площадку.

Перед загрузкой отходов бурения в двухвальный бетоносмеситель машинист с панели управления 12 краном КПБ-3М, расположенным в укрытии 3 КЗОБ-20 подает контейнер с отходами в зону действия электрической тали 2. Затем при помощи тали, передвигающейся по монорельсу, машинист перемещает контейнер внутрь укрытия и осуществляет выгрузку отходов в приёмную воронку 6.

После выгрузки отходов в воронку 6, при закрытом затворе 10 машинист производит мойку контейнера и подает дополнительное количество рассола или воды в воронку (в зависимости от содержания твердой фазы в отходах) для разжижения отходов бурения.

Далее машинист включает бетоносмеситель и открытием затвора 10 подает в бетоносмеситель содержимое воронки. В бетоносмесителе пульпа перемешивается и таким образом готовится к закачке в подземную ёмкость. Утечки из бетоносмесителя собираются в ёмкость 7.

Перед включением насоса 5 (см. рисунок 3) на линии 01 (см. рисунок 4.10) подачи пульпы в подземную ёмкость открывается задвижка 5. Насосом 5 приготовленная пульпа из бетоносмесителя подаётся в подземную ёмкость.

При закачке пульпы в подземную ёмкость, задвижки 2, 3 (см. рисунок 4.10) должны быть постоянно закрыты, а задвижка 1 - постоянно открыта, при этом рассол, выходящий из подземной ёмкости по трубопроводу 03, поступает в рассолоотстойник 9 (см. рисунок 4.9).

Количество закачанной пульпы и рассола, выходящего из подземной ёмкости, измеряется расходомерами, показания которых поступают на компьютер, установленный в помещении оператора, где они и регистрируются.

Подготовка и закачка отходов бурения из последующих контейнеров производится аналогично описанному выше способу.

Соответствие характеристик доставленных отходов бурения регламентированным параметрам контролируется лабораторией ОППХ. При приемке отходов отбираются пробы из каждого контейнера для определения плотности отходов, визуально проводится определение наличия в них нефтепродуктов. Лаборатория ОППХ делает заключение о пригодности поступающих отходов бурения к захоронению в подземной емкости. Также лаборатория осуществляет отбор проб рассола, выходящего из подземной ёмкости через пробоотборник 6 с периодичностью два раза в месяц и передает их в ЦЛАИ БелНИПИнефть.

В конце каждой смены необходимо производить уборку и смыв разлившихся отходов в колодец 5, из которого, по мере его заполнения, производится откачка отходов в подземную ёмкость.

Частицы отходов с плотностью 1800 - 2000 кг/м<sup>3</sup> после закачки их в подземную ёмкость, заполненную рассолом, практически сразу осаждаются на дно ёмкости. Самые мелкие частицы глины с плотностью 1300-1500 кг/м<sup>3</sup> при закачке их в подземную ёмкость, образуют в среде рассола NaCl "облако" ниже башмака подающей колонны диаметром 219 мм, осаждение которых на дно ёмкости происходит через 4-7 часов. Это позволяет получать практически чистый рассол на выходе из подземной ёмкости.

Кроме контейнерной перевозки, возможна также транспортировка со скважин отходов бурения с содержанием твёрдой фракции до 20% автоцистернами.

При этом закачка отходов бурения происходит следующим образом:

Автоцистерна подъезжает к насосному блоку 6, подсоединяются гибкие шланги - патрубки к всасывающей линии насоса, открываются вентили в автоцистерне и включается насос в насосном блоке 6, который по трубопроводу 01 подаёт отходы бурения в подземную ёмкость 7. При этом из подземной ёмкости 7 рассол NaCl по трубопроводу 03 поступает в рассолоотстойник, где происходит его накапливание и отстаивание.

В процессе эксплуатации ОППХ периодически возникают ситуации, когда между выполненной и предстоящей закачками проходит значительное время (перерыв более одних суток). При этом из-за присутствия в отходах бурения смазывающих добавок, нефтепродуктов, различных видов кольматантов (опилки, кожа, кожкартон) и других материалов и жидкостей меньшей плотности по

отношению к рассолу, происходит их всплытие в верхнюю часть подземной ёмкости (к потолочине), а так же перетекание в межтрубное пространство. В этих случаях без принятия специальных мер (технологических операций) межтрубное пространство может быть заблокировано этими включениями.

С целью профилактики проходимости межтрубного пространства перед очередной закачкой отходов бурения необходимо:

- проверить, открыта ли задвижка № 1 на линии подачи рассола 03. (Задвижка № 1 на трубопроводе 03 постоянно должна быть открыта, независимо от того, производится закачка или нет);

- закрыть задвижки №№ 4, 5;

- открыть задвижку № 2 на линии подачи воды 02;

- определить и зафиксировать уровень жидкости в рассолоотстойнике 9;

- используя насос Н1/1 (поз. 13) или Н1/2 (поз. 14) размывной насосной станции 8, (см. рисунок 4.9) произвести закачку рассола в объёме от 60 до 100 м<sup>3</sup> из рассолоотстойника 9 в подземную ёмкость 7а скв. №1 ПР;

- после закачки рассола в подземную ёмкость вновь определить уровень жидкости в рассолоотстойнике 9;

- сравнить уровни жидкости в рассолоотстойнике до и после закачки рассола в скв. №1 ПР. При наличии циркуляции уровень жидкости в рассолоотстойнике должен быть неизменным.

Факт несовпадения уровней жидкости в рассолоотстойнике до и после закачки рассола в подземную ёмкость свидетельствует о блокировании межтрубного пространства включениями отходов бурения. В этом случае необходимо немедленно принять следующие специальные меры по очистке межтрубного пространства:

- произвести дополнительную закачку рассола в подземную ёмкость с повышенной производительностью (двумя насосами);

- произвести обратную (через межтрубное пространство) закачку рассола в подземную ёмкость объёмом от 60 до 100 м<sup>3</sup>;

- при отсутствии положительного эффекта от применения двух первых мероприятий следует произвести очистку затрубного пространства с применением колтюбинговой установки.

В случае успешного проведения работ по очистке межтрубного пространства одним из рекомендуемых способов появляется циркуляция при закачке рассола. С целью полной очистки межтрубного пространства необходимо обеспечить закачку рассола в

подземную ёмкость (при различных режимах промывки) до тех пор, пока при контрольной закачке в режиме нормальной эксплуатации уровень жидкости в рассолоотстойнике будет неизменным.

Если меры по очистке межтрубного пространства оказались безуспешными, то должно быть рассмотрено решение о подъёме обсадной колонны.

### **Проведение технологических операций по закачке рассола NaCl в скважины системы ППД или налив его в автоцистерны**

Объем выходящего из подземной ёмкости 7 рассола NaCl, должен соответствовать объёму закачанной в неё пульпы.

Рассол, выходящий из подземной ёмкости 7 по трубопроводу 03 попадает в рассолоотстойник 9 (см. рисунок 4.9), где происходит его накопление, отстаивание и разделения на чистый рассол и смесь нефтепродуктов. После накопления рассола в рассолоотстойнике 9 до уровня примерно 9,6 м (датчик предельного уровня срабатывает при уровне 9,6 м), рассол по линии 04 подается в насосную размыва 8, где насосом 2/2 откачивается по линии 06 для нужд ППД в скважину №10 Речицкая (по согласованию с НГДУ «Речицанефть») или по линии 07 в узел налива в автоцистерны.

Подача рассола в ёмкость узла налива 12, далее в автоцистерны осуществляется после производства ЦЛАИ БелНИПИнефть анализов и заключения на пригодность его применения лабораторией нефтепромысловой гидрогеологии БелНИПИнефть.

### **Сбор и налив нефти и нефтепродуктов, выходящих из подземной ёмкости**

Согласно технологической характеристике в отходах бурения допускается содержание до  $50 \text{ г/м}^3$  отходов нефтепродуктов. Выходящий из подземной ёмкости 7а скважины №1 ПР рассол может содержать смесь частиц нефти, нефтепродуктов, а также нерастворителя, использованного при размыве подземной ёмкости, которые накапливаются в верхней части рассолоотстойника 9. После накопления смеси отходов нефтепродуктов до высоты 1,5 м над уровнем рассола (по показаниям датчиков) производится её слив через верхний патрубок 10 из рассолоотстойника 9 в колодец В-2 (см. рисунок 4.9), с последующей откачкой в автоцистерну. В дальнейшем собранная смесь отходов нефтепродуктов подлежит сдаче в РУП

«Белоруснефть - «Гомельоблнефтепродукт» или, в случае соответствия её качества ТУ 38.401-58-296-2005 (по результатам лабораторных испытаний), использованию для нужд РУП «Производственное объединение «Белоруснефть».

#### **4.3 Техника и технология обезвреживания и утилизации попутных сточных вод нефтяных месторождений**

Загрязнение почвы и воды может происходить и при добыче, сборе, подготовке, транспорте и хранении нефти, газа и воды.

Однотрубная герметизированная система сбора имеет несомненные преимущества с точки зрения охраны окружающей среды.

Применение герметизированных однотрубных систем сбора продукции скважин и блочного оборудования позволяет все процессы, связанные с выделением газа из нефти, подготовкой нефти, газа и воды, сосредоточить на установках, расположенных в одном центральном пункте.

Система сбора нефти на промыслах является источником загрязнения водных ресурсов и почвы. Это обусловлено:

- ✓ большой протяженностью трубопроводной сети, которая достигает 100 км для среднего промысла;
- ✓ невозможностью практически предугадать место порыва коллекторов;
- ✓ невозможностью обнаружить мгновенно порывы коллекторов, особенно небольшие.

В итоге объемы разлитой нефти, как правило, превышают объем остальных загрязнений.

Внедрение герметизированных систем сбора и транспорта нефти, хотя в значительной степени и снижает вероятность коррозии оборудования и коммуникаций, однако при подготовке нефти и воды герметизация часто нарушается вследствие коррозии, что приводит к утечке нефти и пластовых вод и загрязнению тем самым объектов окружающей среды.

Территория нефтепромыслов может загрязняться из-за неплотности в промысловых нефтепроводах и водоводах (утечки через сальники задвижек, фланцевые соединения, коррозия, эрозия, механические повреждения тела трубы и т. д.).

Работа промыслового оборудования в нефтяной

промышленности происходит в крайне неблагоприятных условиях. Наряду с почвенной коррозией весьма существенное коррозионное воздействие на оборудование оказывает продукция самой скважины.

Узлы промысловой подготовки нефти (газосепарация, предварительный сброс пластовой воды, блоки обезвоживания и обессоливания) и общепромысловые резервуарные парки являются конечными пунктами сбора и транспорта нефти на промыслах. Обычно они располагаются на одной территории и объединяются в одно хозяйство. Поэтому канализация резервуарных парков и деэмульсационных установок также объединяются в общую систему.

При эксплуатации этих установок источниками загрязнения могут быть переливы и продукты, накапливающиеся в отстойной аппаратуре, резервуарах, которые составляют 0.5 – 12 г/т подготовленной нефти.

Остатки подготовки нефти, нефтяные шламы, значительно отличаются по физико-химическим свойствам от самой нефти, и требуют периодического удаления из аппаратуры, что осуществляется при чистке аппаратов и сопровождается загрязнением территории.

Для интенсификации процессов разрушения эмульсии на установках подготовки нефти и даже в отдельные скважины дозируются поверхностно-активные вещества (ПАВ) — деэмульгаторы.

Деэмульгаторы (химические реагенты с большой поверхностной активностью) — могут быть использованы при всех способах разрушения водонефтяных эмульсий: механических (отстой, фильтрация, центрифугирование), термических (подогрев, промывка горячей водой), электрических (обработка в электрическом поле постоянного или переменного тока) и т.д. Их применение позволяет улучшить качество товарной нефти, упростить технологический процесс, сократить время отстоя, осуществить предварительный сброс основной массы воды из эмульсии и способствует более полной очистке отделившейся воды от нефти и взвешенных частиц.

При подготовке нефти используют анионоактивные и неионогенные ПАВ: блоксополимеры окиси этилена и пропилена, оксиэтилированные амины, СЖК, высшие жирные спирты и алкилфенолы.

Основными **источниками** загрязнения окружающей среды при эксплуатации систем сбора и транспорта продукции скважин на нефтяных месторождениях являются следующие сооружения и

объекты нефтепромыслов:

**Устья скважин и прискважинные участки**, где разлив нефти, пластовых и сточных вод происходит из-за нарушений герметичности устьевого арматуры, а также при проведении работ по освоению скважин, капитальному и профилактическому ремонту.

**Трубопроводная система** сбора и транспорта добытой жидкости из пласта и закачки сточных вод в нагнетательные скважины из-за неплотностей в оборудовании, промышленных нефтесборных и нагнетательных трубопроводах.

**Резервуарные парки и дожимные сборные пункты**, где разлив добытой жидкости происходит при спуске из резервуаров сточных вод, загрязненных осадками парафино-смолистых отложений, переливах нефти через верх резервуаров.

**Земляные амбары, шламонакопители и специальные площадки**, в которые сбрасываются осадки с резервуаров и очистных сооружений, представляющие отложения тяжелых фракций нефти, парафино-смолистых веществ и всевозможных примесей, насыщенных нефтью, нефтепродуктами и химреагентами, а также твердых минеральных примесей. В этих шламах могут содержаться до 80 – 85 % нефти, до 50 % механических примесей, до 70 % минеральных солей и до 5 % поверхностно-активных веществ.

Факельные установки предназначены для сжигания некондиционных газов, образующихся при пуске, продувке оборудования или в процессе работы, дальнейшая переработка которых экономически нецелесообразна или невозможна. С факельных устройств, котельных, нагревательных печей в качестве продуктов сгорания в окружающую среду выбрасываются оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, сажа.

Основная цель водоохранных мероприятий на предприятиях нефтегазокомплекса — минимизация вредного воздействия на водную среду путем эффективной очистки бытовых и производственных сточных вод.

(Схема водоснабжения предприятия.) Водоочистные сооружения включают сбор, очистку сточных вод, контроль качества очистки и сброс очищенных вод.

Еще раз отметим: циркуляция воды позволяет уменьшить количество воды, забираемой из внешнего источника; свести к минимуму объемы сбрасываемых стоков, то есть организовать экологически более совершенную систему.

Существует большое разнообразие технологий очистки стоков и, соответственно, очистных сооружений. Эффективность их различна.

Выбор метода очистки зависит от типа загрязняющих веществ.

**Механические методы очистки сточных вод** используют гравитационные и центробежные силы для очистки сточных вод от загрязняющих веществ.

Мелкодисперсные загрязняющие частицы отделяются фильтрованием.

Грубодисперсные загрязняющие вещества (минеральные и органические) выделяют отстаиванием и разделением в поле центробежных сил на гидроциклонах или центрифугах.

К оборудованию, использующему метод отстаивания, относятся песколовки, буферные резервуары, нефтеловушки, отстойники или пруды.

**Физико-химические методы очистки сточных вод.** К ним относятся методы флотации, коагуляции. Физико-химические методы позволяют интенсифицировать отделение взвешенных частиц минеральных и органических загрязняющих веществ, позволяют извлекать из стоков необходимые компоненты (экстракция, сорбция и др.).

Флотация — способ удаления из сточных вод загрязняющих веществ (эмульгированной нефти, нефтепродуктов, твердых минеральных загрязнителей, которые не задерживаются в нефтеловушках) за счет прилипания частиц примесей к пузырькам воздуха и выносу загрязненных веществ вместе с ними.

**Биологические методы очистки.** Для удаления из сточных вод растворенных органических веществ часто применяют биологическое окисление в природных или искусственных условиях

Биохимическую очистку проводят на станциях биохимической очистки, имеющих пропускную способность 50 – 100 м<sup>3</sup>/сут, после механической и физико-механической очистки.

Могут быть испытаны различные микроорганизмы-деструкторы (аэробные бактерии), иммобилизованные на твердых частицах, способные «поедать» органические вещества, содержащиеся в сточных водах.

**Технология путевого сброса воды.** В технологическом плане специалисты АНК Башнефть предлагают осуществлять путевой сброс воды, то есть осуществлять отбор воды во всех точках

технологической схемы, где она выделяется в виде свободной фазы — в сборных коллекторах, на пониженных участках трассы, где скапливается вода, сепараторах на ДНС, вблизи кустовых насосных станций системы ППД (рисунок 4.13).

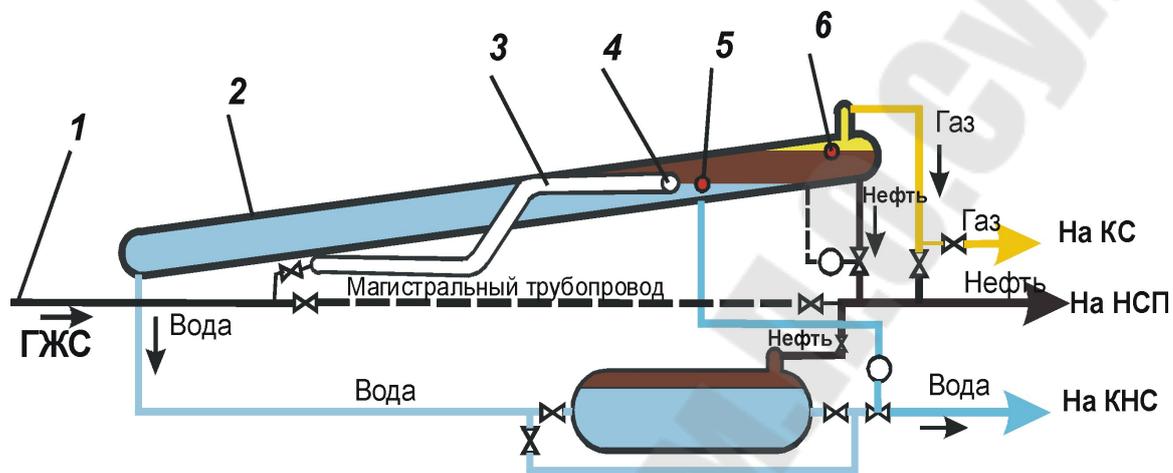


Рис. 4.13 Принципиальная схема установки путевого сброса воды: 1 – нефтегазопровод; 2 – трубный разделитель; 3 – успокоительный коллектор; 4 – вход успокоительного коллектора в трубный разделитель; 5, 6 – датчики уровня; 7 – отстойник воды

Это приводит к уменьшению коррозии, снижению нагрузки на отстойники, печи, предотвращает возможность повторного диспергирования, что позволяет облегчить подготовку и повысить качество воды для закачки в пласт.

В качестве водоотделителей при путевом сбросе воды используются трубные водоотделители (ТВО) (сброшенная вода используется непосредственно на месторождении).

Степень очистки воды от нефти: до 20 – 60 мг/л. Для более глубокой очистки воды трубные водоотделители применяются в сочетании с отстойниками воды.

### **Технологическая схема сооружений системы СОТЭС (система сбора, очистки и транспортировки промдождевых стоков).**

**Промышленно-дождевые стоки** – производственные сточные воды, образующиеся после промывки технологического оборудования (резервуары, насосы, трубопроводы); сточные воды, поступающие от административно-лабораторных зданий, котельных, гаражей, цехов по ремонту оборудования, складских помещений и

т.д.; атмосферные сточные воды с территорий объектов предприятий РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», образующиеся вследствие дождей и таяния снега.

Система СОТПС расположена в Речицком районе Гомельской области на участке площадью 1,87 га с северной стороны от существующего ограждения УПН НГДУ «Речицанефть».

Номинальная производительность системы СОТПС составляет 400 м<sup>3</sup>/ч, при этом объем очищенных промдождевых стоков, перекачиваемых с установки в парк очистных сооружений УПН НГДУ «Речицанефть» предусмотрен на уровне 100 м<sup>3</sup>/ч.

Система СОТПС позволяет улавливать в год до 580 м<sup>3</sup> нефтепродуктов и до 2190 м<sup>3</sup> взвешенных частиц, что при годовом расходе промдождевых стоков 3500 тыс. м<sup>3</sup> обеспечивает соответствие качества отводимых сточных вод требованиям ТНПА РУП «Производственное объединение «Белоруснефть».

Технологическая схема очистных сооружений промдождевых стоков спроектирована с учетом состава загрязнений, количества поступающих стоков, требуемой степени очистки и метода утилизации осадка. В системе СОТПС предусмотрено три ступени очистки промдождевых стоков:

- песколовка с нефтеулавливающим устройством;
- двухсекционная нефтеловушка;
- нефтеловушка тонкой очистки (доочистка стоков)

В состав системы СОТПС входит следующее оборудование и сооружения:

*щелевые решетки* – металлические решетки, установленные на поверхности канализационных подземных колодцев, расположенных на территории промышленной зоны предприятия. Щелевые решетки предназначены для задержания и измельчения грубых фракций загрязнений промливневых стоков. Загрязнения, задержанные на прутьях решеток, удаляются вручную граблями или специальными устройствами;

*комплексные насосные станции (КНС-5,6)* – насосные станции, оснащенные консольными насосами (рабочий и резервный) и вспомогательным оборудованием (трубопроводы, задвижки, КИПиА, средства автоматизации). Предназначены для прокачки предварительно очищенных промдождевых стоков (насосы марки AMOREX KRTF 100-250/74 UG-S) и перекачки очищенных стоков для технологических нужд системы СОТПС и на УПН НГДУ

«Речицанефть (насосы марки Wilo Norm NP-65/200V-22/2, Wilo Norm NP-80/200V-5/4). Управление насосами осуществляется с помощью пульта управления по сигналам датчиков уровня;

*камеры гашения* – подземный колодец (бетонная подземная емкость  $V=6 \text{ м}^3$ ), предназначенный для гашения напора промдождевых стоков (разрыв струи потока, выравнивание по расходу, уменьшение скорости потока), которые поступают по напорному трубопроводу после камеры переключения трубопроводов или КНС;

*двухсекционная песколовка с круговым движением промливневых сточных вод* – подземный резервуар, предназначенный для задержания минеральных грубых взвешенных веществ, что способствует улучшению работы последующих очистных сооружений системы СОТПС и облегчает их эксплуатацию. Каждая секция песколовки представляет собой подземную конусообразную емкость из монолитного железобетона диаметром 6 метров в верхней части на уровне земли и 2 метра в нижней части на глубине 5,5 метра. Принцип действия песколовки гравитационный, отделение примесей производится за счет их осаждения как наиболее тяжелой части взвешенных веществ;

*подземные резервуары (аккумулирующие емкости)* – подземные резервуары, выполненные из монолитного железобетона; стены из сборных железобетонных панелей высотой 4,8 метра, перекрытие железобетонными ребристыми плитами. Предназначены для упрощенного отстоя, уплотнения и временного хранения взвеси (песка) и дальнейшей транспортировки промдождевых стоков. В отстойниках путем осаждения (под действием гравитационной силы) происходит задержание более мелких взвешенных частиц (песка);

*двухсекционная нефтеловушка* – предназначена для отделения нефтепродуктов и осаждения взвешенных частиц (песка). Конструктивно представляет подземный резервуар горизонтального типа с двумя секциями, монолитным железобетонным днищем и стенами из сборных железобетонных панелей высотой 2,4 метра.

*песковые площадки* – представляют открытые земляные площадки, состоящие из одного или двух отделений, с днищем из мягкой глины, на которое по всей площади с определённым интервалом укладываются дренажные трубопроводы и сверху засыпается дренажный слой (песок, щебень);

*нефтеборщик серии АСН-4* – предназначенная для сбора и перекачки нефтепродуктов (производство компании «Cotex-M» г.Минск). Принцип действия основан на налипании нефтепродуктов на металлические диски, нефтепродукты очищаются с дисков с помощью скребков в приемный бункер, далее встроенным насосом перекачиваются в отдельную емкость.

Промдождевые стоки предприятий РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» (рис.4.14) по существующей канализационной системе собираются и аккумулируются на территории предприятий, и по мере накопления насосами транспортируются на очистные сооружения системы СОТПС. Проходя через камеру переключения трубопроводов (КК-1), промдождевые стоки направляются на очистные сооружения системы СОТПС; после их очистки насосами транспортируются в парк очистных сооружений УПН НГДУ «Речицанефть» (РВС 12-17), далее в систему ППД НГДУ «Речицанефть».

Промдождевые стоки, поступающие на очистные сооружения системы СОТПС, проходят камеру гашения напора (КГ-1), далее самотеком направляются в 2-х секционную песколовку (1) производительностью 830 м<sup>3</sup>/ч. Песколовка выполняет роль гидроциклона, что обеспечивает осаждение наиболее тяжелых взвешенных частиц и всплытие 30-40 % нефтепродуктов. Технологической схемой предусмотрена одновременная работа двух либо только одной секции, что обеспечивается установкой отключающих затворов на подводящих и отводящих лотках. После всплытия нефтепродукты собираются механизировано с помощью механизированного оборудования (скребков).

Из песколовки предварительно очищенные промдождевые стоки самотеком по трубопроводам через распределительные колодцы поступают в две аккумулирующие емкости (подземные резервуары 2.1, 2.2) объемом 2500 м<sup>3</sup>

Предусматривается функционирование одновременно двух либо только одного подземного резервуара, что регулируется установкой на подводящих и отводящих трубопроводах секущих задвижек.



Из подземных резервуаров (2.1, 2.2) промдождевые стоки самотеком по трубопроводам поступают на прием КНС-1 (5), производительностью 162 м<sup>3</sup>/ч, оснащенной двумя насосами (рабочий и резервный) марки AMOREX KRTF 100-250/74 UG-S. Включение и отключение насосов производится автоматически по мере накопления жидкости в емкостях, резервный насос включается при невключении рабочего. Предусматривается одновременная работа двух насосов в случае достижения максимального уровня промдождевых стоков в подземных резервуарах (2.1-2.2). Сигналы о работе насосов КНС-1 (5) выводятся на пульт управления, размещенный в КНС-2 (6).

Из КНС-1 (5) промдождевые стоки по напорным трубопроводам транспортируются в камеру гашения напора (КГ-2), далее самотеком поступают в двухсекционную нефтеловушку (3) производительностью 162 м<sup>3</sup>/ч. На выходе из нефтеловушки содержание нефтепродуктов снижается до 150 мг/л, взвешенных веществ до 300 мг/л.

Уловленные нефтепродукты в песколовке (1) и в двухсекционной нефтеловушке (3) собираются и транспортируются с помощью нефтесборщика в подземные емкости (7.1, 7.2). По мере накопления этих емкостей (визуальный контроль), нефтепродукты откачиваются и вывозят автотранспортом в шламонакопитель УПН НГДУ «Речицанефть».

После нефтеловушки (3) предварительно очищенные стоки самотеком по трубопроводам через распределительные колодцы поступают в нефтеловушку тонкой очистки (4) производства компании «ФОРТЕКС» (г. Витебск), что обеспечивает снижение содержания нефтепродуктов до 40 мг/л. Нефтеловушка состоит из двух полипропиленовых емкостей (отстойники) объемом 29,81 м<sup>3</sup> с надставкой 1,6 м; двух полипропиленовых емкостей (сепараторы нефтепродуктов) объемом 29,81 м<sup>3</sup> с надставкой 1,6 м; емкости из полипропилена (накопитель концентрированных нефтепродуктов) с надставкой 1,6 м. Сооружение работает в самотечном режиме. Уловленные нефтепродукты из подземной емкости (накопителя концентрированных нефтепродуктов) самотеком транспортируются в подземную емкость (7.3), по мере её наполнения (определяется визуальным контролем) стоки откачиваются и вывозятся в шламонакопитель НГДУ «Речицанефть».

Очищенные промдождевые стоки самотеком транспортируются в подземные резервуары (2.3, 2.4) объемом 2500 м<sup>3</sup>, далее самотеком

на прием КНС-2 (6) и по существующему трубопроводу перекачиваются в парк очистных сооружений УПН НГДУ «Речицанефть». Для учёта очищенных промдождевых стоков поступающих на УПН НГДУ «Речицанефть» на напорном трубопроводе установлен водозамерный узел.

КНС-2 (6) представляет собой прямоугольное здание, расположенное на двух уровнях:

- *нижний уровень (заглубленная часть)* – включает в себя помещение для размещения насосного оборудования: два насоса (резервный и рабочий) марки Wilo Norm NP-65/200V-5/4 производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч, предназначенные для перекачки очищенных промдождевых стоков на очистные сооружения УПН НГДУ «Речицанефть»; два насоса марки Wilo Norm NP-80/200V-22/2 производительностью 120 м<sup>3</sup>/ч, для подачи очищенных промдождевых стоков на собственные нужды системы СОТПС - к гидроэлеваторам песколовки, нефтеловушкам, подземным резервуарам для проведения периодического процесса взмучивания с целью предотвращения скопления на дне сооружений сырого осадка (песка). Одновременная работа двух насосов предусмотрена для случая достижения максимального уровня очищенных промдождевых стоков в подземных резервуарах (2.3, 2.4);

- *верхний уровень (наземная часть)* – размещается оборудование для управления работой системы СОТПС (тепловые насосы, гребенки с отключающей аппаратурой, электрооборудование). Спуск в подземную часть - по металлической лестнице, для подъема и опускания оборудования предусматривается электрическая таль и монтажный проем в перекрытии (в полу наземной части). Включение и отключение насосов для перекачки очищенных промдождевых стоков в напорный трубопровод на очистные сооружения УПН НГДУ «Речицанефть» - автоматически, зависит от уровня заполнения промдождевыми стоками подземных резервуаров (2.3, 2.4). Сигналы об уровнях в подземных резервуарах (2.3, 2.4), а также сигнал о максимальном уровне в подземных резервуарах (2.1, 2.2) выводят на пульт управления в помещении КНС-2 (6). При этом в подземных резервуарах (2.3, 2.4) предусматривается постоянный объем очищенных промдождевых стоков, необходимый для собственных нужд сооружений системы СОТПС (подача к гидроэлеваторам, промывка подземных сооружений).

Для предотвращения кристаллизации уловленных нефтепродуктов и замерзания стоков в нефтеловушках в холодный период обеспечен подогрев верхнего слоя промдождевых стоков (15 см), для чего по периметру в верхней части нефтеловушки смонтирован стальной трубопровод, по которому циркулирует теплоноситель – вода из теплового узла КНС-2 (6).

Для исключения образования застойных зон и скопления сырого осадка (песка) на днищах песколовки, нефтеловушки и подземных резервуаров предусмотрен процесс технологического взмучивания в этих сооружениях:

- в песколовку и нефтеловушки из всасывающего трубопровода КНС-2 (6) подаются очищенные промдождевые стоки, осадок (песок) взмучивается и гидроэлеваторами транспортируется по напорным трубопроводам на поля фильтрации (8). Предусмотрена одновременная подача промдождевых стоков для процесса взмучивания и транспортировки осадка (песка) только к одному гидроэлеватору;

- к подземным резервуарам (2.1-2.4) от распределительной гребёнки КНС-2 (6) проложен напорный трубопровод для подачи очищенных промдождевых стоков к промывочным трубопроводам, монтируемым внутри отстойников по периметру днища. На напорном трубопроводе установлен смотровой колодец с отключающими задвижками, к каждому отстойнику проведен отдельный трубопровод, таким образом, предусмотрена одновременная подача стоков на промывку всех резервуаров одновременно либо части из них. Взмученный осадок (песок) по напорным трубопроводам транспортируется на песковые площадки (8).

В процессе обезвоживания осадка (песка) на песковых площадках дренажные стоки самотеком по дренажным трубопроводам возвращаются на КНС-1 (5) для подачи на повторную очистку. По мере накопления осадок на полях фильтрации вместе с частью фильтрующего слоя автотранспортом вывозится на шламовую площадку для постоянного хранения. Периодичность и продолжительность процесса технологического взмучивания в песколовках, в нефтеловушке и в подземных резервуарах определяется в процессе эксплуатации системы СОТПС и вносится в «График технического обслуживания и ремонта основных сооружений и устройств на объекте».

Уловленные взвешенные вещества из песколовки, нефтеловушки, подземных резервуаров через гидроэлеваторы по напорным трубопроводам транспортируются на песковые площадки для обезвоживания и временного складирования, сточная вода с песковых площадок по дренажным трубопроводам возвращается на доочистку.

## **Тема 5. Управление безопасностью труда нефтегазодобывающего предприятия**

Управление охраной труда в нефтегазодобывающей организации осуществляет ее руководитель, в структурных подразделениях организации - руководители структурных подразделений (п. 8 Межотраслевых правил по охране труда). Для организации работы и осуществления контроля по охране труда работодатели должны создать службу охраны труда (управление, отдел, другое структурное подразделение) (далее - служба охраны труда) или ввести в штат должность специалиста по охране труда (статья 16 Закона об охране труда, статья 227).

Служба охраны труда подчиняется непосредственно руководителю организации или его заместителю, назначенному ответственным за организацию работы по охране труда. Правовые основы организации и деятельности службы охраны труда определены в Типовом положении о службе охраны труда.

Структура и численность службы охраны труда устанавливаются в зависимости от численности работающих. Также при определении численности учитываются характер и степень опасности факторов производственной среды и трудового процесса и наличие потенциально опасных видов деятельности, производств и объектов (статья 227 ТК, статья 16 Закона об охране труда).

В зависимости от численности работающих в организации наниматель имеет право либо обязан создать службу по охране труда, принять на работу соответствующих специалистов.

Наниматель обязан создать службу охраны труда или ввести должности специалистов по охране труда в организациях производственной сферы при численности работающих свыше 100 человек, а в организациях других сфер деятельности - свыше 200 человек.

Если численность работающих меньше, наниматель имеет право

создать службу охраны труда или назначить специалиста по охране труда. При отсутствии службы, специалиста по охране труда в таких организациях соответствующие обязанности выполняются лицами, имеющими соответствующую подготовку (прошедшими обучение), либо одним из руководителей организации.

При численности работающих 250 и более человек численность службы по охране труда организации определяется в соответствии с Нормативами численности специалистов по охране труда на предприятиях.

Наименование должности «специалист по охране труда» не предусмотрено Единым квалификационным справочником должностей служащих (далее - ЕКСД), утвержденным Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 02.01.2012 №1. Однако для установления полного наименования должности «специалист по охране труда» не может быть применено наименование базовой должности «специалист». Оно применяется при установлении полного наименования должности тогда, когда работнику требуются знания, полученные в объеме высшего или среднего специального образования, а содержание его должностных обязанностей не предусмотрено квалификационными характеристиками других специалистов, включенными в ЕКСД. Однако функции по охране труда предусмотрены квалификационной характеристикой должности «инженер по охране труда», приведенной в приложении 1 к Выпуску 1 ЕКСД «Должности служащих для всех видов деятельности», утвержденному Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 30.12.1999 №159. В связи с этим в тексте будет использоваться наименование должности согласно ЕКСД: «инженер по охране труда».

При отсутствии в организации инженера по охране труда его обязанности возлагаются в соответствии с законодательством (например, в порядке совмещения) на другого работника после соответствующей подготовки - обучения и проверки знаний. Обязанности по охране труда могут быть возложены на заместителя руководителя организации, ответственного за организацию работ по охране труда (без установления совмещения).

## **Надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде**

Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде осуществляют специально уполномоченные государственные органы надзора и контроля в порядке, установленном законодательством (статья 462 ТК, статья 34 Закона об охране труда).

Таковыми органами являются:

- Генеральный прокурор Республики Беларусь и подчиненные ему прокуроры. Они осуществляют надзор за точным и единообразным исполнением законодательства об охране труда республиканскими органами государственного управления, иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь, местными исполнительными и распорядительными органами, специально уполномоченными государственными органами надзора и контроля, работодателями и работающими;

- Департамент государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь (Департамент), который является надзорным органом общей компетенции. Департамент и его территориальные органы осуществляют надзор за соблюдением законодательства о труде и об охране труда всеми работодателями;

- местные исполнительные и распорядительные органы, облисполкомы и Минский горисполком, структурные подразделения областных, городских (кроме городов районного подчинения), районных исполнительных комитетов, местные администрации органов и сфер их контрольной (надзорной) деятельности, утвержденного Указом о проведении проверок).

Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда в пределах своей компетенции в соответствующих сферах деятельности также осуществляют:

- Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее - Госпромнадзор). К примеру, некоторые из основных задач Госпромнадзора - обеспечение контроля за исполнением законодательства в области безопасности перевозки опасных грузов; предупреждение техногенных аварий и травматизма в организациях, эксплуатирующих опасные производственные

объекты, объекты перевозки опасных грузов, объекты, на которых ведутся работы, связанные с использованием и охраной недр, иные потенциально опасные объекты;

- Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее - Госатомнадзор). В частности, Госатомнадзор осуществляет контроль за соблюдением законодательства (в том числе по вопросам охраны труда) в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности;

- органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям, к примеру, органы государственного пожарного надзора;

- управление государственного энергетического и газового надзора и охраны труда Министерства энергетики Республики Беларусь, управление государственного энергетического надзора государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», а также филиалы «Энергонадзор» республиканских унитарных предприятий электроэнергетики, входящих в состав этого объединения;

- государственное учреждение "Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья", областные центры гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, Минский городской, городские, районные, зональные и районные в городах центры гигиены и эпидемиологии;

- Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь;

- Главная государственная инспекция по надзору за техническим состоянием машин и оборудования Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Республиканские органы государственного управления и иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы осуществляют контроль за соблюдением законодательства о труде в отношении подчиненных им организаций.

Наниматель обязан обеспечить беспрепятственный допуск представителей соответствующих органов, имеющих на то право, к проведению проверки, предоставление сведений по охране труда по вопросам их компетенции.

Департамент государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и его

территориальные подразделения осуществляют надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда.

Основной метод осуществления Департаментом надзора за соблюдением законодательства об охране труда - проведение проверок:

- соблюдения требований законодательства о труде и об охране труда;

- выполнения уполномоченными должностными лицами организаций возложенных на них обязанностей по охране труда.

Департаментом в соответствии с Указом о проведении проверок проводятся плановые, внеплановые, контрольные и дополнительные проверки соблюдения требований законодательства о труде и об охране труда.

При осуществлении надзора, в том числе при проведении проверки, должностные лица Департамента (государственные инспекторы труда) вправе:

- по предъявлении служебного удостоверения посещать и осматривать служебные, производственные и иные помещения (объекты) проверяемого субъекта;

- проверять у представителей проверяемого субъекта документы, удостоверяющие личность, и (или) документы, подтверждающие полномочия;

- осуществлять надзор за обеспечением работников средствами индивидуальной защиты;

- при выявлении нарушений законодательства об охране труда, угрожающих жизни и здоровью работающих, приостанавливать (запрещать) деятельность работодателей, цехов (производственных участков), оборудования, производства и (или) реализацию товаров (работ, услуг), эксплуатацию транспортных средств и др.

Департамент применяет в установленном порядке санкции к работодателям, привлекает к административной ответственности должностных лиц работодателей, допустивших нарушения законодательства о труде и об охране труда.

Департамент информирует при необходимости государственные органы, иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, органы прокуратуры, работодателей о результатах проведенных проверок соблюдения законодательства о труде и об охране труда для принятия необходимых мер по устранению выявленных нарушений.

Профсоюзы, их организационные структуры, объединения таких союзов и их организационные структуры (далее - профсоюзы) вправе осуществлять общественный контроль, в том числе за соблюдением законодательства об охране труда. В частности, профсоюзы имеют право участвовать в экспертизе безопасности условий труда проектируемых, строящихся и эксплуатируемых производственных объектов, а также проектируемых и эксплуатируемых механизмов и инструментов, в аттестации рабочих мест по условиям труда и др.

Общественный контроль осуществляется профсоюзами либо в форме проведения проверок, либо в формах, не связанных с проведением проверок, т.е. проводя и участвуя в мероприятиях по наблюдению, анализу, оценке соблюдения трудовых и социально-экономических прав граждан (мониторинг), и др.

В ходе проверки технические инспекторы труда профсоюзов имеют право:

- требовать от нанимателя устранения нарушений требований по охране труда, угрожающих жизни и здоровью работающих;

- требовать приостановления этим нанимателем выполнения работ, в том числе деятельности цехов (производственных участков), оборудования, до устранения нарушений - в случае непосредственной угрозы для жизни и здоровья работающих. При этом после устранения нарушений наниматель обязан направить письменное уведомление, на основании которого (не позднее двух рабочих дней со дня его получения) профсоюз вправе принять решение о разрешении дальнейшего выполнения работ, в том числе возобновлении деятельности цехов (производственных участков), эксплуатации оборудования;

- запрашивать и получать от контролируемых субъектов, государственных органов сведения о несчастных случаях на производстве, профессиональных заболеваниях;

- принимать в установленном законодательством порядке участие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- требовать отстранения от работы в соответствующий день (смену) работающих, появившихся на рабочем месте в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, не использующих средства индивидуальной защиты, обеспечивающие безопасность труда, не прошедших в порядке и случаях, предусмотренных законодательством, инструктаж, проверку знаний

по вопросам охраны труда, медицинский осмотр.

- требовать проведения внепланового инструктажа по охране труда и внеочередной проверки знаний по вопросам охраны труда работников контролируемого субъекта при выявлении нарушений требований по охране труда, которые могут привести или привели к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжким последствиям, и др.

Профсоюз не вправе применять санкции к нанимателям и привлекать должностных лиц, допустивших нарушения законодательства, к административной ответственности.

### **Ответственность за нарушение законодательства об охране труда**

Работодатели и работающие, виновные в нарушении законодательства об охране труда, несут ответственность в соответствии с законодательством (статья 40 Закона об охране труда). За нарушение нанимателем (работодателем) и работником установленных законодательством обязанностей, в том числе в сфере охраны труда, к ним применяются меры дисциплинарной, административной, уголовной ответственности.

### **Дисциплинарная ответственность**

Одним из оснований увольнения по инициативе нанимателя и одновременно мерой дисциплинарной ответственности является расторжение трудового договора за однократное грубое нарушение правил охраны труда, повлекшее увечье или смерть других работников (статья 42 ТК).

Если работником совершен дисциплинарный проступок, выразившийся в грубом нарушении правил охраны труда, повлекшем увечье или смерть других работников, то наниматель обязан (а не вправе) расторгнуть трудовой договор с данным работником.

Для установления факта совершения работником грубого нарушения правил охраны труда, повлекшего увечье или смерть других работников, нанимателю следует проанализировать сведения, содержащиеся в заключении государственного инспектора труда и акте формы Н-1 о несчастном случае на производстве. Например, в акте формы Н-1 содержатся сведения о причинах несчастного случая на производстве и лицах, допустивших нарушения требований

законодательства о труде и охране труда, нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов. Данные сведения позволяют сделать вывод о наличии либо отсутствии факта совершения каким-либо работником грубого нарушения правил охраны труда, повлекшего увечье или смерть других работников.

Под грубым нарушением понимается явное нарушение требований правил охраны труда, в том числе: соответствующих инструкций, правил и других нормативно-правовых актов по охране труда, безопасной эксплуатации машин, оборудования и других средств производства, а также правил поведения на территории организации, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях (ст. 232 ТК), которое находится в прямой причинной связи с наступившими последствиями - увечьем или смертью других работников.

Так как увольнение по статье 42 ТК является дисциплинарным взысканием, при его применении наниматель должен соблюдать процедуру привлечения работника к дисциплинарной ответственности, определенную в статье 199 ТК. Так, согласно статьи 199 ТК до применения дисциплинарного взыскания наниматель обязан затребовать письменное объяснение работника.

За иные нарушения работниками их обязанностей в сфере охраны труда наниматель вправе применить к ним меры дисциплинарной ответственности, предусмотренные ст. 198 ТК.

### **Административная ответственность**

За нарушения законодательства в области охраны труда должностные лица и организации могут привлекаться к административной ответственности (таблица 5.1).

*Таблица 5.1*

**Виды административных нарушений**

<b>Административное правонарушение</b>	<b>Контролирующие органы</b>
Нарушение требований по охране труда, содержащихся в нормативных правовых актах, в том числе технических и локальных нормативных правовых актах	- органы, осуществляющие государственный санитарный надзор; - органы, осуществляющие государственный надзор в области промышленной безопасности и безопасности перевозки опасных грузов;

<b>Административное правонарушение</b>	<b>Контролирующие органы</b>
То же правонарушение, совершенное повторно в течение одного года после наложения административного взыскания за такое же нарушение	- органы, осуществляющие государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде, в том числе органы Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь
Непроведение в установленных законодательством случаях аттестации рабочих мест по условиям труда, нарушение порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, представление нанимателем либо уполномоченным должностным лицом нанимателя документов по аттестации рабочих мест по условиям труда, содержащих недостоверные сведения	- органы государственной экспертизы условий труда; - прокурор; - органы, осуществляющие государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде
Иные нарушения законодательства об охране труда, причинившие вред работнику	- органы, осуществляющие государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде, в том числе органы Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь
Сокрытие страхователем наступления страхового случая при обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	- органы Комитета государственного контроля РБ; - органы, осуществляющие государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде, в том числе органы Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты РБ
Отсутствие в гражданско-правовых договорах на выполнение работ, оказание услуг или создание объектов интеллектуальной собственности, заключаемых юридическим лицом или	- органы, осуществляющие государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде, в том числе органы Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты

Административное правонарушение	Контролирующие органы
индивидуальным предпринимателем с гражданами, условий, предусмотренных законодательством	Республики Беларусь; - органы Комитета государственного контроля Республики Беларусь

### **Уголовная ответственность**

Уголовная ответственность за преступления в сфере охраны труда предусмотрена статьями 302 - 306 УК.

Если совершение нарушений требований безопасности, промышленной санитарии или иных правил охраны труда должностным лицом, ответственным за их соблюдение, повлекло профессиональное заболевание либо причинение тяжкого или менее тяжкого телесного повреждения, то это лицо подлежит привлечению к уголовной ответственности по статье 306 УК. Ответственность по ст. 306 УК несут только должностные лица, на которых в силу их должностных обязанностей или по приказу (распоряжению) нанимателя возложена обязанность обеспечивать соблюдение правил охраны труда на определенном участке работы. Руководители организаций, их заместители, главные инженеры, главные специалисты могут быть привлечены к уголовной ответственности по данной статье, если они не приняли мер к устранению заведомо известного нарушения правил охраны труда, либо дали указания, противоречащие этим правилам, или, взяв на себя непосредственное руководство отдельными видами работ, не обеспечили соблюдение тех же правил.

Если нарушение должностным лицом правил производственно-технической дисциплины, правил безопасности на взрывоопасных предприятиях или во взрывоопасных цехах либо правил безопасности взрывоопасных работ создало угрозу взрыва либо повлекло взрыв, уголовная ответственность наступает по статье 302 УК.

К ответственности по статьям 302 и 303 УК привлекаются как должностные лица, так и иные лица, обязанные соблюдать действующие правила производственно-технической дисциплины и безопасности на взрывоопасных предприятиях или во взрывоопасных цехах, при взрывоопасных, а также горных или строительных работах.

## **Инструктаж работающих по охране труда**

Вне зависимости от занимаемой должности, профессии и квалификации все участники производственного процесса проходят инструктаж по охране труда, который бывает: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

Вводный инструктаж проводят со всеми работающими, которые впервые принимаются на постоянную или временную работу, независимо от их образования, трудового стажа, стажа работы по этой профессии, специальности, должности, а также с командированными при участии их в производственном процессе или выполнении работ на территории организации, с учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Инструктаж проводится по утвержденной руководителем организации программе (инструкции).

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала производственной деятельности с работающими, принятыми на работу; переведенными из одного подразделения в другое; непосредственно принимающими участие в производственном процессе (выполняемых работах) у нанимателя; выполняющими работы по заданию организации.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится с каждым работником индивидуально, с практическим показом безопасных приемов и методов работы. Допускается проводить его с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места.

Повторный инструктаж проходят все работники независимо от квалификации, образования, стажа и характера выполняемой работы не реже одного раза в полугодие. Он проводится либо с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование и в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа на рабочем месте, либо в объеме инструкций по охране труда на рабочем месте.

Перечень профессий и должностей работающих, освобождаемых от первичного инструктажа на рабочем месте и повторного инструктажа, составляется службой охраны труда с участием профсоюза и утверждается руководителем организации.

Внеплановый инструктаж по охране труда проводится при:

- принятии новых НПА, в том числе ТНПА и локальных нормативных правовых актов, содержащих требования по охране

труда, или внесении изменений и дополнений к ним;

- изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приборов и инструмента, сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;

- нарушении лицами НПА, содержащих требования по охране труда, которое привело или могло привести к аварии, несчастному случаю на производстве и другим тяжелым последствиям;

- перерывах в работе по профессии (в должности) более шести месяцев;

- поступлении информации об авариях и несчастных случаях, происшедших в однопрофильных организациях.

Внеплановый инструктаж проводится также по требованию представителей специально уполномоченных государственных органов надзора и контроля, вышестоящих государственных органов или государственных организаций, должностного лица организации, на которого возложены обязанности по организации охраны труда, при нарушении нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов по охране труда.

Внеплановый инструктаж проводится индивидуально либо с группой работников одной профессии. Объем и содержание инструктажа определяются в каждом конкретном случае в зависимости от причины и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения, а также с учетом уровня выполнения требуемых правил безопасности на рабочих местах. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина его проведения.

Целевой инструктаж проводится:

- при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, разгрузка, уборка территории и т.д.);

- при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф;

- при проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (походы, спортивные соревнования и т.д.);

- при производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск или разрешение.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы по наряду-допуску, разрешению и пр., фиксируется в наряде-допуске,

разрешении и ином документе.

Первичный, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственно руководитель работ (начальник производства, цеха, участка, мастер, инструктор и т.д.). Инструктажи на рабочем месте завершаются устным опросом либо проверкой знаний с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы.

Проведение всех видов инструктажей фиксируется в соответствующих журналах установленной формы либо в личном листке обучения и инструктажа рабочего лицом, проводящим инструктаж. Подписи инструктируемого и инструктирующего в журнале обязательны.

Журналы регистрации инструктажей должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью. Журнал регистрации вводного инструктажа заверяется подписью руководителя организации или уполномоченного им лица. Остальные журналы регистрации инструктажей заверяются подписью руководителя организации или структурного подразделения. Срок хранения журналов инструктажей установлен в 10 лет, начиная от даты внесения последней записи.

## **Тема 6. Коллективная и индивидуальная защита от опасных и вредных производственных факторов**

### **6.1 Классификация причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний**

Несчастные случаи и профессиональные заболевания являются следствием неудовлетворительных условий труда, возникающих в процессе производства в результате действия опасных и вредных производственных факторов. В процессе труда человек с помощью имеющихся в его распоряжении орудий труда воздействует по заданной технологии на предмет труда, инструменты и оборудование, технологический процесс — основные элементы, формирующие условия труда. Безопасность труда зависит от уровня организации труда и производства; гигиенических параметров окружающей человека производственной среды, от складывающихся в трудовом коллективе социально-психологических отношений; профессиональной подготовленности, психофизиологических

особенностей человека и других его качеств. Все рассмотренные элементы находятся в тесной диалектической взаимосвязи и образуют единую систему.

Можно выделить две группы факторов, определяющих состояние безопасности труда: производственно-технические, или объективные (организационные, технические, гигиенические), и «человеческие» (субъективные), или, как их принято называть, психофизиологические факторы (рисунок 6.1).

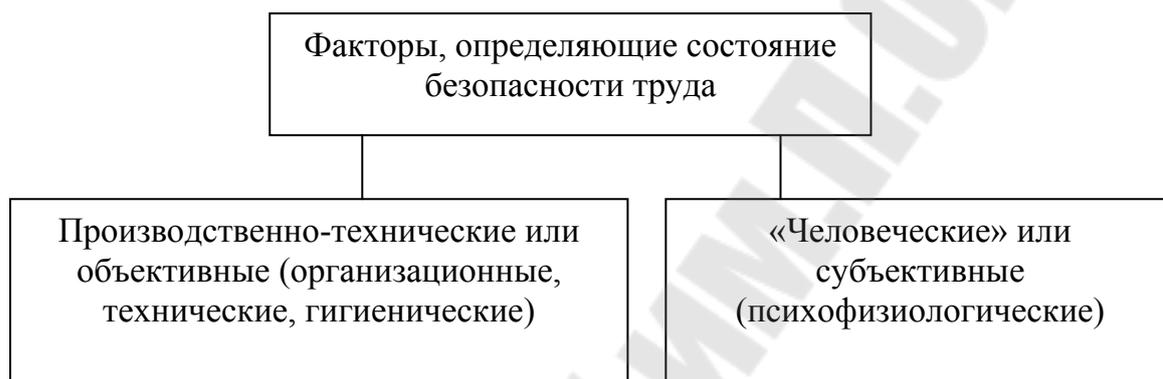


Рис.6.1 Факторы, определяющие состояние безопасности труда

При анализе производственного травматизма и профессиональных заболеваний необходимо учитывать весь комплекс факторов, воздействующих на формирование безопасных условий труда. Для предприятий нефтегазодобывающей промышленности может быть использована следующая обобщенная классификация причин травматизма:

- *технические*: несоответствие нормам безопасности конструкций технологического оборудования и подъемно-транспортных устройств, ручного механизированного инструмента (отсутствие или недостаточная надежность защитных устройств, наличие потенциально опасных зон и др.); несоответствие конструкции оборудования эргономическим требованиям (нерациональная компоновка поста управления, неудобство обслуживания и др.); неправильный выбор оборудования, транспортных средств; отсутствие указаний о способах и средствах безопасного выполнения работ; несоблюдение сроков планово-предупредительного ремонта, неисправность технологического оборудования, подъемно-транспортных устройств, ручного

механизированного инструмента;

- *организационные:* отсутствие или некачественное проведение инструктажа и обучения; отсутствие проекта работ, инструкций по охране труда; недостаточный контроль охраны труда; неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест; нарушение правил безопасности движения; недостатки в содержании территории, проездов, проходов; нарушение правил эксплуатации оборудования, транспортных средств, инструментов; нарушение технологического регламента; нарушение правил и норм транспортировки, складирования и хранения материалов и изделий; недостатки в организации групповых работ; отсутствие, неисправность или неприменение средств индивидуальной защиты и т. п.;

- *санитарно-гигиенические:* неблагоприятные метеорологические условия; высокая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны; неудовлетворительные условия освещения; высокий уровень шума и вибрации; наличие вредных излучений;

- *психофизиологические:* совершение ошибочных действий вследствие высокой тяжести и напряженности труда, повышенной утомляемости, снижения внимательности; монотонные условия труда; недостаточная профессиональная подготовленность; нарушение правил безопасного выполнения работ, трудовой и производственной дисциплины; несоответствие психофизиологических данных работающего выполняемой работе или его болезненное состояние.

По характеру воздействия внешней среды на человека производственные травмы бывают:

- механические (ушибы, растяжения, переломы, раны и др.);
- тепловые (ожоги, обморожения, тепловые удары и др.);
- химические (химические ожоги, острое отравление, удушье);
- электрические (металлизация кожи, электроофтальмия и др.);
- комбинированные.

По степени тяжести повреждения производственные травмы делятся на легкие (уколы, царапины, ссадины) и тяжелые (переломы костей, сотрясение мозга и др.). Заключение о тяжести травм дают врачи лечебных учреждений.

По характеру исхода несчастные случаи бывают:

- одиночные;
- групповые (если травмировано два и более работников);

- с инвалидным исходом;
- со смертельным исходом.

По степени связи с производством несчастные случаи делятся на следующие виды (рисунок 6.2):

- в быту;
- связанные с работой вне производства;
- связанные с работой на производстве.

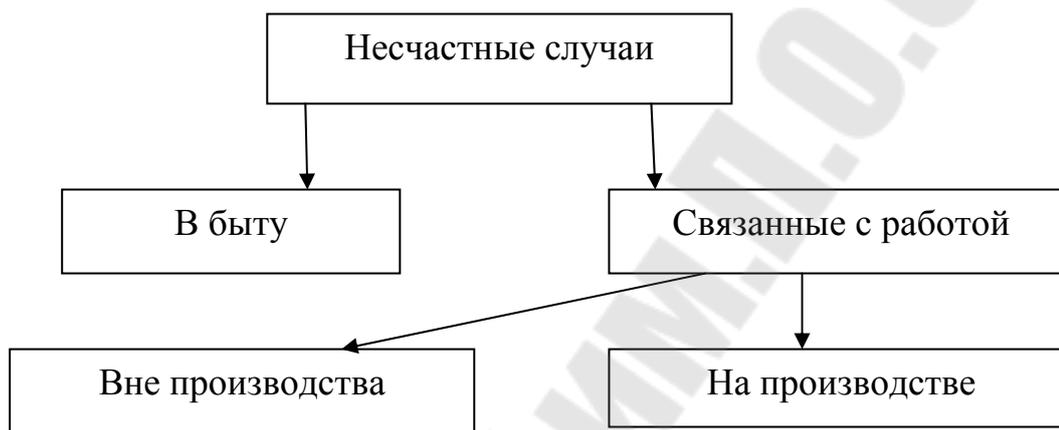


Рис.6.2 Классификация несчастных случаев по степени связи с производством

Несчастные случаи в быту — это несчастные случаи, которые произошли в свободное от работы время при выполнении домашних работ или при других обстоятельствах аналогичного характера; в пути с работы и на работу (кроме случаев, происшедших на транспорте нанимателя, которые относятся к несчастным случаем на производстве).

Несчастные случаи, связанные с работой вне производства — это несчастные случаи, происшедшие при выполнении государственных обязанностей, гражданского долга, донорских функций, охране государственной, коллективной и личной собственности.

Несчастные случаи в быту и несчастные случаи, связанные с работой вне производства, обязательному расследованию с документальным оформлением не подлежат.

К несчастным случаям на производстве относятся несчастные случаи, независимо от их причин, происшедшие в течение рабочего времени во время установленных перерывов, в периоды времени до

начала и после окончания работ, при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни при следующих ситуациях:

- на территории нанимателя или в ином месте работы, в том числе в командировке, а также в любом другом месте, где потерпевший находился в связи с работой или совершал действия в интересах нанимателя;
- на транспорте нанимателя, сторонней организации, предоставившей его нанимателю согласно договору (заявке);
- на личном транспорте, используемом в интересах нанимателя с его согласия или по его распоряжению (поручению);
- на общественном или ином транспорте, а также при следовании пешком (с работником, чья деятельность связана с передвижением между объектами обслуживания);
- при выполнении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;
- при выполнении общественных работ, организуемых исполнительными и распорядительными органами совместно с хозяйствующими субъектами и службами занятости.

Профессиональное заболевание – это хроническое или острое заболевание работающего, являющееся результатом воздействия вредного производственного фактора.

Профессиональные заболевания обычно возникают в результате более или менее длительного периода работы в неблагоприятных условиях, поэтому в отличие от травмы точно установить момент возникновения заболевания нельзя. Частным случаем профзаболевания является профессиональное отравление.

Кроме профессиональных на производстве сейчас выделяют группу так называемых производственно-обусловленных заболеваний. К ним относятся болезни, которые в принципе не отличаются от обычных болезней, однако неблагоприятные условия труда способствуют возникновению некоторых из них и ухудшают их течение.

Например, у лиц, выполняющих физическую работу в плохих условиях, чаще возникают такие заболевания, как радикулит, варикозное расширение вен, язвенная болезнь желудка. Если же работа требует большого нервно — психического напряжения, то чаще возникают всевозможные неврозы и болезни сердечно-сосудистой системы.

## 6.2 Методы анализа производственного травматизма

Согласно имеющимся определениям, анализ — это логический прием расчленения целого на отдельные элементы и рассмотрение каждого элемента в отдельности.

Анализ состояния охраны труда, травматизма, профессиональной и общей заболеваемости ставит задачу объективно установить закономерности этих явлений, выявить причины травматизма и заболеваемости на производстве для последующей разработки мероприятий по их предупреждению.

Несчастный случай сам по себе, случайно, произойти не может, ему всегда предшествуют те или иные отклонения от нормального хода производства. Изучение травматизма и заболеваний дает возможность устранить опасные и вредные условия труда на производстве.

Наиболее распространенный на практике анализ травматизма и заболеваемости — это анализ причин возникновения опасностей и вредностей.

Исследование производственного травматизма предполагает ретроспективный и прогнозирующий подходы для анализа и обобщения причин несчастных случаев. При этом используются различные методы, взаимно дополняющие друг друга. Наиболее распространенными методами анализа являются статистический и монографический.

*Статистический* метод основан на анализе статистического материала, накопленного за несколько лет по предприятию или в отрасли, т. е. дает возможность получить общее представление, оценить и сопоставить показатели травматизма как по отдельным предприятиям, отраслям, так и в целом по региону, государству. Этот метод оценивает количественно уровень травматизма с использованием общепринятых показателей: коэффициента частоты, коэффициента тяжести и коэффициента общего травматизма. Исходным материалом для расчета служат данные отчетов предприятий о несчастных случаях.

Коэффициент частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$ , представляющий собой количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период

$$K_{\text{ч}} = 1000 \frac{N}{P}, \quad (6.1)$$

где  $N$  – количество несчастных случаев, произошедших в организации за рассматриваемый период;  $P$  – среднесписочный состав работников в организации за рассматриваемый период.

Коэффициент тяжести травматизма  $K_{\text{T}}$  представляет среднюю длительность временной нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай, происшедший на производстве

$$K_{\text{T}} = \frac{\sum D}{N}, \quad (6.2)$$

где  $\sum D$  – суммарное количество дней нетрудоспособности по травматизму за рассматриваемый период.

Коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом  $K_{\text{см}}$  представляет собой количество несчастных случаев со смертельным исходом, приходящихся на 1000 работающих, и принимается равным

$$K_{\text{см}} = 1000 \frac{N_{\text{см}}}{P}, \quad (6.3)$$

где  $N_{\text{см}}$  – количество несчастных случаев со смертельным исходом за рассматриваемый период.

Сравнивая значения коэффициентов за различные периоды времени, делают выводы об эффективности мер по улучшению условий труда и снижению производственного травматизма.

Разновидностями статистического метода анализа травматизма являются групповой и топографический методы. При групповом методе рассматривается распределение несчастных случаев по видам работ и опасным и вредным производственным факторам, характеру их воздействия на организм человека, изучаются сведения о пострадавших (профессия, стаж, возраст, пол) и данные о времени и месте происшествия (месяц, день, смена, час рабочего дня).

Анализ сведений о возрасте пострадавших позволяет выявить, например, что травмы у молодых рабочих обусловлены недостатком в обучении и инструктировании их безопасным методом труда.

Анализ пострадавших по полу может показать, например, женщины чаще мужчин травмируются при выполнении тяжелых и вредных работ. В качестве меры профилактики следует осуществить

перевод их на более легкую работу.

При анализе травматизма по видам работ можно сделать вывод, что работники сборочных и сварочных производств чаще получают травмы из-за перегруженности производственных площадей оборудованием и изделиями, неритмичности работы, отсутствия необходимых приспособлений, большой загазованности и т. д.

При топографическом методе все несчастные случаи систематически наносят условными знаками на план расположения оборудования в цехе, на участке. Скопление таких знаков, на каком-либо оборудовании или рабочем месте характеризует его повышенную травмо- опасность и способствует принятию соответствующих профилактических мер.

Результаты анализа, сведенные в виде таблиц, диаграмм, графиков дают возможность установить динамику изменения во времени интересующих показателей, выявить определенные связи и зависимости, а также прогнозировать величины интересующих показателей в будущем при условии сохранившихся тенденций.

Однако статистический (групповой и топографический) метод анализа травматизма не изучает производственные условия, при которых произошли несчастные случаи и поэтому не отвечает на многие вопросы, необходимые при разработке мер по профилактике травматизма.

Поэтому важным дополнением статистическим методам анализа служит монографический метод анализа травматизма.

*Монографический* метод заключается в углубленном изучении объекта обследования в совокупности со всей производственной обстановкой. Изучению подвергаются технологические процессы, оборудование, применяемые приспособления и инструменты, средства коллективной и индивидуальной защиты. Особое внимание уделяется изучению режимов труда и отдыха работающих, ритмичности работы предприятия (цеха). При этом изучении выявляются скрытые опасные факторы, которые могут привести к несчастным случаям.

Этот метод применим не только для анализа уже происшедших несчастных случаев, но и для выявления потенциальных опасностей на изучаемом участке. Такой анализ включает в себя обратное последовательное прослеживание событий от самого несчастного случая до его причин.

В настоящее время применяются и другие методы анализа

производственного травматизма.

*Экономический* метод заключается в определении экономического ущерба от травматизма для того, чтобы выяснить экономическую эффективность затрат на разработку и внедрение мероприятий по охране труда. Однако этот метод не позволяет выявить причины травматизма и поэтому является дополнительным.

*Эргономический* метод основан на комплексном изучении системы "человек — машина (техника) — производственная среда".

Известно, что несоответствие физиологических, психофизиологических и психологических (личностных) качеств человека, его антропометрических данных характеру трудовой деятельности может привести к несчастному случаю.

При этом анализе учитывается и то, что здоровье и работоспособность человека зависят от биологических ритмов его организма ге- лиографических явлений (активности солнца, гравитации луны, магнитного и гравитационного полей земли). Под воздействием этих явлений происходят определенные сдвиги в организме человека, которые отражаются на его состоянии и поведении.

Имеются данные, что в период повышенной солнечной активности и во время резких изменений погодных условий несчастные случаи происходят чаще.

*Психологический* метод анализа имеет целью выявить психологические и социальные причины травматизма. Известно, что особенности социально-психологического климата в трудовом коллективе (взаимоотношение с руководителем, товарищами по работе, отношение в коллективе к пострадавшему, общая оценка взаимоотношений в коллективе, наличие конфликтов и др.) играют существенную роль в профилактике производственного травматизма.

Эти методы исследований весьма трудоемки, к их проведению необходимо привлечение соответствующих специалистов (социологи, психологи, физиологи, и др.), а также использование электронно-вычислительных машин для обработки материалов исследований.

Для анализа профессиональной заболеваемости необходимо знать контингенты лиц, подвергающихся воздействию тех или иных вредных производственных факторов, и иметь сведения о случаях профессиональных хронических заболеваний и отравлений. На основании этих данных определяются коэффициенты профессиональной заболеваемости на 1000 человек как по отдельным

факторам, так и по всей сумме профессиональных заболеваний и отравлений. Сопоставление коэффициентов по годам дает возможность правильно планировать и оценивать оздоровительные мероприятия на производстве.

### **6.3 Основные мероприятия по предупреждению несчастных случаев на производстве**

Для полной ликвидации травматизма большое значение имеет его предупреждение, т. е. проведение профилактических мер. Общие мероприятия по предупреждению травматизма состоят из организационно-технических, общесанитарных и индивидуально-защитных.

*Организационно-технические* мероприятия состоят из мероприятий по предупреждению несчастных случаев и мероприятий, предупреждающих заболевания на производстве, а также улучшающих общие условия труда.

К мероприятиям по предупреждению несчастных случаев относятся следующие:

– Постоянный административно-общественный трехступенчатый оперативный контроль состояния охраны труда. Первая ступень контроля проводится на участке и в других структурных подразделениях предприятий. Она осуществляется непосредственным руководителем структурного подразделения, специалистом по охране труда ежедневно в начале, в течение и в конце рабочего дня. Вторая ступень контроля проводится еженедельно в цехах предприятий руководителем цеха совместно с представителем профсоюза (уполномоченного трудового коллектива), специалиста по охране труда. Третья — осуществляется на предприятии комиссией, назначаемой приказом руководителя этого предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом.

– Ведение журналов инструктажей, периодических осмотров оборудования, заземления, контроля изоляции и т. д.

– Составление актов о проведенных испытаниях для возможности дальнейшей эксплуатации средств защиты, приборов, инструментов, оборудования.

– Рациональная перепланировка, расстановка оборудования, вызываемая необходимостью дальнейшего повышения безопасности труда.

– Обеспечение необходимой технической документацией, проверка, окраска и испытание механизмов и станочного оборудования.

– Анализ случаев травматизма прошедшего года с целью исключения их повторения в будущем.

– Ограждение опасной зоны и предупреждение попадания в нее человека (например, защитные кожухи на вращающихся деталях станков, защитные щиты, препятствующие проникновению к проводам высокого напряжения и т. п.).

– Использование автоматических устройств, отключающих механизмы при нахождении человека или части его тела в опасной зоне, создание систем управления, при которых для исключения опасного фактора человеку необходимо покинуть опасную зону.

– Использование сигнальных устройств, которые в случае появления опасных нарушений в работе техники автоматически включают ее.

– Устройство дополнительных предохранительных защитных приспособлений, блокировок, дублирующих средств безопасности на производственном оборудовании.

– Механизация уборки производственных помещений, чистки и протирки осветительной арматуры, окон, вентиляционных установок.

– Осуществление автоматической, светозвуковой сигнализации, обеспечивающей безопасные условия работы.

– Изготовление и применение знаков безопасности.

К мероприятиям по предупреждению заболеваний на производстве относятся следующие:

– проведение предварительного медицинского освидетельствования поступающих на работу и проведение периодических осмотров работающих;

– содержание рабочих и бытовых помещений в надлежащем санитарном состоянии;

– своевременный ремонт оборудования и зданий;

– создание кабинетов, уголков, передвижных выставок по охране труда, приобретение для них пособий, демонстрационной аппаратуры;

– улучшение работы медпунктов;

– применение приспособлений для снижения шума, вибрации, устройство современной вентиляции.

Необходимо проводить мероприятия по общему улучшению условий труда.

Повышение уровня безопасности труда можно достигнуть благодаря улучшению условий труда, улучшению санитарно-гигиенических, психофизиологических и эстетических показателей.

Повышение уровня безопасности характеризуется увеличением количества машин, механизмов и производственных помещений, приведенных в соответствии с требованиями стандартов безопасности и строительных норм и правил.

Улучшение санитарно-гигиенических показателей характеризуется уменьшением содержания в воздухе вредных веществ, улучшением микроклимата, снижением уровня шума и вибрации, инфразвуковых и ультразвуковых колебаний, ионизирующих, электромагнитных, ультрафиолетовых и инфракрасных излучений, улучшением освещенности.

Улучшение психофизиологических показателей характеризуется снижением повышенных физических и нервно-психических нагрузок, в том числе и монотонности труда.

Улучшение эстетических показателей характеризуется рационализацией компоновки рабочих мест и машин, благоустройством помещений и территории предприятия, цветовой отделкой оборудования и интерьеров и др.

К мероприятиям по улучшению условий труда относятся также автоматизация управления технологическими процессами, механизация ручных работ, внедрение новых более совершенных машин и механизмов и т. п.

К *общесанитарным* мероприятиям относятся следующие:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- медицинское обслуживание работников, санаторно-курортное лечение;
- оборудование санитарно-бытовых помещений, обеспечение мылом и другими необходимыми моющими средствами, лечебно-профилактическим питанием и молоком;
- оборудование рабочих мест аптечками;

Кроме того, проводят *индивидуально-защитные* мероприятия, они состоят в следующем:

- выдача специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты всем, кто занят на работах с вредными условиями труда, а также на работах, производимых в особых

температурных условиях или связанных с загрязнением;

- обеспечение всех сотрудников должностными инструкциями и памятками по технике безопасности;

- индивидуальное обучение работников правилам безопасности с выдачей удостоверений на право производства работ;

- проведение инструктажей, бесед, лекций, курсов по охране труда;

- оснащение рабочих мест плакатами по безопасности труда.

Предупреждение профессиональных заболеваний и отравлений достигается выполнением целого комплекса технических и организационных мероприятий, направленных на улучшение состояния рабочих мест и рабочих зон. Здесь предусматривается обеспечение при проектировании производственных зданий нормальных метеорологических условий производственной среды, устранение вредного воздействия пыли и ядовитых веществ, устранение или уменьшение шума и вибрации на производстве, устройство достаточного освещения, применение индивидуальных средств защиты — очков, масок, респираторов, спецодежды, спецобуви.

## **Тема 7. Меры безопасности при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений**

### **Охрана недр и окружающей среды в процессе разбуривания нефтяного месторождения**

При бурении скважин на нефтяных месторождениях должны быть приняты меры, обеспечивающие:

- предотвращение открытого фонтанирования, грифонообразования, поглощений промывочной жидкости, обвалов стенок скважин и межпластовых перетоков нефти, воды и газа в процессе проводки, освоения и последующей эксплуатации скважин;

- надежную изоляцию в пробуренных скважинах нефтеносных, газоносных и водоносных пластов по всему вскрытому разрезу;

- необходимость герметичность всех технических и обсадных колонн труб, спущенных в скважину, их качественное цементирование;

– предотвращения ухудшения коллекторских свойств продуктивных пластов, сохранение их естественного состояния при вскрытии, креплении и освоении.

Пласты с признаками нефтегазоносности, обнаруженные в процессе бурения скважины по данным керна, каротажа и непосредственных нефтегазопроявлений, должны быть изучены с целью определения возможности получения из них промышленных притоков нефти и газа. Пласты с благоприятными показателями должны быть обязательно взяты на учет. При прохождении их скважинами должны быть приняты меры по охране недр.

В процессе разведки при подготовке месторождений к разработке необходимо опробовать все пласты, нефтегазоносность которых отмечена по результатам анализа шлама, образцов пород и геофизических исследований. В случае получения при опробовании этих пластов воды на них должны быть проведены исследовательские работы, уточняющие источник поступления воды и, при необходимости, повторное опробование после изоляционных работ.

Вскрытие пластов с высоким давлением, угрожающее выбросами или открытым фонтаном, необходимо проводить при установленном на устье скважин противовыбросовом оборудовании с применением промывочной жидкости в соответствии с техническим проектом на бурение скважин.

Противовыбросовое оборудование и его обвязка должны монтироваться в соответствии с типовой схемой, утвержденной руководством нефтегазодобывающего предприятия и согласованной с органами Проматомнадзора и специальными службами по предупреждению возникновения и ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов. Обвязка превенторов должна обеспечивать возможность промывки скважины с противодавлением на пласты. Перед установкой противовыбросовое оборудование должно быть испытано на пробное давление, указанное в паспорте. После установки превентора на устье скважина опрессовывается на давление, величина которого определяется максимальным давлением, ожидаемым на устье скважины при возможным открытым фонтанировании.

Эксплуатационные объекты месторождения следует разбуривать при обеспечении всех необходимых мер по предотвращению возможного сообщения с ниже или выше залегающими объектами разработки. При первоочередном разбуривании нижних пластов

должны быть предусмотрены все необходимые технические мероприятия, гарантирующие успешную проводку скважин через верхние продуктивные пласты (предотвращающие нефтяные или газовые выбросы и открытые фонтаны, а также глинизацию верхних пластов и ухудшение их естественной проницаемости).

В скважинах, проводимых на нижележащие пласты, должны быть осуществлены технические мероприятия по предупреждению ухода промывочной жидкости в верхние пласты. При уходе промывочной жидкости в разрабатываемые верхние пласты эксплуатация добывающих скважин, ближайших к бурящейся, должна быть прекращена до окончания ее бурения или спуска промежуточной колонны, перекрывающей эксплуатируемый пласт.

Перфорация и торпедирование скважин должны производиться при строгом соблюдении действующих инструкций.

Для предотвращения снижения проницаемости призабойной зоны скважин в результате длительного воздействия на них воды или глинистого раствора после окончания бурения скважин и перфорации колонны должны быть приняты меры по немедленному освоению скважин. Временное бездействие скважин, связанное с отставанием обустройства площадей, допускается только при условии заполнении ствола скважины (или хотя бы его нижней части) пластовой жидкостью.

В разведочной скважине, имеющей эксплуатационную колонну, последовательное опробование нескольких нефтеносных пластов производится отдельно «снизу вверх». После окончания опробования очередного пласта его изолируют путем установки цементного моста (или других технических средств) с последующей проверкой его местоположения и герметичности снижения уровня и опрессовкой.

В скважинах, не законченных бурением по техническим причинам (вследствие аварий или низкого качества проводки), в пройденном разрезе которых установлено наличие нефтегазоводоносных пластов, необходимо произвести изоляционные работы в целях предотвращения межпластовых перетоков нефти, воды и газа.

В процессе бурения и освоения разведочных, эксплуатационных (добывающих) и нагнетательных скважин должен быть проведен комплекс геофизических, гидродинамических и других исследований в соответствии с проектом бурения скважины, утвержденными

проектными документами на разработку и проектами на строительство скважин.

Мероприятия по охране окружающей среды в процессе разбуривания нефтяных месторождений должны быть направлены на предотвращение загрязнений земли, поверхностных и подземных вод буровыми растворами, химреагентами, нефтепродуктами, минерализованными водами. Они включают в себя:

- планировку и обваловку буровых площадок, емкостей с нефтепродуктами и химреагентами, использование для хранения буровых растворов и шлама разборных железобетонных емкостей или земляных амбаров с обязательной гидроизоляцией их стенок и днища;
- многократное использование бурового раствора, нейтрализацию, сброс в поглощающие горизонты или вывоз его и шлама в специально отведенные места;
- рациональное использование и обязательную рекультивацию земель после бурения скважин.

### **Охрана недр и окружающей среды при разработке нефтяных месторождений**

Разработка нефтяного месторождения в целом и каждого отдельного объекта осуществляется в соответствии с утвержденными проектными документами.

Вносимые в процессе эксплуатации месторождения (залежи), не предусмотренные проектом предложения по совершенствованию системы разработки, ведущие к изменению принятых проектных положений по количеству добывающих и нагнетательных скважин, уровней добычи нефти и закачки воды, могут быть начаты внедрением только после переутверждения проектного документа.

Промышленная разработка нефтяных и нефтегазовых месторождений допускается только при условии, когда добываемый вместе с нефтью газ используется или, в целях временного хранения, закачивается в специальные подземные газохранилища, в разрабатываемые или подлежащие разработке нефтяные пласты.

В процессе промышленной разработке нефтяных месторождений должны быть обеспечены сбор и использование добываемых вместе с нефтью газа, конденсата и сопутствующих ценных компонентов и воды в объемах, предусмотренных в утвержденном технологическом проектом документе. Проект обустройства нефтяного месторождения под промышленную

разработку может быть принят к утверждению только в случае, когда в нем решены вопросы сбора и рационального использования нефтяного газа.

На разрабатываемых месторождениях (залежах) должен проводиться обязательный комплекс исследований и систематических измерений по контролю разработки, соответствующий утвержденному принципиальному комплексу гидродинамических и промыслово-геофизических исследований и измерений, удовлетворяющих утвержденного проектного документа на разработку.

В этот комплекс должны быть включены исследования по своевременному выявлению скважин – источников подземных утечек и межпластовых перетоков.

Добывающие и нагнетательные скважины должны эксплуатироваться в соответствии с технологическим режимом, утвержденным в установленном порядке. Освоение и эксплуатация добывающих и нагнетательных скважин должны производиться при соответствующем оборудовании устья скважины, которое должно предотвращать возможность выброса и открытого фонтанирования нефти и газа, потерь нагнетаемой воды.

Эксплуатация дефектных добывающих и нагнетательных скважин (с нарушенной герметичностью эксплуатационных колонн, отсутствием цементного камня за колонной, пропусками фланцевых соединений и т.д.) не допускается. В виде исключения эксплуатация дефектных скважин может быть разрешена нефтедобывающим предприятием по согласованию с Проматомнадзором. Одновременно с выдачей такого разрешения утверждаются специальные режимы эксплуатации этих скважин, обеспечивающие охрану недр и окружающей среды, а также план ремонтно-восстановительных работ.

В районе дефектных скважин необходимо осуществлять постоянный контроль с целью принятия соответствующих мер по охране недр.

При проведении мероприятий по повышению производительности нефтяных скважин путем воздействия на призабойную зону пласта должна быть обеспечена сохранность колонны обсадных труб и цементного кольца выше и ниже продуктивного горизонта.

В скважинах, где раздел между нефтеносными и газоносными, нефтеносными и водоносными пластами невелик, мероприятия по интенсификации добычи должны производиться при условии создания допустимого перепада давления на перемычку.

Если до обработки призабойной зоны вынос породы и разрушение пласта не наблюдалось, а после обработки началось интенсивное поступление породы пласта в скважину, необходимо прекратить или ограничить отбор нефти из скважины и осуществить технические мероприятия по ограничению доступа породы пласта в ствол скважины.

Практическому осуществлению любого метода интенсификации добычи нефти на каждом новом нефтяном месторождении должны предшествовать экспериментальные исследования в процессе обоснования основных параметров процесса, соблюдение которых обеспечивает сохранность колонны и цементного кольца скважины.

Освоение скважин после бурения, подземного и капитального ремонта следует производить при оборудовании устья скважины герметизирующим устройством, предотвращающим разлив жидкости, открытое фонтанирование.

При обводнении эксплуатационных (добывающих) скважин, помимо контроля за обводненностью их продукции, необходимо проводить специальные геофизические и гидрогеологические исследования с целью определения места притока воды в скважину через колонну, источника обводнения и глубины его залегания.

Решение вопроса о прекращении эксплуатации добывающей скважины должно приниматься в соответствии с действующим положением по определению предела разработки нефтяного месторождения и эксплуатации скважин.

Если в процессе разработки месторождения появились признаки подземных утечек и межпластовых перетоков нефти, газа и воды, которые могут привести к безвозвратным потерям нефти и газа в недрах, то нефтегазодобывающие предприятия обязаны установить и ликвидировать причину неуправляемого движения пластовых флюидов.

На нефтяных месторождениях, содержащих сероводород, при бурении скважин, добыче, сборе и транспорте нефти и попутного газа должны выполняться требования действующей инструкции безопасности работ при разработке нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, содержащий сероводород.

Мероприятия по охране окружающей среды при разработке нефтяных месторождений должны быть направлены на предотвращение загрязнения земли, поверхности и подземных вод, воздушного бассейна нефтепродуктами (жидкими и газообразными), промышленными сточными водами, а также на рациональное использование земель и пресных вод. Они включают в себя:

- полную утилизацию промышленной сточной воды путем ее закачки в продуктивные или поглощающие пласты;
- при необходимости, обработку закачиваемой в продуктивные пласты воды антисептиками с целью предотвращения ее заражения сульфатовосстанавливающими бактериями, приводящими к образованию сероводорода в нефти и в воде;
- использование герметизированной системы сбора промышленного транспорта и подготовки продукции скважин;
- полную утилизацию попутного газа, использование замкнутых систем газоснабжения при газлифтной эксплуатации скважин;
- быструю ликвидацию аварийных разливов нефти, строительство нефтеловушек на реках, в местах ливневых стоков;
- создание сети контрольных пунктов для наблюдения за составами поверхностных и подземных вод;
- исключение при нормальном ведении технологического процесса попадания в землю, в поверхностные и подземные воды питьевого водоснабжения ПАВ, кислот, щелочей, используемых как для повышения нефтеотдачи;
- применение антикоррозионных покрытий, ингибиторов для борьбы с солеотложениями и коррозией нефтепромышленного оборудования;
- организацию регулярного контроля за состоянием скважин и нефтепромышленного оборудования

### **Защита объектов окружающей среды от нефтяного загрязнения**

Загрязнение окружающей среды нефтью является одним из самых распространённых и опасных видов загрязнения. Существует чрезвычайно широкий спектр производственных объектов, из которых нефть как загрязнитель поступает в окружающую среду. Они принадлежат сферам добычи нефти, транспортирования различными

видами транспорта, переработки нефти, хранения и распределения нефтепродуктов и потребления нефтепродуктов и топлива энергогенерирующими объектами, а также всеми видами транспорта, строительной, сельскохозяйственной, военной и другой техники.

Большие масштабы использования нефти и нефтепродуктов практически во всех областях хозяйственной деятельности обусловили значительные объёмы нефтяных загрязнений, поступающих в окружающую среду, и разнообразие видов эмиссии нефтяных загрязнителей.

Разлившаяся при авариях нефть может загрязнять все компоненты природной среды: литосферу, гидросферу и атмосферу. Находясь в них, нефть начинает оказывать негативное воздействие на объекты биосферы и социум. Воздействие нефтяных загрязнителей имеет различную природу: токсическую, химическую, биохимическую и термическую (при возгорании), что связано с физико-химическими свойствами нефти.

Попадая в почву, разлившаяся нефть нарушает водно-воздушный баланс среды, растений и организмов, обмен веществ и трофические связи. Проникновение разлившейся нефти в грунт приводит к загрязнению нефтью грунтовых вод.

Особое место занимает загрязнение нефтью торфяно-болотных ландшафтов, которые играют важную роль в биогеоценозе территорий и отличаются сложностью морфологического состава, высокой чувствительностью к загрязнениям и трудностями проведения аварийно-восстановительных работ. Часто болота входят в состав проточных гидрологических систем, и попавшая в них нефть может мигрировать в русла больших рек.

Загрязнение атмосферы происходит главным образом за счет испарения компонентов нефти [32], а также в случае загорания нефти – за счёт продуктов горения.

Однако наиболее тяжёлые и масштабные экологические последствия АРН (аварийный разлив нефти или нефтепродукта) возникают при поступлении нефти в гидросферу, так как она является одним из наиболее опасных органических загрязнителей её объектов. Масштабы глобального загрязнения гидросферы и тяжесть экологических последствий вывели эту проблему в центр внимания специалистов и способствовали формированию крупного научного направления по охране гидросферы от загрязнения нефтью, в рамках

которого разрабатываются различные аспекты научного обеспечения охраны объектов гидросферы.

Всё многообразие различных видов эмиссий нефтяных загрязнителей по всей номенклатуре источников можно разделить на систематические и разовые.

Систематические эмиссии в наибольшей мере присущи производственным объектам площадочного типа (нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия, нефтехранилища и т.п.). Для борьбы с загрязнением объектов гидросферы при систематических эмиссиях в ходе многолетних усилий исследователей и разработчиков созданы разнообразные методы и комплексы стационарных очистных сооружений. На стационарных очистных сооружениях разных типов используют комбинации различных физических, химических, биологических методов очистки сточных вод, что позволяет обеспечивать охрану окружающей среды от загрязнения нефтью в обусловленных действующими нормами границах.

Разовые эмиссии нефти, на которых сосредоточено внимание в данном исследовании, связаны с промышленными инцидентами или авариями.

Они имеют стохастический характер и, как правило, происходят в форме крупнотоннажных разливов. На площадочных производственных объектах для предотвращения поступления в окружающую среду разлившейся при авариях нефти, как правило, существуют стационарные защитные сооружения (обваловка резервуаров, резервуары с двойными стенками и т.п.), которые обеспечивают локализацию разлившейся нефти для её последующего сбора. На площадочных производственных объектах также не существует серьёзных трудностей в разработке сценариев развития АРН, так как ландшафтные условия, в которых он может произойти, для данного объекта стабильны и хорошо известны.

Стратегия применения методов защиты водного объекта при АРН состоит в локализации слоя нефти на поверхности воды с целью предотвращения его дальнейшего распространения с последующим удалением.

Применяемые в настоящее время технологии и технические средства ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН), плавающей на свободной поверхности воды, весьма разнообразны.

Если обобщить обширные материалы, имеющиеся в специальной литературе, то все разработанные к настоящему времени

методы можно разделить на механические, физико-химические и биологические.

К механическим средствам локализации нефтяных загрязнений следует отнести применение боновых заграждений, использование пневмобарьеров и струй воды.

Физико-химические методы основаны на применении химических препаратов на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые наносят на нефтяное пятно, после чего нефтяное пятно переходит в нетекучее гелеобразное состояние.

Каждый из этих методов предназначен для использования при определённых условиях, в которых его применение эффективно. Анализ условий и результатов использования методов и средств локализации слоя нефти на поверхности воды показал, что универсальным и наиболее эффективным является механический метод локализации слоя нефти на поверхности воды, основанный на применении механических боновых заграждений (нефтяных бонов). Мобильность боновых заграждений, возможность их перевозки автотранспортом, быстрое развертывание и установка в рабочее положение, надежность при локализации нефтяного пятна определили использование боновых заграждений как основных технических средств, применяемых аварийными бригадами.

Применение боновых заграждений на водоемах не представляет особой технической сложности. В этом случае боновые заграждения ограничивают пятно нефти по периметру, предотвращая его дальнейшее растекание.

При использовании боновых заграждений на водотоке течение воды подтягивает нефтяное пятно к боновому заграждению, за счет чего происходит увеличение толщины слоя нефти перед боном. Это создает оптимальные условия для работы нефтесборных устройств, но при некоторых гидродинамических условиях увеличение толщины слоя нефти может привести к возникновению ее уноса за боновое заграждение, что снижает эффективность работ по ликвидации последствий АРН.

Методы и технические средства ликвидации слоя нефти на поверхности воды. Опыт борьбы с загрязнениями водных объектов нефтью выработал целый ряд методов ликвидации слоя нефти на поверхности воды.

Эти методы можно разделить на две группы:

- методы, направленные на удаление с поверхности воды слоя нефти путём его разрушения, перевода нефти в толщу воды и осаждения на дно водного объекта;

- методы, направленные на удаление с поверхности воды слоя нефти путём извлечения нефти из воды.

Методы, входящие в каждую из этих групп, включают в себя широкий набор способов и технических средств, которые имеет свои области эффективного применения. Следует отметить, что условия, в которых происходит загрязнение водных объектов нефтью и их ликвидация, настолько разнообразны, что для осуществления борьбы с ними невозможно ограничиться одним методом или одним техническим средством, а требуется располагать широким набором таких устройств.

Методы и средства удаления с поверхности воды слоя нефти путём его разрушения. К этим методам относятся осаждение (затопление), рассеивание и сжигание нефти.

Методы удаления нефти с поверхности воды путём её осаждения (затопления). В качестве осаждающих нефть агентов можно использовать почти все материалы высокой плотности, одновременно сочетающие в себе свойства олеофильности и гидрофобности. В литературе затопление нефти как способ ликвидации слоя нефти на поверхности воды рассматривается только применительно к условиям загрязнения морских акваторий. Его применение оправдано в исключительных случаях при больших разливах нефти, создающих угрозу важным береговым объектам, превышающую временный ущерб рыбным запасам. Во многих странах этот способ ликвидации разливов нефти запрещён. Естественно, что для удаления нефти с поверхности водных объектов суши этот метод рекомендован быть не может.

Методы удаления нефти с поверхности воды путём её рассеивания и разложения. Удаление нефти с поверхности воды может быть достигнуто, если разбить массу нефти и рассеять её в большой массе воды. Это достигается путём применения эмульгаторов и диспергентов, химической основой которых служат различные ПАВ.

Методы рассеивания и разложения нефти на поверхности водных объектов суши могут находить ограниченное применение в особых случаях, в основном связанных с прецизионной очисткой поверхности воды от остаточной плёнки нефти. Это способствует

повышению эффективности последующего процесса самоочищения на основании химических и биохимических процессов.

Методы удаления нефти с поверхности воды путём её сжигания. Свежевылитая на поверхности воды нефть сгорает полностью, но по мере её растекания более летучие и легко воспламеняющиеся компоненты быстро теряются. После испарения лёгких фракций поддерживать высокие температуры, необходимые для горения нефти, бывает достаточно сложно из-за большой теплоёмкости находящейся снизу воды.

Методы и средства удаления слоя нефти с поверхности воды путём её извлечения. Извлечение нефти из воды может осуществляться механическими и физико-механическими методами. Механические методы основаны на использовании гидромеханических нефтесборных устройств. Физико-механические методы связаны с использованием адгезионных нефтесборных устройств, а также с применением сорбентов.

Если обобщить известные конструкции нефтесборных устройств, в которых используют гидромеханические методы сбора плавающей нефти, то их можно разделить на несколько категорий:

Пороговые (переливные) устройства основаны на перетекании слоя воды, несущего на своей поверхности слой нефти, в сборную ёмкость за счёт понижения уровня в этой ёмкости по отношению к уровню окружающей воды. Конструктивной разновидностью устройств этого типа являются всасывающие нефтесборные устройства, которые представляют собой плавающие головки различных конструкций с заглубленными под воду приёмными отверстиями. Их использование эффективно для сбора слоя нефти большой толщины.

Нефтесборные устройства, основанные на использовании эффекта центробежных сил. Эти устройства используют в нескольких вариантах:

- с образованием вихревой воронки с помощью импеллера;
- с образованием вихревой воронки с помощью подповерхностного стока;
- с использованием тангенциального входа (эффекта гидроциклона).

Существенные преимущества, которыми обладают нефтесборные устройства этой категории, основаны на том, что в

поле центробежных сил разделение двух несмешивающихся жидкостей с различными плотностями происходит более интенсивно.

Шнековые нефтесборные устройства. Использование этих устройств эффективно при сборе нефтяных загрязнений высокой вязкости (мазута при низких температурах, нефти, перемешанной с механическими примесями, шугой и т.п.).

Физико-химические (абсорбционные) методы основаны на использовании специальных материалов, сочетающих свойства олеофильности и гидрофобности, к которым относятся, например, полипропилен, полиуретан, а также некоторые типы алюминиевых сплавов или сорбционных материалов.

По конструкции рабочих элементов нефтесборные устройства адгезионного типа делятся на три вида:

- с полупогружными наборами дисков;
- с полупогружными барабанами;
- с полупогружными конвейерами.

Нефть налипает на поверхность рабочего элемента, а затем с помощью плотно прижатого скребка соскабливается в сборные ёмкости. Основное преимущество нефтесборных устройств адгезионного типа состоит в малой обводнённости собранной нефти.

Сбор нефти с помощью сорбционных материалов осуществляется путём применения:

- связанных сорбентов-собирателей (эластичных пенопластов на основе полиуретана, текстильных и бумажных лент и салфеток);
- сыпучих сорбентов-собирателей, представляющие собой порошки минерального или растительного происхождения.

Сорбенты-собиратели вводят в соприкосновение с нефтью на поверхности воды, а затем извлекают из воды вместе с нефтью. Затем связанные сорбенты-собиратели освобождают от нефти путём отжатия, а сыпучие поступают на рекуперацию, сжигание или захоронение. Нужно специально подчеркнуть, что только извлечение нефти из воды является радикальным и экологически допустимым методом борьбы с загрязнением нефтью. Любой другой способ ликвидации слоя нефти, строго говоря, сводится к замене одного вида загрязнения другим и может использоваться только в исключительных случаях.

Преобладающим является использование гидромеханических методов сбора, эффективность которых в ряде случаев повышается

путем комбинирования их с физико-химическими методами, такими, например, как поглощение жидких углеводородов сорбентами.

Достаточно сложной задачей является ликвидация нефтяных загрязнений в зимних условиях. Этой проблеме уделяется недостаточно внимания, разработки в этой области носят единичный характер и не имеют эффективного практического применения.

Для очистки поверхности водного объекта от разлившейся нефти эффективным является применение безнапорных гидродуэлов (БГЦ), которые обладают рядом преимуществ:

- простотой конструкции, лишенной каких-либо подвижных частей, обеспечивающей надежность эксплуатации и простоту изготовления;

- эффективным сбором слоя нефти в широком диапазоне его толщин в различных ситуациях – на водотоках и в покоящейся жидкости;

- легкой трансформацией применительно к условиям сбора, хорошей компоновкой в единые технологические комплексы с другими элементами технических средств, предназначенных для сбора нефтяных загрязнений.

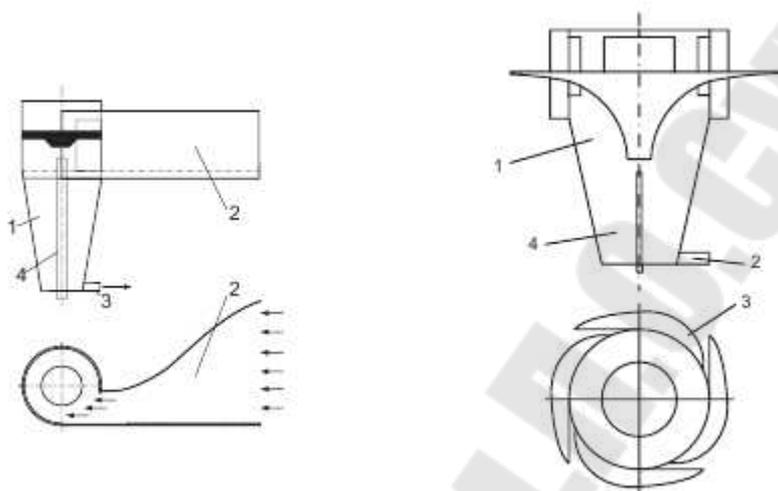
Принцип работы и устройство БГЦ. Используются две разновидности БГЦ, которые схематично показаны на рисунке 8.1: с одним входным каналом, предназначенным для работы в условиях относительного движения жидкости, и с несколькими входными каналами,

- для работы в покоящейся жидкости.

Первая из указанных конструктивных разновидностей БГЦ (рисунок 7.1, а) состоит из цилиндрического корпуса 1 с входным каналом 2, примыкающим к цилиндрической части корпуса. Внизу конической части корпуса тангенциально расположен патрубок 3 отвода осветленной воды. Внутри корпуса соосно с ним размещен патрубок 4 отвода уловленной нефти.

Вторая конструктивная разновидность БГЦ (рисунок 7.1, б), предназначенного для работы в покоящейся жидкости, отличается от первой только устройством входного приспособления. В данном случае входное приспособление выполнено в виде нескольких расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга по окружности входных каналов. Форма боковых стенок канала обеспечивает безотрывное движение жидкости в области перед

входом в устройство и исключает образование застойных зон, тем самым предотвращая скопление загрязнений.



*Рис. 7.1* Безнапорные гидроциклоны для сбора нефти с поверхности воды: а – безнапорный гидроциклон с одним входным каналом; б – безнапорный гидроциклон с четырьмя входными каналами

Безнапорный гидроциклон с одним входным каналом работает следующим образом: аппарат опускают в водоток так, чтобы боковые стенки входного канала оказывались частично погруженными в воду, при этом его ориентируют входным каналом навстречу набегающему потоку. В рабочую полость аппарата поток жидкости, на свободной поверхности которого находится слой нефти, поступает через тангенциальный входной канал с небольшими скоростями, при которых слой нефти не разрушается и сохраняет свою сплошность. Одновременно происходит отсос очищенной воды из БГЦ по патрубку, расположенному внизу конической части гидроциклона, что также вызывает вращение жидкости в рабочей полости аппарата за счёт эффекта вихревой воронки, возникающей при сливе.

Аналогичным образом устроены и работают безнапорные гидроциклоны с несколькими входными каналами, предназначенные для сбора нефти с поверхности покоящейся жидкости. В этом случае поступление окружающей гидроциклон воды со слоем нефти на поверхности в рабочую полость аппарата происходит только вследствие отсоса очищенной воды из БГЦ по патрубку, расположенному внизу конической части гидроциклона, что вызывает вращение жидкости в рабочей полости аппарата и приводит к концентрации нефти в центральной части рабочей полости.

Несмотря на то, что гидроциклоны в течение длительного времени широко применяют в промышленности, проведенные в этой области исследования посвящены изучению напорных гидроциклонов, предназначенных в основном для отделения дисперсной фазы с плотностью более высокой, чем плотность воды.

В то же время, наряду с гидромеханическими методами борьбы с АРН, широко используют и физико-механические методы, к которым, в первую очередь, относится применение гидрофобных сорбентов-собирателей нефти. Использование сорбентов-собирателей нефти является хорошо разработанным и сложившимся направлением борьбы с АРН, представляющим собой самостоятельную область этой деятельности. С помощью сорбентов-собирателей нефти осуществляют ликвидацию разливов нефти как на водных объектах, так и на почве.

Применение сорбентов-собирателей нефти при АРН на водных объектах позволяет решать задачи, недоступные гидромеханическим методам

Такие, как предотвращение образования эмульсии типа «нефть в воде», погружение нефти на дно водного объекта при низких температурах воды, а также финишная, прецизионная очистка акватории от предельно тонкой плёнки нефти.

Кроме того, сорбенты-собиратели нефти в ряде случаев находят применение в сочетании с методами и техническими средствами гидромеханического типа. Торфяные сорбенты-собиратели нефти достаточно хорошо очищают воду. По нефтеемкости исследуемые материалы сопоставимы или даже превосходят другие используемые для этих целей сорбенты-собиратели нефти.

На основании полученных в исследовании результатов разработано техническое решение по созданию нового материала – нефтяного адсорбента, включающего целлюлозосодержащий материал и модификатор.

В качестве целлюлозосодержащего материала адсорбент содержит торф, содержащий в своём составе гидрофильные вещества (водорастворимые и легкогидролизуемые, гуминовые вещества и др.), гидрофобные составляющие (битумы, воска), минеральные включения. Практическое использование торфа в качестве сорбентов-собирателей нефти обусловлено тем, что он дешев, общедоступен и имеется в достаточном количестве.

Кроме того, в качестве целлюлозосодержащего материала могут быть использованы другие материалы растительного происхождения: древесные опилки, льняная костра, гречишная шелуха и т. п.

Важным направлением обеспечения эффективности послеаварийных работ является использование стационарных защитных сооружений, которые возводятся на траекториях миграции нефти по поверхности земли или малых водотоков (ручьи, каналы).

Являясь искусственными преградами для перемещения разлившейся нефти по поверхности земли, они предотвращают её попадание в водный объект или распространение слоя нефти по поверхности водотоков. В соответствии с этим, по своему назначению СЗС делятся на объекты, возводимые на поверхности земли и объекты, сооружаемые в руслах мелких водотоков.

СЗС, предназначенные для удержания нефти при перемещении её по поверхности земли, представляют собой улавливающие рвы (траншеи) или заграждающие земляные валы (обваловки), которые возводят до наступления аварии в порядке обустройства трассы. Выбор места размещения этих СЗС определяется рельефом местности и траекторией движения нефти. СЗС, предназначенные для удержания нефти при перемещении по поверхности мелких водотоков, представляют собой земляные плотины различных конструкций, возводимые в русле водотока. Эти плотины оборудуют переливными трубами, которые за счёт использования сифонных схем водосброса обеспечивают сохранение слоя удерживаемой нефти в верхнем бьефе перед плотиной и позволяют сбрасывать воду из верхнего бьефа за плотину с расходами, соответствующими гидрологическому режиму водотока.

Значительная часть трасс магистральных нефтепроводов Беларуси проходит по мелиорированным землям с густой сетью мелиоративных каналов, которые сбрасывают воду с осушенных земель в близлежащие водотоки. При авариях, сопровождающихся разливами нефти, по мелиоративным каналам проходят траектории миграции разлившейся нефти к крупным водотокам.

Как правило, мелиоративные каналы оборудуют шиберами для регулирования стока воды, использование которых для удержания слоя нефти на поверхности мелиоративного канала является эффективным способом предотвращения загрязнения крупных водотоков. Для этого необходимо обеспечивать постоянное работоспособное состояние мелиоративных шиберов, для чего

необходимо взаимодействие предприятий трубопроводного транспорта нефти с предприятиями, эксплуатирующими мелиоративные системы. Технически этот вопрос может быть решён путём оборудования мелиоративных шиберов электроприводами и включении их, наряду с линейными задвижками нефтепроводов, в систему телемеханического управления из диспетчерской трубопроводного предприятия.

Созданная система защиты водных объектов при АРН предназначена для обеспечения локализации и сбора разлившейся нефти на каждом автономных участках. Однако, существующие в настоящее время уровень организации работ, методы и оборудование для локализации нефтяных разливов не могут гарантировать абсолютную надёжность удержания нефти в районе АРН.

В настоящее время практически единственным техническим средством, позволяющим прекратить распространение нефти по поверхности воды, является боновое заграждение, однако, оперативное применение боновых заграждений непосредственно в районе АРН связано с определенными организационными и техническими трудностями. Чтобы обеспечить надёжное удержание нефтяного пятна боновыми заграждениями, нужно учесть действие ряда факторов, важнейшими из которых являются: время движения нефти от возможного места её поступления в реку до предполагаемого места ее задержания; минимально необходимое время с момента поступления сигнала об аварии до прибытия аварийной бригады на место задержания, а также время, необходимое на разворачивание и установку боновых заграждений на реке. Взаимодействие этих факторов в ряде чрезвычайных ситуаций, зачастую происходящих в сложных гидролого-климатических условиях и при отсутствии точных данных о сложившейся ситуации, в ряде случаев делают проводимые мероприятия недостаточно эффективными. В связи с этим вероятность попадания нефти по мелким водотокам в русло крупной реки с последующим распространением по течению на большие расстояния является достаточно высокой.

В случае же аварии на подводном переходе загрязнение ВО нефтью становится неизбежным. В этом случае возникает проблема обеспечения улавливания и сбора нефти на главной реке.

Для повышения надежности проведения аварийных работ и минимизации последствий нефтяного загрязнения реки в зоне

подводного перехода или на других опасных участках реки устраивают стационарные технологические площадки для удержания нефти. Стационарные технологические площадки для удержания нефти решают такую важную задачу, как предотвращение трансграничного переноса нефти. Они обеспечивают гарантированное удержание и сбор нефти при ее переносе по руслу крупной реки.

СТПУН представляет собой обустроенную на берегу реки технологическую площадку, оборудованную стационарно установленными в русле реки боновыми заграждениями, которые могут работать совместно с нефтесборными устройствами, емкостями для приёма уловленной нефти, площадками для транспортных средств и системами жизнеобеспечения персонала. Технологическое оборудование стационарной площадки должно обеспечивать удержание и сбор нефти круглогодично, за исключением периода ледохода.

При определении места сооружения стационарной площадки необходимо учитывать следующие факторы:

1. Взаимосвязь времени миграции нефтяного пятна и движения аварийной бригады, с таким расчётом, чтобы время движения аварийной бригады от базы до стационарной площадки по возможности было меньше времени движения нефти по руслу реки от места поступления до рубежей удержания.

2. Наличие и качество подъездных путей к месту расположения площадок и пригодность выбранной территории для сооружения на ней стационарной площадки.

3. Наличие благоприятных гидрологических характеристик реки в месте сооружения стационарной площадки (ширина реки, скорость течения, крутизна берегов и т.п.).

4. Площадки должны обеспечить задержание нефти при попадании нефтяного загрязнения в водные объекты бассейна крупной реки, на которой она сооружена.

И, наконец, при выборе места расположения стационарной площадки необходимо исходить из того, что сооружение и обустройство любой стационарной площадки требует значительных финансовых затрат и количество стационарных площадок, которые могут быть сооружены владельцем трубопровода, ограничено наличием финансовых ресурсов.

## Литература

1. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Д. Шеметов. – Москва : Недра, 1997. – 483 с.
2. Гаев, А. Я. Подземное захоронение сточных вод на предприятиях газовой промышленности / А. Я. Гаев. – Москва : Недра, 1981. – 165 с.
3. Гвоздев, В. Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков / В. Д. Гвоздев, Б. С. Ксенофонов. – Москва : Химия, 1988. – 112 с.
4. Гусейнов, Т. И. Охрана природы при освоении морских нефтегазовых месторождений : справ. пособие / Т. И. Гусейнов, Р. Э. Алекперов. – Москва : Недра, 1989. – 142 с.
5. Кесельман, Г. С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Г. С. Кесельман, Э. А. Махмудбеков. – Москва : Недра, 1981. – 256 с.
6. Панов, Г. Е. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной газовой промышленности / Г. Е. Панов, Л. Ф. Петряшин, Г. Н. Лысяный. – Москва : Недра, 1986. – 241 с.
7. Система управления окружающей средой. СТП 09100.17001.131 – 2013. – БелНИПИнефть, Гомель, 2013 – 24 с.
8. Руководство по системе управления окружающей средой. СТП 09100.17001.139 – 2013. – БелНИПИнефть, Гомель, 2013 – 89 с.
9. Об охране атмосферного воздуха : Закон Респ. Беларусь от 16 декабря 2008 // сб. норматив. док. по вопросам охраны окружающей среды.
10. Эксплуатация опытно-промышленного подземного хранилища (ОПХ) СТП 09100.17015.062-2014. – БелНИПИнефть, Гомель, 2014 - 45 с.
11. Организация системы очистки бурового раствора и отдельного сбора отходов бурения при безамбарной технологии строительства скважин СТП 09100.17015.115-2014 – БелНИПИнефть, Гомель, 2014 – 18 с.

## Содержание

Введение	3
Тема 1. Современное состояние экологической и промышленной безопасности объектов ТЭК. Структура и методы производственного и государственного природоохранного регулирования	6
Тема 2. Источники загрязнения окружающей природной среды в нефтяной и газовой промышленности	14
2.1 Характер загрязнения природной среды при строительстве скважин и добыче нефти	19
2.2 Проблема загрязнения почвогрунтов.	29
2.3 Загрязнение подземных вод при строительстве скважин	33
Тема 3. Организация системы мониторинга экологической обстановки в зоне деятельности нефтегазодобывающих предприятий	39
3.1 Мониторинг экологического состояния природных объектов на примере территории работ РУП «ПО «Белоруснефть»	60
3.2 Номенклатура показателей загрязняющих свойств материалов и отходов, методы их определения	62
Тема 4. Применение природоохранных технологий при строительстве, эксплуатации скважин, сборе и подготовке скважинной продукции	70
4.1 Техника и технология очистки и утилизации буровых сточных вод	76
4.2 Техника и технология обезвреживания и утилизации отработанных буровых растворов и шлама	102
4.3 Техника и технология обезвреживания и утилизации попутных сточных вод нефтяных месторождений	125
Тема 5. Управление безопасностью труда нефтегазодобывающего предприятия	137
Тема 6. Коллективная и индивидуальная защита от опасных и вредных производственных факторов	149
6.1 Классификация причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний	149
6.2 Методы анализа производственного травматизма	154
6.3 Основные мероприятия по предупреждению несчастных случаев на производстве	158

Тема 7. Меры безопасности при эксплуатации нефтяных и  
газовых месторождений

Литература

161

180

**Козырева Светлана Владимировна**

**ОХРАНА ТРУДА  
И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**Пособие  
по одноименной дисциплине  
для слушателей специальности переподготовки  
1-51 02 71 «Разработка и эксплуатация нефтяных  
и газовых месторождений»  
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 13.12.18.

Пер. № 41Е.

<http://www.gstu.by>