

Мероприятия по охране поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения

Общие требования по охране поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения заключаются в следующем:

- 1. Размещение буровых площадок за пределами водоохраных зон.
- 2. Использование в качестве водонакопителя конструкции, обеспечивающей сохранность объема воды (металлические емкости и др.).
- 3. Разработка котлованов под амбары и подготовка их ложа должны производиться в соответствии с инструкциями и регламентирующими документами.

- 4. Установка границ поясов санитарной охраны для подземных источников водоснабжения в зависимости от степени защищенности водоносных горизонтов:
 - - для незащищенных, недостаточно защищенных горизонтов - границу I пояса на расстоянии не менее 50 м от водозабора. Для одиночных подземных водозаборов допускается уменьшение этой границы до 20 м;
 - - границы II пояса определяются расчетами исходя из санитарных и гидрогеологических условий, условий питания горизонта, а также возможности загрязнения используемого водоносного горизонта в зависимости от связи его с поверхностными водами или другими водоносными горизонтами.
- 5. Сбор нефтепродуктов при ремонтных работах на скважинах производить в закрытые подземные канализационные емкости с последующим вывозом на очистные сооружения.
- 6. Установка битумно-резиновой изоляции усиленного типа или заводских труб с двухслойным эпоксидным покрытием всех подземных трубопроводов для транспортировки нефти и газа.

При бурении скважин и добыче нефти выполнять следующие рекомендации по охране пресных подземных вод:

- - поднимать цемент до устья скважин;
- - проверять качество крепления скважин АКЦ в целях предотвращения вертикальных заколонных перетоков;
- - глубина спуска кондуктора, его качественный цементаж должны обеспечивать перекрытие зоны пресных вод на полную мощность и исключить попадание глубинных флюидов в приповерхностную гидросферу;
- - предусмотреть качественную изоляцию буровых котлованов, а также локальных систем канализации;
- - обеспечить регулярные (не реже 1 раза в полгода) проверки герметичности колонн нагнетательных скважин;
- - использовать соответствующие смазки для герметизации резьбовых соединений;
- - производить закачку через НКТ с пакерными устройствами для предотвращения коррозии эксплуатационной колонны;
- - установить обратный клапан на устье нагнетательных скважин.

- Предусмотреть обваловки площадок на нефтепромысловых объектах (кустах скважин, ДНС).
- Предусмотреть усиленную изоляцию труб с защитой двухслойной оберткой или футеровкой при переходах трубопроводов через ручьи и реки.
- **При возможных аварийных ситуациях предусмотреть:**
 - обваловывание участка с разлившимися ЗВ и присыпку его песчано-цементной смесью, уменьшающей фильтрацию компонентов;
 - локализацию нефтяного загрязнения на реках с помощью боновых заграждений;
 - откачку жидкости из обвалованного участка и удаление нефти с поверхности воды и почв, утилизацию одним из методов.

- ◎ Современными технологиями строительства скважин, как правило, используются различные системы сбора БСВ, ОБР, БШ и ливневых сточных вод либо вообще безамбарные методы бурения со сбором отходов в специальные емкости и контейнеры.
- ◎ Последний вариант является наиболее экологичным, утилизация отходов бурения в этом случае производится централизованно. Так или иначе все схемы сбора отходов нацелены на оперативную нейтрализацию жидкой и твердой частей, а также на сбор нефтепродуктов. Опыт последних исследований позволяет компоновать как из стандартного, так и из зарубежного оборудования и реагентов экологически безопасные системы сбора отходов.

- ◎ Нормальный технологический режим сбора и подготовки нефти на месторождении исключает сброс загрязненных вод на рельеф и в водные объекты. Вода, поступающая с нефтью, отделяется и вновь закачивается в продуктивные горизонты для ППД либо сбрасывается в поглощающие скважины.
- ◎ Наибольший риск загрязнения водных ресурсов возникает при бурении скважины, хотя и здесь существуют возможности повторного использования вод в замкнутой системе циркуляции.
- ◎ При этом для приготовления бурового раствора используют воду, уже бывшую в технологическом цикле, после соответствующей обработки, а также сточные (ливневые) воды, поступающие с буровых площадок.

- Перевод оборудования в режим замкнутого технологического цикла приводит к значительному снижению расхода химреагентов, а также сохраняет естественную способность нефтеотдачи продуктивных пластов-коллекторов.
- Однако кажущаяся замкнутой технология строительства скважин требует ежедневного потребления до 17 м³ воды при строительстве скважин глубиной 5 тыс. м³ и более, а в земляных амбарах накапливается более 10 тыс. м³ отходов бурения. Наибольший удельный вклад в формирование таких отходов вносят БСВ.

- В практике водопользования эффективность использования сточных вод оценивается как отношение их утилизированных объемов (в том числе для других целей) к общему объему образующихся сточных вод.
- Этот показатель назван **коэффициентом утилизации** и для БСВ, по данным В.Ю. Шеметова, составляет немногим более **0,09**.
- Практика также указывает на прямую зависимость между объемом водопотребления и объемом образующихся сточных вод. С этих позиций основные мероприятия по внедрению малоотходных технологий при строительстве скважин и эксплуатации месторождения сводятся к следующим основным направлениям:

- - сокращению объемов потребляемой свежей воды на эксплуатационные и технологические нужды;
- - применению экологически безопасных материалов, химреагентов и технологических жидкостей;
- - созданию и внедрению системы специальных технологий утилизации отходов бурения и нейтрализации их негативного воздействия;
- - уменьшению объемов складированных в земляных амбарах стоков и соответственно объемов амбаров-накопителей;
- - сокращению размеров земельных отводов для строительства скважин за счет уменьшения площадей, необходимых для строительства накопителей.

Основные направления использования БСВ



Кроме перечисленных направлений, БСВ в процессе бурения могут использоваться:

- - для обмыва бурильного инструмента, механизмов очистки и регенерации буровых растворов, оборудования рабочих площадок буровой, насосной и желобной системы;
- для охлаждения штоков насосов;
- для других целей, связанных с использованием БСВ и пластовых вод (например, рапы для приготовления технологических жидкостей, при глушении скважин, вызове притоков нефти и др.).

- При современных технологиях очистки БСВ достигается 2-3-кратное применение воды с ее использованием до 70 % от потребляемой. Оставшаяся часть воды в количестве 20-30 % поглощается выбуренной породой и находится в прочно связанном состоянии.
- Чаще всего для очистки применяют реагентные методы, при которых вода обрабатывается коагулянтами и флокулянтами как наиболее действенными реагентами. Затем после осветления вода вновь используется в оборотном водоснабжении.
- В качестве коагулянтов широко применяют 5-10 %-е водные растворы сульфата железа или алюминия, хлорного железа, в качестве флокулянтов - различные модификации полиакриламида (0,1-0,5 %-е).
- В зависимости от концентрации взвесей и уровней ХПК производится расчет необходимых коагулянтов и флокулянтов.

- ◎ Выбор метода очистки БСВ зависит в основном от:
степени дисперсности частиц, физико-химических свойств и концентрации примесей.
- ◎ В настоящее время применяют различные композиции буровых растворов с использованием малотоксичных реагентов и наполнителей.
- ◎ Так, в качестве примера можно привести химический состав утяжеленного бурового раствора, наиболее часто применяемого в практике бурения скважин АО "Татнефть».

◎ Состав бурового раствора (глино-мело-баритовый раствор плотностью 1350 кг/м³)

Наименование компонентов раствора.

Количество материалов в 1 м³ ОБР, кг:

- Глина 300
- Мел или карбонатный утяжелитель 240
- Барит 160
- Кальцинированная сода (Na_2CO_3) 5
- Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) 1
- Нефть 85
- Графит серебристый 0,1
- ПАВ (эмульгат, неонал и т.д.) 0,15
- Полифосфаты натрия (ТП<Ша или ГМФ) 0,5
- Вода 764
- Инертный наполнитель (опилки, улюк, кортовое волокно и др.) 100

- Для отделения твердой фазы из ОБР и регенерации утяжелителей используют метод центрифугирования с помощью как импортных установок (Zero-LW, "Трай-фло", "Кем-Трон", "Бароид" - США), так и отечественных УОБР-1 (Кировский завод) и НГ-360Е (с горизонтальным валом, восьмисекционные -СвердНИИХиммаш).
- Полное разделение твердой фазы ОБР на глину, мел, барит, нефть, воду и нефтесодержащую выбуренную породу позволяет большую часть компонентов использовать повторно при закачке в поглощающие горизонты как тампонажный материал, породу в керамзитовом производстве, при отсыпках и в целом обеспечить надежность хранения многотоннажных отходов бурения на специальных полигонах.

- Одним из важнейших мероприятий по снижению загрязнения отходами бурения поверхностных и подземных вод является замена нефти как составной части буровых растворов на экологически чистые добавки - смазки на основе рыбьего жира и растительного масла ("Жирма", "МКФ", "ФК-2000" и др.), легкого талового масла, смесей окисленных жирных кислот ДСБ-4ТТ и др.
- Широкое внедрение полимерных систем буровых растворов, не требующих ввода нефти или смазочных материалов для обеспечения безаварийной проводки ствола скважин, также можно рассматривать в качестве необходимого мероприятия по предотвращению загрязнения гидросферы.

- Считается, что добавление 0,5-2 % таких смазочных материалов заменяет 8-10 % нефти и многократно (до 8-80 раз) снижает токсичность ОБР. Кроме того, применение регламентированных составов буровых растворов позволяет на 20-25 % сократить объемы их образования, что является наиболее действенным мероприятием по утилизации ОБР.
- В качестве средства понижения водоотдачи пластов при их вскрытии (особенно пресных артезианских водоносных горизонтов) экологически безопасными в буровых растворах, кроме традиционных КМЦ, можно считать композиции на основе водорастворимых эфиров целлюлозы и крахмала, а также добавок на биоразлагаемой синтетической основе.
- Одной из серьезных проблем при утилизации ОБР является сбор нефтепродуктов, плавающих на водной поверхности. Они могут появляться как в процессе строительства скважин, повторного вскрытия и испытания пластов-коллекторов, так и при аварийных разливах. При попадании в амбар плавающие нефтепродукты достаточно просто локализируются боновыми заграждениями с последующим сбором на утилизацию.

- В настоящее время выпускается большое количество различных модификаций боновых заграждений серий "Барьер", "Барьер-берег", "Рубенс" из полимерно-тканевых материалов (фирма "Экосервис-нефтегаз").
- Кроме того, выпускаются боновые заграждения "Барьер-Сорб" с применением сорбентов многократного использования, "Экосорб" либо других сорбирующих материалов.
- Однократная сорбционная емкость одной секции "Барьер-Сорба" составляет от 30 до 50 кг нефтепродуктов. Существуют и другие конструкции боновых заграждений, которые применяются для локализации и сбора разливов нефти, создания постоянных локализирующих заграждений, каскадов, заградительных рубежей на водоемах и водотоках.
- Кроме боновых сооружений, этой же фирмой выпускаются нефтесборные устройства (скиммеры) "Спрут-Г" "Спрут-2", "Спрут-П" производительностью от 15 до 30 м³/ч на основе дизельного привода.
- Специальное нефтесборное устройство с насосом также позволяет производить перекачку загрязненных нефтесодержащих осадков из прудов-отстойников, шламовых амбаров, тяжелых фракций нефтей.

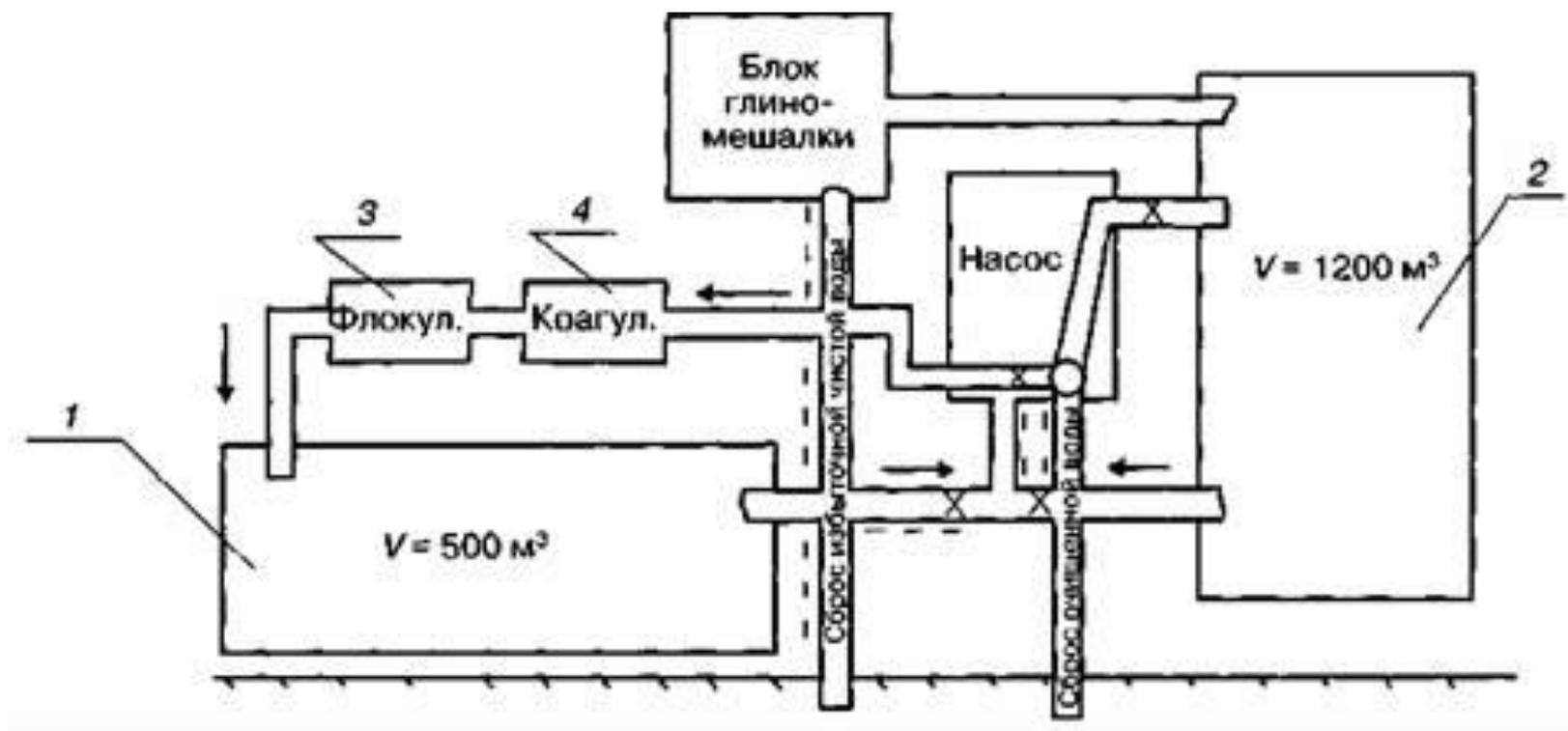
- Фирма "Экосервис-НЕФТЕГАЗ" производит также емкости для временного хранения нефтепродуктов, сорбирующие материалы (салфетки) многократного применения с последующим отжимом на устройстве ОМУ-1, установки по сжиганию органических отходов "Форсаж-1" производительностью до 50 кг/ч (сжигание отработанных фильтров, ветоши, опилок и других горючих материалов).
- Фирма предлагает также противотриационные покрытия (вкладыши) для укладки в ложе амбаров из полимерно-тканевых материалов с двусторонним ПВХ-покрытием. Материалы устойчивы к воздействию нефти, бензина, масел, ультрафиолета.
- Перечисленное оборудование может быть активно использовано при ликвидации аварийных разливов нефти и реабилитации водных объектов от нефтяных загрязнений.

- Для более тонкой очистки БСВ от нефтепродуктов выпускается большое количество самого разнообразного оборудования - от механических нефтеловушек типа ИНСТЭБ-ПТ (тонкослойные отстойники) до аппаратов со струйной флотацией с доочисткой на фильтрах с плавающей загрузкой.
- Производительность установок практически не лимитирована и может достигать 20 м³/ч (флотационные установки серии "Сейм"). Кроме нефтепродуктов процессу очистки поддаются различные масла, жиры, ПАВ взвеси и другие органические вещества.
- Существуют также мобильные установки для сбора плавающих нефтепродуктов, позволяющие оперативно ликвидировать аварийные разливы с водных объектов и буровых площадок. Заслуживают внимания разработанные во "ВНИИОСуголь" передвижные установки УСН-250 МА и УАСН-300 МА, оснащенные капиллярными сепараторами-концентраторами производительностью сбора нефти до 66 м³/ч.

- Достаточно серьезной проблемой загрязнения водных ресурсов является своевременная утилизация ливневых сточных вод с буровой площадки, загрязненных отходами бурения. Технологические операции по их очистке можно производить одновременно с очисткой БСВ.
- Технологическая схема утилизации сточных вод и ОБР, позволяющая предотвратить загрязнение поверхностных и подземных вод, а также почв отходами бурения, представлена на рис.

Технологическая схема сбора, очистки и сброса ливневых и паводковых вод¹:

1 - котлован для сбора ливневых и паводковых вод; 2 - котлован для сбора БСВ и ОБР; 3 - емкость для ввода флокулянта; 4 - емкость для ввода коагулянта



- Технология очистки сточных вод заключается в поэтапной их обработке коагулянтom и флокулянтom с последующим хлопьеобразованием и отстаиванием. На рис. представлена общая схема организации сбора и очистки сточных вод на буровой площадке при бурении скважин.
- Последовательность операций по очистке ливневых вод:
- 1) насосом неочищенная вода подается по системе трубопроводов для смешивания с коагулянтom и флокулянтom, ввод которых осуществляется через смесительные устройства. После ввода реагентов вода снова поступает в котлован, где происходит ее разделение на осветленную воду и осадок;

- осветленную воду насосом откачивают и сбрасывают на рельеф местности либо в систему оборотного водоснабжения буровой установки с учетом требований к оборотной воде;
- осадок откачивают в общий котлован для сбора шлама и отработанных буровых растворов;
- в качестве коагулянта используют полиакриламид в виде 0,1 %-го водного раствора;
- расход коагулянта для очистки воды составляет 70-100 г/м³, флокулянта-10-30 г/м³.

Отработанные буровые растворы и шламы

- Сбор, складирование, обезвреживание и захоронение ОБР и БШ являются важнейшими мероприятиями по охране водных ресурсов, особенно подземных вод.
- В настоящее время нет единых требований к организации этого процесса для всех нефтегазодобывающих предприятий, как и регламентированных направлений утилизации ОБР и БШ. В работе [75] авторы предлагают следующие направления утилизации этой разновидности отходов.

Направления утилизации ОБР и БШ



- Как было указано, разделение ОБР на жидкую и твердую фазы наиболее эффективно проводится с помощью центрифугирования с одновременной реагентной очисткой БСВ.
- Схема такой технологии включает подачу ОБР из циркуляционной системы в смесители, в которые направляется дозированное количество воды, растворов коагулянта и флокулянта. После перемешивания полученная суспензия направляется в быстроходную центрифугу, где происходит разделение фаз.
- Обработанные БСВ собираются в специальном накопителе для отстоя, затем происходит реакция с коагулянтом и флокулянтом, а твердая фаза направляется в шламонакопитель или для утилизации по одному из направлений.
- Через некоторое время, необходимое для отстоя, очищенная часть воды возвращается в оборотное водоснабжение буровой, а осадки вместе с твердой фазой направляются на утилизацию.

- Центрифугирование необходимо для регулирования содержания твердой фазы, плотности, вязкости буровых растворов или распределения по фракциям твердых компонентов, утяжелителей, хим. реагентов воды, нефти; для очистки шлама от токсичных материалов и жидких фаз и др. Размеры удаляемых частиц - от 2 до 10 мкм.
- Различают первичную и вторичную очистку циркуляционного раствора с помощью центрифуг. На стадии первичной очистки отделяются наиболее крупные частицы, при вторичной - более мелкие и утяжелители.
- Как правило, центрифугированию предшествует прохождение ОБР через 1-2 вибросита, пеноотделитель и дегазатор. Применение центрифуг для регулирования содержания твердых частиц в ОБР и выделения фаз из ОБР обеспечивает качественно новый экологический уровень буровых работ.
- В зарубежной практике бурение с центрифугированием применяется более 40 лет и позволяет уменьшить расход реагентов: стабилизаторов - на 6-15 %, разжижителей - на 18-30, утяжелителей - на 45-50 % .

- На многих буровых предприятиях ОАО "Газпром" в практике обезвреживания отходов бурения получила широкое распространение группа препаратов на основе микроорганизмов, которые названы биопрепаратами.
- Отечественными предприятиями освоен выпуск таких препаратов, разрешенных к использованию, как "Путидойл", "Биоприн" и "Девройл". Препараты позволяют очищать не только водные поверхности, но и почвы. Особенно эффективен по сравнению с аналогичными препаратами "Девройл", поскольку он работает в широком диапазоне рН и при низких температурах среды (от 5 °С).
- Использование этого препарата-биодеструктора в филиале "Астраханьбургаз" позволило только в 1998 г. обезвредить более 2,0 тыс. т отходов бурения.

- Принципиально новой является технология обезвреживания БШ с применением реагентов "Ризол" или "Эконафт-М". Нейтрализация шлама и ОБР с присутствием углеводородного загрязнения основана на адсорбировании на поверхности частиц шлама защитной водонепроницаемой пленки.
- В качестве реагента, обеспечивающего процесс капсулирования, используется гидрофобизированная активная известь. В результате получается дисперсный порошок с гидрофобными свойствами, в котором капсулированы и адсорбированы вредные вещества. Капсулы равномерно распределяются в массе продукта, и в дальнейшем он может быть использован для приготовления асфальтобетонных смесей, конструктивных элементов автодорог или подвергаться пиролизу.
- Перечисленные выше препараты также могут быть необходимым дополнением к механическим или физико-химическим методам очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов и имеют большие перспективы при реабилитации компонентов ОС.

Сооружение амбаров-накопителей

- Амбары-накопители, сооружаемые при бурении скважин, являются потенциальными источниками загрязнения водных ресурсов.
- Загрязнение отходами бурения возникает при переполнении амбаров и в процессе их эксплуатации за счет фильтрации ОБР в подземные горизонты.
- Особенно трудно поддается контролю последний вид утечек, поэтому при сооружении амбаров согласно СНиП 2.01.28-85 (или РД 001-158-758-173-95) предъявляется ряд жестких требований к созданию надежного противофильтрационного экрана.

- С этой целью применяются различные технологии - от создания элементарных глинистых экранов до использования быстроотверждающих полимерных средств и геотекстильных материалов.
- Как показывает опыт, глинистые экраны являются недостаточно надежным противофильтрационным решением, и при длительном хранении отходов бурения почти повсеместно фиксируется миграция компонентов отходов бурения за пределы амбаров.

- Более перспективным при создании экранов амбаров и других сооружений (покрытия поверхностей амбаров-накопителей, открытых резервуаров, обваловок буровых площадок, аварийных преград на пути движения загрязнителей, покрытия труб, хранилищ отходов и др.) является применение быстротвердеющих полимерных пен и грунтополимеров.
- Создание экранов из этих материалов обеспечивает высокие прочностные свойства: предел прочности в зависимости от рецептуры равен от 35 до 60 кг/см², для грунтополимеров - от 10 до 300 кг/см², коэффициент фильтрации без дополнительной кольматации - 0,06 см/сут., вещества негорючи, время отверждения - от 1 до 50 мин.

- Проведенные экспериментальные исследования по нанесению быстросхватывающихся полимеров на боковые поверхности и дно амбаров-накопителей продемонстрировали эффективную фиксацию даже на песчаных грунтах и надежное закрепление по всей площади.
- Возможности кольматации остаточных пор значительно усиливаются при использовании ОБР для нанесения на поверхности слоя толщиной 5-10 см за счет адгезионных свойств применяемых пен.
- Компонентами полимерных пен являются пенообразователь, полимерная смола, кислотный катализатор отверждения и вода. Для придания пенам требуемых свойств применяют наполнители, пластификаторы и другие вещества.
- Наполнителями могут быть любые отходы производства - от шлаков до опилок, что позволяет снизить стоимость пеноматериалов и придать им нужные свойства и формы.
- Опытными и промышленными испытаниями подтверждены высокие возможности использования системы "полимер - грунтополимерные составы - ОБР и БШ" в качестве гидроизолирующих материалов.

- В качестве геотекстильных материалов, применяемых для строительства шламонакопителей, особенно в просадочных грунтах, связанных с растеплением массивов грунтов, используется отечественный материал дорнит (АО "Комитекс").
- Он обладает высокой механической прочностью на разрыв, способностью к эластичному растягиванию, высокой степенью кольтматации в течение первых минут фильтрации в зависимости от воздухопроницаемости, толщины пленки и поверхностной плотности, а также от содержания твердой фазы в буровом растворе.
- Экспериментами установлено, что для наиболее перспективных видов применяемых нетканых покрытий при кольтматации дорнита в течение 1-3 мин образуется малопроницаемая система, которая ограничивает фильтрацию даже дистиллированной воды (Штоль, 2000).

Таким образом, в целях минимизации загрязнения водных ресурсов при бурении скважин специалисты предлагают следующие актуальные мероприятия:

- - повторное использование ОБР для бурения новых скважин, особенно при кустовом бурении;
- - утилизацию ОБР для регенерации и получения глино-порошка со сжиганием ПНГ;
- - использование ОБР как исходного сырья в производстве керамзита и глинистого кирпича;
- - использование ОБР для крепления скважин, стенок котлованов и других строительных операций с предварительным обезвреживанием растворов;
- - надежное захоронение ОБР и БШ в шламохранилищах с предварительным испарением влаги и последующей засыпкой минеральным грунтом, смешанным с бентонитом, и рекультивацией почв;
- - микробиологическую очистку отходов с детоксикацией адаптированными нефтеокисляющими штаммами, способными усваивать ароматические и циклические структуры углеводов;
- - для снижения токсичности ОБР и БШ исключение (или минимизацию) использования нефти в качестве профилактической смазочной добавки к БР с заменой на биоразлагаемые материалы;
- - обеспечение отдельной системы отходов бурения и тщательный контроль за появлением загрязнителей-репрезентантов в сопредельных средах.

Контрольные вопросы

Методы обнаружения нефтезагрязнений на водной поверхности

- При решении вопросов, связанных с экологической безопасностью промысловых объектов нефтегазодобывающих предприятий первоочередная задача заключается в предупреждении и своевременном обнаружении загрязнения окружающей природной среды в результате несанкционированных сбросов и аварийных разливов нефти.
- Реализация этих задач может быть осуществлена путем регулярного аэрокосмического зондирования и диагностического обследования наиболее опасных технических объектов, своевременного осуществления предупредительных и ремонтно-восстановительных работ, экологического состояния природных объектов в зоне деятельности нефтегазодобывающих предприятий.

- Аэрокосмическое зондирование включает комплекс дистанционных методов исследования, используемых в инженерно-экологических изысканиях, сочетающий многозональную и спектрозональную аэрофотосъемку с материалами космических фото, сканерной, телевизионной, радиолокационной, инфракрасной и других видов съемок, осуществляемых с искусственных спутников Земли, орбитальных станций и пилотируемых космических кораблей.
- В практике инженерно-экологических изысканий наиболее широко используют фото- и сканерные съемки. Остальные виды съемок рассматривают как вспомогательные для решения узкого круга специальных задач.

- Диагностику технического состояния нефтепромысловых объектов, ввиду ее достаточной сложности и трудоемкости, выполняют, как правило, специализированные предприятия.
- Нефтегазодобывающие предприятия с целью своевременного обнаружения утечек и разливов нефти осуществляют периодический осмотр наиболее опасных объектов.
- Наряду с этим практически повсеместно на опасных объектах, связанных с добычей, перекачкой, хранением и переработкой нефти и нефтепродуктов, внедряются системы параметрической диагностики, которые обеспечивают постоянный контроль за надежностью производственных объектов непрерывно в течение всего периода их активной эксплуатации и дискретно позволяют определять возможное место аварийной ситуации.
- Для очистки поверхности водоемов от нефтепродуктов необходимо своевременное обнаружение их загрязненных участков. С этой целью используют оперативные дистанционные методы индикации пленочных нефтепродуктов в природных водах (фотографический, визуального контроля и аэро съемки, пассивный, активный, радиоактивный, радиолокационный), основанные на контрасте электромагнитных свойств пленки нефти и чистой воды.

- При разливах нефти поверхностные слои нарушают термодинамическое равновесие, что приводит к образованию температурной аномалии, температурного контраста между чистой водой и водой, загрязненной нефтепродуктами.
- Возникновение аномалии чаще всего обусловлено: уменьшением скорости испарения с поверхности воды из-за подавления нефтяной пленкой высокочастотных водяных волн; снижением излучательной способности из-за более высокого коэффициента отражения нефтепродуктов; более низкой теплопроводностью нефти и нефтепродуктов (в 3... 6 раз) и их теплоемкостью (в 0,5... 2,5 раза) по сравнению с чистой водой.

- Оптические свойства воды также существенно отличаются от свойств вод, загрязненных нефтепродуктами. В инфракрасной области коэффициент преломления нефти больше, чем чистой воды. Это приводит к более высоким коэффициентам отражения солнечной радиации нефтяных пленок.
- Дистанционные методы обнаружения нефтяных загрязнений можно подразделить на пассивные и активные.
- Пассивные методы основаны на регистрации теплового излучения (ИК и СВЧ) и естественного гамма-излучения.
- При использовании активных методов исследуемую водную поверхность облучают источником излучения определенного спектрального состава с регистрацией излучения или флюоресценции.

Наиболее простым, доступным и дешевым методом контроля состояния водной поверхности до настоящего времени остается визуальный. Для обнаружения утечек нефти в воду используют плавающие конструкции, в частности постоянно сканирующие устройства и буи. Оборудование такого типа значительно дешевле, чем дистанционное, поэтому его широко используют во многих районах мира. В настоящее время промышленностью разработан и предложен целый ряд приборов, предназначенных для постоянного и периодического контроля за появлением на поверхности воды и грунта нефти и нефтепродуктов. Данные приборы могут быть использованы как сигнализаторы, осуществляющие визуальную или звуковую сигнализацию загрязнения среды, а также как передатчики аварийных сигналов по радиосвязи на центральные диспетчерские узлы. Вместе с тем данные приборы могут служить датчиками автоматизированных систем, осуществляющих включение и выключение стационарно установленных нефтесборщиков на особо опасных участках, позволяя осуществлять максимально оперативное реагирование на аварийные разливы нефти.

Минимальная толщина слоя нефтепродуктов, определяемая на поверхности водоемов, составляет 0,1 мм при погрешности измерений до 20%. Температурный режим (воздух) эксплуатации подобных приборов составляет от -40 до +85°С.

Наряду с сигнализаторами, реагирующими на поверхностную пленку нефтепродуктов, существуют сигнализаторы, оценивающие уровень общего загрязнения водной среды нефтепродуктами.