

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ
и.о.заведующей кафедрой

 к.г.н., доцент
И.Д. Ахмедова
24 июля 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАВ-
ФИТОМЕЛИОРАНТОВ

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу
Студентка 2 курса
очной формы обучения



Усманова
Динара
Айратовна

Научный руководитель
д.б.н., профессор



Соромотин
Андрей
Владимирович

Рецензент
д.с.-х.н
профессор кафедры
«Техносферная безопасность» ТИУ



Скопин
Леонид
Николаевич

г. Тюмень, 2019

АННОТАЦИЯ

В данной работе изучены возможности использования бурового шлама для фитомелиорации шламовых амбаров на примере Приобского месторождения ХМАО-Югра Тюменской области. В рамках исследования были проведены глубокий анализ литературных источников, изучены фитотоксические свойства продуктов переработки бурового шлама, определены оптимальные варианты применяемых биологических и химических компонентов для проведения рекультивации шламового амбара. С целью уменьшения воздействия буровых шламов на окружающую природную среду были проведены опыты по определению фитотоксичности и токсичности шламового амбара на участке Приобского месторождения (левый берег).

Результаты исследования показали, что образец бурового шлама позволяет отнести его к IV классу опасности (малоопасный). Вместе с тем, вегетационный опыт показал, что буровой шлам своим токсическим действием влияет на прорастание семян клевера, снижая всхожесть семян, по сравнению с контролем. Следовательно, при разрушении обваловки и при миграции в грунтовые воды, существует опасность заражения токсичными продуктами шлама окружающей природной среды. Испытания различных составов смесей,готавливаемых в процессе нейтрализации бурового шлама методом разбавления с использованием песка и торфа, гашеной извести показали, что двукратное разбавление шлама торфом и песком резко повышает фитомелиорационные свойства такой смеси, при этом всхожесть семян клевера практически не отличается от контроля. Следовательно, добавление песка и торфа в отходы бурения способствуют как улучшению агрофизических свойств, так и снижению фитотоксичности в результате снижения концентраций загрязняющих веществ за счет сорбционной способности торфа и при механическом разбавлении чистым песком.

Ключевые слова: буровой шлам, шламовый амбар, биоремедиация.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. АНАЛИЗ СОСТАВА БУРОВЫХ ШЛАМОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ	7
1.1 Анализ состава бурового шлама	7
1.2 Фитотоксические свойства бурового шлама	15
1.3 Биоремедиационные технологии рекультивации шламовых амбаров	20
Вывод	22
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ И ПЕРЕРАБОТКИ БУРОВОГО ШЛАМА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО ОКРУГА-ЮГРЫ	24
2.1 Описание района работ	27
2.2 Методы рекультивации шламовых амбаров	27
2.3 Методы переработки бурового шлама	29
Вывод	30
ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА БИОРЕМЕДИАЦИИ ШЛАМОВОГО АМБАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕВЕРА КРАСНОГО И ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК	31
3.1 Материалы	31
3.2 Методика проведения исследования	32
3.3 Постановка эксперимента	32
3.4 Результаты	35
Вывод	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	42
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Методика определения фитотоксичности почвы	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Протокол биотестирования	48
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Фотографии	49

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БСВ	–	Буровые сточные воды
БШ	–	Буровой шлам
ГОСТ	–	Государственные стандарты
ГСМ	–	Горюче-смазочные материалы
ОБР	–	Отработанные буровые растворы
ОПС	–	Окружающая природная среда
ПАВ	–	Поверхностно-активные вещества
ПДК	–	Предельно допустимая концентрация
СП	–	Свод правил по проектированию
ФККО	–	Федеральный классификационный каталог отходов

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: Почвенный покров Земли является ведущим и важнейшим компонентом экологических систем биосферы. Почвенная оболочка представляет собой незаменимую часть механизма биосферы. Если это звено будет нарушено или уничтожено, то общий механизм биосферы будет глубоко и необратимо нарушен, с опасностью катастрофических последствий. В результате освоения нефтяных и газовых месторождений в Западной Сибири образуется большое количество отходов бурения, которые находятся в шламовых амбарах. Количество буровых амбаров на территории ХМАО составляет более 2500, аналогичная ситуация характерна и для ЯНАО, возрастает их доля на юге Тюменской области. Шламовые амбары, содержащие большое количество токсичных отходов бурения, представляют наибольшую экологическую опасность на этапе строительства объектов нефтегазодобычи. Многие из них располагаются в водоохранных зонах и представляют значительную угрозу речным и озерным экосистемам. Основные проблемы по охране окружающей среды в нефтяной промышленности сегодня следует решать увеличением работ по утилизации и рекультивации буровых шламов. Одно из перспективных решений этого вопроса – широкое внедрение экологически безопасных элементов системы биоремедиации, базирующихся на использовании трав-фитомелиорантов и применении биологических и минеральных добавок. Расходы, которые несут нефтедобывающие предприятия на обезвреживание и утилизацию буровых шламов, рекультивацию шламовых амбаров, каждый год составляют миллиарды рублей. Даже, несмотря на то, что буровые отходы представляют серьезную опасность, в настоящее время не разработано абсолютно безопасных технологических решений, которые бы позволили их обезвреживать и утилизировать отходы без ущерба окружающей среде с высокой эффективностью.

Цель работы: разработка биоремедиационной технологии рекультивации шламовых амбаров, содержащих отходы бурения.

Объекты исследования: шламовые амбары, содержащие отходы бурения скважин на нефть и газ.

Предмет исследования: оценка эффективности технологии биоремедиации шламовых амбаров с использованием трав-фитомелиорантов.

Задачи исследования:

1. Провести анализ состава буровых шламов, образующихся при бурении скважин на нефть и газ;
2. Изучить методы рекультивации шламовых амбаров и переработки буровых шламов на месторождениях Ханты-Мансийского округа-Югры;

3. Определить оптимальный вариант биоремедиации шламовых амбаров с использованием клевера красного и органических и минеральных добавок;

4. Разработать рекомендации биоремедиации шламовых амбаров на основе трав-фитомелиорантов.

Защищаемые положения:

1. В таежной зоне Западной Сибири шламовые амбары содержащие буровые отходы без нефтепродуктов могут быть рекультивированы методами биоремедиации на основе трав-фитомелиорантов;

2. Основной травосмеси фитомелиорантов должен являться клевер красный, как наиболее пригодный для культивирования на суглинистых и супесчаных техногенных грунтах, которыми, по сути, и являются буровые шламы.

Методика исследования: в работе были использованы такие методы теоретического уровня, как анализ, синтез, обобщение; а также методика определения фитотоксичности и биоремедиации шламовых амбаров.

Практическая значимость: полученные результаты могут служить основой для разработки рекомендаций для рекультивации шламовых амбаров на нефтегазовых месторождениях в таежной зоне Западной Сибири.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. АНАЛИЗ СОСТАВА БУРОВЫХ ШЛАМОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ

1.1 Анализ состава бурового шлама

В районах добычи нефти и газа естественная среда постоянно находится под специфическим комплексом техногенных воздействий. Это проявляется на каждом этапе нефтегазодобычи.

Из всей совокупности различных технологических процессов, которые осуществляются на разведочном этапе, наибольшую экологическую опасность для экосистем представляют два – сейсмологическая разведка и строительство (бурение) геологических скважин. На данном этапе немаловажным негативным фактором для окружающей природной среды (ОПС) является аварийность вследствие нарушения технологии вскрытия или испытания нефтяных пластов при строительстве глубоких геологоразведочных скважин [2].

Из анализа экологических последствий на этапе строительства объектов нефтегазодобычи следует, что наибольшее влияние на ОПС связано, во-первых, с отчуждением значительных площадей земельных ресурсов и, во-вторых, с образованием и хранением на территории буровых площадок технологических отходов бурения. При бурении одной скважины образуется большое количество отходов бурения.

Существенным видом негативного воздействия на этапе добычи становится нефтесолевое загрязнение, главная причина которого – коррозионный износ внутрипромысловых коллекторов и утечка с площадных объектов.

Наиболее опасным видов воздействия, как при бурении скважин, так и впоследствии, является химическое загрязнение ОПС. К основным возможным химическим загрязнителям при строительстве геологоразведочной скважины по стандартным технологиям относятся: буровые растворы и реагенты для приготовления, отходы бурения (буровой шлам, отработанный буровой раствор, сточные воды), нефть и ГСМ, хозяйственно-бытовые сточные воды. Расчетные объемы буровых отходов от одной скважины составляют более 1400 м³ [18].

Экологические последствия бурения промысловых скважин, проявляются в геомеханических, гидрологических, гидрогеологических и биоморфных нарушениях компонентов экосистем. Буровые отходы содержат нефть и нефтепродукты, а также разнообразные по составу, физико-химическим свойствам и токсичности материалы и химические реагенты, которые используются для интенсификации процессов бурения. На значительную экологическую опасность для ОПС в местах строительства нефтяных и газовых скважин указывают многие эксперты. В процессе бурения из скважины нужно

удалять разбуренные породы, для чего буровым насосом непрерывно закачивается промывочная жидкость (глинистый раствор во многих случаях с добавкой утяжелителей, а при проходе твердых горных пород – вода). Чаще всего скважина бурится с применением глинистых растворов с добавкой нефти (10–15%). Кроме того, в виде добавок применяются поверхностно–активные вещества (сульфонол и др.). В последние годы при первичном вскрытии продуктивных пластов все чаще используются биополимерные малотоксичные ингибированные буровые растворы на основе реагентов зарубежного производства [11].

Жидкость доходит до долота по бурильным трубкам. Через отверстия в долоте поступает в забой скважины. Затем жидкость поднимается по кольцевому пространству между бурильными трубами, стенками скважины, захватывая частицы разбуренной породы, и выносит их на поверхность. После того, как жидкость поднялась до устья скважины, она начинает протекать по специальным желобам. В эти желоба из жидкости осаждаются разбуренная порода и стекает в яму – шламовый амбар. Иногда при бурении применяются нефтяные растворы с добавкой различных реагентов и «нефтяные ванны» при прихватах инструмента. Значительную опасность для окружающей среды оказывают буровые растворы на нефтяной (углеводородной) основе — РОУ. Доля применения РОУ (в объеме всех буровых растворов) в различные годы колеблется от 5–10 до 80% на некоторых месторождениях [8].

В настоящее время наиболее известны для обработки буровых растворов – хромсодержащие реагенты (хромпик, хромлигносульфаты и др.), фенолосодержащие (фенолы эс-тонских сланцев, карбофен, ПФЛХ-полифиниллигнохлор и др.), а также щелочесодержащие реагенты (каустическая сода, гипан, углещелочной реагент, торфощелочной реагент, гексо-метафосфат натрия, триполифосфат натрия и др.). Все эти вещества обладают определенной токсичностью. Обычно загрязнение буровыми растворами происходит вследствие перелива и выбросов из скважин, сброса отработанных растворов в овраги, водоемы и перетока их по поглощающим пластам [2].

Объемы отходов бурения зависят от глубины скважины, принятой технологии бурения, системы водоснабжения, продолжительности строительства и геологотехнических особенностей разбуриваемого месторождения и составляют от 500 до 6000 м³ на 1 буровую. В среднем на 1 скважину с глубиной бурения до 3000 м образуется до 1000 т жидких отходов, содержащих выбуренную породу, буровой раствор, различные химические реагенты и нефть. При амбарном способе бурения, до сих пор широко применяемом, в шламовых амбарах скапливаются буровые отходы, продукты испытания скважин, материалы для приготовления и химической обработки буровых и тампонажных

растворов, пластовые воды, сточные хозяйственно-бытовые воды, атмосферные осадки и пр. [25]

Как правило, отходы промышленного бурения скважин, содержащие нефть, имеют 3-й класс опасности (умеренно опасные). При разбуривании скважин в шламовый амбар попадает самый широкий спектр химических элементов и соединений. К ним относятся едкий калий, кальцинированная сода, CaCl_2 , KCl , известь, кислоты и их композиции, добавки, утяжелители (барит, гематит), ПАВ, цемент (носитель ионов кальция), нефть, нефтепродукты, графит, карбоксиметил-целлюлоза, спиртовая барда, известково-битумный раствор и др. При этом шламовые амбары необходимо рассматривать как источники комплексного загрязнения ОПС в непосредственной близости от обваловки амбара. Исследования способности токсичных компонентов отходов бурения распространяться через борта шламовых амбаров показали, что по показателям превышение ПДК. В пробах грунтовых вод, отобранных с глубин 0,8 м на расстоянии от 5–25 м от обваловок шламовых амбаров, имеет место превышение ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (общей жесткости — в 6–10 раз, содержания нефти — в 30–50 раз, содержания анионных ПАВ — до 3 раз, неионных ПАВ — в 5–9 раз). Значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов представлены в таблице 1. Под воздействием отходов бурения скважин вокруг шламовых амбаров образуется ореол загрязнения грунтовых вод, причем его формирование заканчивается в 1-й год существования шламового амбара [16].

Ввод в эксплуатацию каждого нефтяного месторождения связан с промышленным освоением значительных площадей, где вырубается лес, разрабатываются карьеры по добыче песка, готовятся эксплуатационные, нагнетательные, водозаборные скважины, создается многоотраслевое обслуживающее хозяйство. Все это сопровождается нарушением гидрологических, гидрогеологических и мерзлотных режимов, изменение рельефа, почвенно-растительного покрова, микроклимата территории, видового состава животных, как в пределах участков нового строительства, так и в зоне их влияния. Техногенное воздействие на севере приводит не только к точечному разрушению экосистем, но и широкому площадному нарушению, чему способствует развитая гидрографическая сеть [44].

Загрязнение окружающей природной среды производственно-технологическими отходами бурения (буровыми шламами) связано с ростом объема добычи нефти и газа в эксплуатационном бурении. При этом буровые шламы преимущественно размещаются в шламовых амбарах, которые могут стать источником поступления загрязняющих веществ в окружающую среду.

Токсические вещества буровых шламов связаны с химическим составом используемых при бурении промывочных жидкостей (буровых растворов). Назначение этих реагентов состоит в регулировании таких характеристик, как водоотдача, снижение коэффициента трения, пеногашение и т.п.

В связи с этим актуальными являются исследования бурового шлама на содержание в их составе тяжелых металлов и нефтепродуктов, которые в количестве, превышающем требуемые значения, могут оказывать отрицательное воздействие при размещении буровых шламов в объектах окружающей природной среды.

В процессе строительства нефтяных скважин из недр земли с различных геологических формаций извлекается значительное количество выбуренных горных пород, или буровых шламов. Одной из важнейших задач является защита природной среды от жидких и твердых буровых отходов (БО), образующихся в процессе работы бурового оборудования. Они состоят из буровых сточных вод (БСВ), отработанного бурового раствора (БР) и бурового шлама, в ряде случаев перемешанных в шламовых амбарах. Основные факторы воздействия буровых отходов на окружающие элементы биоценоза определяются составом бурового раствора и попадающими в него из забойного пространства нефтепродуктами и минерализованными водами. Буровые отходы в большинстве своем состоят на 30–45 % из выбуренной породы (частицы глины и песка), 30–45 % – это буровой раствор и 10–20 % – возможные технологические сбросы подземные воды и нефть. Буровой раствор в свою очередь состоит из воды (85–89 %), бентонитовых глинопорошков (10–11 %), в оставшиеся 1–5 % могут входить различные смазывающие, антисептические, пеногасительные, антифильтрационные и гидрофобизирующие жидкости. Наиболее распространены гидрофобизированная кремнийорганическая жидкость, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, рыбожировая смазка, полиакриламид, гепан, графитовая смазка, каустическая сода, едкий калий, кальцинированная сода. Основными объектами загрязнения при бурении скважин являются геологическая среда (подземные воды), гидро- и литосфера (открытые водоемы, дно акваторий, почвенно-растительный покров). Одной из основных задач промышленности на сегодняшний день выступает максимальное уменьшение загрязнения окружающей среды, и в частности промышленными отходами. Нефтедержащие отходы оказывают негативное воздействие практически на все компоненты природной среды: поверхностные и подземные воды, почвенно-растительный покров, атмосферный воздух, биоту. Одной из первоочередных проблем при обращении с нефтеотходами выступает выбор оптимальной схемы их утилизации или обезвреживания [17].

Буровой шлам может негативно сказываться на состоянии природной среды, нарушая равновесие экосистем, кроме того, он вреден для здоровья человека. Опасность таких отходов заключается главным образом в том, что они содержат в своем составе токсичные элементы: углеводороды нефти, компоненты растворов, применяющихся при бурении, тяжелые металлы. В связи с этим буровые шламы относят к IV классу опасности отходов (согласно ФККО).

Буровой шлам имеет в своем составе частицы песка, глины, различные примеси известняка. Их массовые доли в соотношении 7:2:1. Размер частиц песка равен 150-250 мкм, известняка – 15-80 мкм, глины – 1-25 мкм. [32].

Глины главным образом состоят из двух главных минералов:

1. Каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$. Твердость каолинита 1-1,5; плотность варьирует от 2,5 до 2,7
2. Монтмориллонит $Na(Mg,Al)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot 4H_2O$. Его твердость в границах 1,5-2,5; плотность 1,7-2,9.

Минералы не располагают неизменным составом.

Песок состоит из модификаций кварца SiO_2 . Твердость кварца равна 7, его плотность 2,65.

Высокая твердость поясняет то, что песчинки обладают большим размером, в отличие от частиц глины.

Отличие в твердости и размере частиц песка и глины, а также значительная гигроскопичность последней обуславливает тот факт, что выбуренный шлам продолжительное время остается вязко-пластичной массой. Даже при условии небольшого содержания воды шлам становится рыхлым и непрочным.

В сухом состоянии крупные песчинки создают каркас. В образовавшихся пустотах находятся частицы глины. Они имеют размер на 1-1,5 порядка меньше. Получившиеся слои без труда передвигаются относительно друг друга в продольном и поперечном направлении из-за отсутствия существенного трения, которое объясняется разницей в твердости песка и глины [20].

При долговременном отстаивании буровых отходов в амбаре совершается следующее разделение: большая часть частиц песка оседает на «дно» амбара. Известняк, ввиду максимальной адгезии к нефтепродуктам, наряду с последними находится во взвешенном виде в «придонной» области в виде образований «известняк – нефтепродукты». Частицы глины находятся в «приповерхностной» области в качестве твердой фазы в дисперсной системе «вода – глина». Вместе с частицами глины в

«приповерхностной» области эмульгированы легкие фракции нефти. По итогам визуального анализа было сделано заключение о существовании образований «нефть – глина» в этой области. Существование таких образований замечалось для частиц размером более 8 мкм. Такие дисперсные системы в «приповерхностной» области остаются устойчивыми длительное время, что можно объяснить следующим образом: частицы песка вследствие небольшого размера и гидрофильных свойств создают устойчивые дисперсные системы, а более крупные находятся внизу образований, общая плотность которых примерно равна плотности воды. Химический анализ состава воды обнаружил значительное содержание абиотического иона – Cl^- , а также высокие значения других показателей, которые в десятки и сотни раз превосходят предельно допустимые концентрации для почвы и воды.

Отходы промышленного бурения скважин, которые содержат нефть, обычно имеют 3-й класс опасности (умеренно опасные). Разделение нефтяных включений в шламовом амбаре совершается следующим образом: 7–10% находится буровом шламе, 5–10% растворено в жидких отходах, а существенная часть собирается на поверхности амбара, образуя пленку. При разбуривании скважин в шламовый амбар попадает самый широкий спектр химических элементов и соединений: едкий калий, кальцинированная сода, $CaCl_2$, KCl , известь, кислоты и их композиции, добавки, утяжелители (барит, гематит), ПАВ, цемент (носитель ионов кальция), нефть, нефтепродукты, графит, карбоксиметилцеллюлоза, спиртовая барда, известково-битумный раствор и др [15].

Анализ образцов шлама, отобранных с разных глубин скважины, показал, что в нем содержатся от 0,8 до 7,5% нефти, до 15% общей органики. Наряду с нефтью туда помещаются и химические реагенты.

Согласно ФККО при добыче нефти образуется отход: 2 91120 01394 Шлам буровой при бурении, связанном с добычей сырой нефти, малоопасный. Компонентный состав бурового шлама представлен в таблице 1.

Таблица 1–Компонентный состав бурового шлама [18]

Наименование компонента	Содержание, %
Вода	50,00
Диоксид кремния	48,55
Алюминий	0,7007

Наименование компонента	Содержание, %
Железо	0,4574
Натрий	0,1017
Сульфаты	0,0773
Хлориды	0,0674
Кальций	0,0235
Нефтепродукты	0,0104
Марганец	0,0057
Барий	0,0038
Цинк	0,001
Никель	0,0004
Медь	0,0003
Свинец	0,00023
Кобальт	0,0001
Мышьяк	0,00007

Полужидкие отходы бурения в виде буровых шламмов и отработанных буровых растворов после надлежащей их подготовки могут быть применены в качестве техногенного грунта при соответствии его ГОСТ 23558-94. Получаемый техногенный грунт обладает достаточной прочностью и экологической безопасностью для объектов окружающей среды. Это доказывается положительными результатами расчётов класса опасности (приказ МПР РФ от 15.06.01 № 511 – влияние на окружающую среду), санитарно-эпидемиологическому заключению (СП2.1.7.1386-83 – влияние на человека) и (при необходимости) результатами биотестирования.

Высококачественный бентонит содержит от 80 до 90 % коллоидных частиц, что отличает его от обычных глин, редко содержащих более 5 % коллоидных частиц. Свойства бентонита связаны с составом обменных катионов. Двухвалентные катионы увеличивают силу притяжения, поэтому кальциевый бентонит хуже диспергируется и набухает. Большой выход дают бентониты с высокой емкостью обмена с преимущественным содержанием катионов натрия. Для приготовления бурового раствора необходимо использовать слабоминерализованную воду. Кроме перечисленных ингредиентов в буровом растворе присутствуют нитроглицерин, карбоксометилцеллюлоза (КМЦ), гидроокись кальция, хромпик, полифенол, углещелочные реагенты, взвеси и

другие токсические вещества. Несмотря на многочисленные оценки токсичности буровой раствор с применением биотестов, проведение перечисленных поллютантов в природных средах остается практически неисследованными.

Литологические характеристики геологического разреза скважин месторождений указывают на наличие в буровом шламе частиц песка, глин, алевролитов, песчаников, аргиллитов, известняков и других составляющих. Буровой шлам чаще всего представлен средними и тяжелыми глинами с преобладанием иловато-пылеватых фракций с содержанием песка от 5 до 30%. Относительная плотность образцов изменяется от 2200 до 2700 кг/м³ и часто зависит от степени отделения его при очистке промывочной жидкости. Содержание нефтепродуктов может содержать 700 мг/кг и более. Также в составе бурового шлама обычно присутствует порода (60-80%), органическое вещество (8-10%), водорастворимые соли (6%), а также нефть, утяжелители [11].

Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов и их производных; каждое из этих соединений может рассматриваться как самостоятельный токсикант. В ее составе обнаруживается свыше 1000 индивидуальных органических веществ, содержащих 83-87% углеводорода, 12-14% водорода, 05-06% серы, 0,02-1,7 % азота и 0,005-3,6% кислорода, и незначительная примесь минеральных соединений. Для оценки нефти, как загрязняющего вещества природной среды предложено использовать следующие признаки: содержание легких фракций (т кип < 2000С); содержание парафинов; содержание серы. Легкие фракции обладают повышенной токсичностью для живых организмов, но их высокая испаряемость способствует быстрому самоочищению природной среды. Напротив парафины не оказывают сильного токсического воздействия на почвенную биоту, но благодаря высокой температуре отвердевания существенно влияют на физические свойства почвы. Содержание серы свидетельствуют о степени опасности сероводородного загрязнения почв и поверхностных вод. Также в буровом шламе присутствуют тяжелые металлы: цинк, хром, ванадий, никель, свинец, медь. Но, несмотря на их присутствие, БШ можно отнести к отходам с низким содержанием тяжелых металлов. Важной составляющей бурового шлама является вода, ее количество во многом зависит от его происхождения. К примеру, для буровых шламов нефтеперерабатывающего завода Индии и нефтедобычи штата Техас этот показатель невысок, всего 5 – 11% .

Буровые шламы находящиеся на территории Тюменской области содержат воду от 20 до 50% [34]. Показателем биоремедиации бурового шлама является рН. Диблом и Бартом было найдено, что оптимальный рН для его переработки при внесении в почву должен составлять 7,8 – 8,0. Буровые шламы того или иного происхождения имеют

различный рН в зависимости от технологических особенностей предприятия. Буровые шламы способны поглощать и удерживать растворенные в воде соли. Объясняется это тем, что их частицы благодаря силам молекулярного притяжения способны притягивать и с большой силой удерживать на поверхности молекулы различных веществ. Способность бурового шлама поглощать вещества из раствора во многом зависит от содержания в нем мельчайших частиц, главным образом коллоидных; чем богаче буровые шламы коллоидами, тем сильнее выражена его поглотительная способность. В основе такой связи лежит сила молекулярного притяжения, а данное явление называется адсорбцией. Чем сильнее степень раздробления твердого вещества и чем больше его удельная поверхность, тем сильнее оно будет поглощать, тем выше будет его адсорбционная способность [23].

Многие находящиеся в растворе вещества при соприкосновении друг с другом или с нерастворимой частью засоленных грунтов способны вступать в химические реакции, давая нерастворимые или малорастворимые соединения. Минеральные соли и кислоты в засоленных грунтах в значительной степени диссоциированы на катионы и анионы. Поглощенные катионы удерживаются на поверхности коллоидных частиц очень прочно и могут быть вытеснены обратно в раствор лишь другими катионами. Вследствие этого поглощение ионов из раствора является по существу обменом катионов на поверхности мельчайших частиц почв и грунтов. Явление, при котором катионы растворенных солей поглощаются почвами и грунтами, а взамен их в раствор вытесняются другие катионы, называется обменной адсорбцией. Очевидно, что не вся масса бурового шлама способна к обменной адсорбции, а лишь та ее часть, которая состоит из мельчайших, главным образом коллоидных частиц. Та тонкодисперсная фракция, которая способна обменивать содержащиеся в ней катионы на другие катионы из раствора, называется поглощающим комплексом. В отличие от почв, в буровом шламе отсутствует гумус, поэтому поглощающий комплекс здесь представлен минеральными коллоидными частицами. Благодаря высокой степени дисперсности своих частичек, поглощающий комплекс обладает высокой реакционной способностью, несмотря на то, что это твердое, в воде почти вовсе нерастворимое тело, поглощающий комплекс очень энергично реагирует в водной среде и с твердыми коллоидально-растворенными частицами и особенно с электролитами, растворы которых приходят в соприкосновение с ним.

1.2 Фитотоксические свойства буровых шламов

Буровые шламы способны поглощать и удерживать растворенные в воде соли. Объясняется это тем, что их частицы благодаря силам молекулярного притяжения способны притягивать и с большой силой удерживать на поверхности молекулы

различных веществ. Способность бурового шлама поглощать вещества из раствора во многом зависит от содержания в нем мельчайших частиц, главным образом коллоидных; чем богаче буровые шламы коллоидами, тем сильнее выражена его поглотительная способность. В основе такой связи лежит сила молекулярного притяжения, а данное явление называется адсорбцией. Чем сильнее степень раздробления твердого вещества и чем больше его удельная поверхность, тем сильнее оно будет поглощать, тем выше будет его адсорбционная способность.

Проведение рекультивации или утилизации рассматриваемого отхода бурения, как основных источников загрязнения окружающей среды, является одним из важнейших и весьма актуальных природоохранных мероприятий, направленных на восстановление экологической ситуации и разработки теоретически обоснованной общей стратегии воссоздания структуры и плодородия нарушенных почв. При этом существуют проблемы, сопряженные с отрицательными химическими и физическими свойствами бурового шлама, в частности, повышенной щелочностью, безструктурностью, слабой фильтрационной способностью, запылением при увлажнении и др. Нефть, содержащаяся в буровом шламе, при попадании в почву существенным образом изменяет ее водно-физические характеристики. Она обладает выраженными гидрофобными свойствами, которые передаются частицам бурового шлама, вызывая при этом такие отрицательные явления как: высокая дисперсность, набухаемость, слабая проницаемость и фильтрационная способность, бесструктурность, медленное наступление физической спелости, при высыхании – глыбистость, при увлажнении – липкость, малую подвижность воды, пониженный воздухообмен. Данные явления обусловлены высоким содержанием солей калия и натрия, которые помимо этого, попадая в почву, могут накапливаться, достигая токсичных для растений концентраций. Внедрение натрия в поглощающий комплекс и вытеснение им катионов, определяющих кислотность, вызывает заметное подщелачивание почвы.

В Тюменском государственном университете разработана технология по переработке (обезвреживанию) буровых отходов с получением грунтов строительных. Данные грунты могут быть использованы при рекультивации нарушенных земель, засыпке выемок, карьеров, ликвидации шламовых амбаров, насыпи автомобильных дорог, укреплении откосов дорог, отсыпке оснований кустов скважин и сооружении обвалований, создании плодородного слоя.

Переработка (обезвреживание) твердой фазы бурового шлама происходит за счет связывания содержащихся в них токсикантов, сорбентов и отвердителей с получением инертного строительного материала. В качестве сорбентов применяют технический

углерод и полисорбформ, представляющий собой вспененную пластическую массу из карбамидной смолы. Для приготовления смесей используются следующие вяжущие материалы: портландцемент и шлакопортландцемент с маркой не ниже 400. Также в процессе приготовления смеси вносят песок и торф. Песок используют в качестве минерального наполнителя смеси. Использование песка позволяет повысить рыхлость смеси, избежать чрезмерного отверждения и придать смеси гранулированно-пастообразное состояние. Торф имеет кислотную характеристику показателя pH, а буровые отходы имеют щелочную среду. Таким образом, торф нейтрализуют щелочную среду буровых отходов.

На данную технологию было получено положительное заключение государственной экологической экспертизы Федеральной службы в сфере природопользования по Тюменской области от 17 апреля 2015 года.

Для проверки возможности использования предложенных рецептур, за исключением сорбентов и вяжущих, обезвреживания твердой фазы бурового шлама с приготовлением фитомелиоративной смеси нами был поставлен вегетационный опыт. Фитомелиоративная смесь, при подтверждении ее безопасности для окружающей природной среды и фитопригодности, может быть рекомендована для рекультивации шламовых амбаров и нефтезагрязненных участков, особенно на болотных почвах.

Комплексные методы обезвреживания буровых отходов подразумевают одновременное использование сразу нескольких методов утилизации.

Известен метод обезвреживания отходов бурения, позволяющий комбинировать биоочистку с физическими методами, например, как экстракция паром или адсорбция на угле для вырывания летучих соединений. Либо использование химических методов для удаления токсичных компонентов и металлов.

В странах ЕС и США в последние десятилетия получила относительно широкое распространение технология обезвреживания промышленных отходов и санации загрязненных ядовитыми веществами грунтов и почв методом реагентного капсулирования.

Сущность метода – в обволакивании токсичного отхода бездеятельной пленкой, например, стеклообразной, полимерной, карбонатной и др. В ходе реагентного капсулирования происходит физико-химическое перестройка твердых, вязко-текучих или жидких загрязняющих материалов под воздействием химически активных реагентов в тонкодисперсные порошкообразные стойкие вещества. Каждая частица такого вещества представляет собой микрокапсулу. Внутри микрокапсулы находится загрязненный материал, покрытый снаружи прочной карбонатной водонепроницаемой, биологически

нейтральной для природной среды. Метод реагентного капсулирования можно рассматривать как сочетание механического, физико-химического и химического методов.

1.Формирование структуры атмо-, лито-, гидрогеохимических ореолов и потоков загрязнения различной контрастности в районах складирования отходов бурения следует определять способом их образования, количеством и свойствами заскладированных отходов, уровнем природной и технической защищенности компонентов окружающей среды.

При строительстве и эксплуатации скважин наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В своем составе они содержат широкий спектр загрязнителей минеральной и органической природы, представленных выбуренными породами и химическими реагентами, используемыми для приготовления и обработки буровых растворов.

Геоэкологические исследования проводились на различных объектах – скважинах, пройденных в различных горно-геологических условиях, с применением различных технологий складирования.

Проведение комплексных инженерно-экологических исследований районов расположения техногенных массивов, сформированных отходами бурения (опробование, химический анализ заскладированных отходов, почв, дренажных и подземных вод, атмосферного воздуха, растительности), позволило оценить распределение загрязняющих компонентов в плане и в разрезе для различных сред и установить закономерности формирования ореолов и потоков загрязнения.

Исследование процессов трансформации почв на территории складирования отходов бурения позволило выявить структуру техногенных литохимических ореолов, контрастных по цинку, никелю, железу и меди и установить, что спектр и содержание загрязняющих компонентов определяются технологическими особенностями складирования отходов бурения.

По результатам опробования атмосферного воздуха и почвенно-растительного покрова в зоне техногенного воздействия хранилищ были определены границы атмохимических и литохимических ореолов загрязнения, формирующихся в результате пылесудвания тонкодисперсных частиц с поверхности массивов. Установлено, что в радиусе 0,5-2,8 км от границы хранилищ происходит превышение фоновых содержаний цинка (до 80 мг/кг сухой почвы), никеля (до 45 мг/кг сухой почвы) и меди (до 60 мг/кг сухой почвы) в почве, приводящее к более чем двукратному снижению продуктивности и потере качества лесохозяйственной продукции.

Проведение гидрохимического опробования и анализа проб дренажных и подземных вод показало, что вследствие низкой изоляции горизонта грунтовых вод, происходит их метаморфизация в направлении формирования хлоридных вод с минерализацией до 2,5 г/л, обогащенных металлами: железом (до 40 мг/л), медью (до 3,8 мг/л), никелем (до 1,9 мг/л), свинцом (до 0,7 мг/л) и образование гидрохимического ореола загрязнения на территории более 20 га. Формирование техногенного ореола в грунтовых водах связано с инфильтрацией подкисленных атмосферных осадков и талых вод, вымывающих из заскладированных отходов загрязняющие компоненты, а также попаданием компонентов буровых растворов и высокоминерализованных пластовых.

В результате проведения режимных наблюдений за составом и уровнем подземных вод было установлено, что удельное количество поступающих в водоносный горизонт дренажных вод определяется разностью между среднегодовым количеством осадков и испарением, степенью естественной и технической защищенности водоносного горизонта от загрязнения.

Под естественной защищенностью подземных вод от загрязнения понимается степень перекрытости водоносных горизонтов отложениями, прежде всего слабопроницаемыми, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли. Оценка степени защищенности дается на основе учета мощности зоны аэрации, ее строения, вещественного состава и фильтрационных свойств.

Под технической защищенностью подземных вод от загрязнения понимается степень изоляции техногенных массивов от подземных вод специальными дренажно-защитными сооружениями.

Степень природной защищенности на территориях болотистых ландшафтов приравнивается нулю из-за приповерхностного расположения подземных вод. При этом низкая степень технической защищенности объясняется отсутствием качественной гидроизоляции хранилищ отходов бурения.

Анализ метаморфизации состава приповерхностных отложений, природных вод, атмосферного воздуха позволил выявить свойства заскладированных отходов, определяющие процессы формирования ореолов и потоков загрязнения в районах воздействия техногенных массивов: физические (агрегатное состояние, крупность, плотность, летучесть, вязкость, сорбционная способность, способность к ионному обмену); химические (содержание в отходах загрязняющих веществ, валентность, строение электронной оболочки, потенциал ионизации основных загрязнителей, растворимость, реактивность с водой, почвой, грунтами, устойчивость, способность к деградации (биологической или химической), особенности поведения в различных кислотно-щелочных

и окислительно-восстановительных условиях); токсикологические и гигиенические (токсичность, канцерогенность, запах, цвет, биоаккумуляция, синергичность).

2. Оценка риска негативного воздействия отходов бурения должна производиться, исходя из технологий образования и складирования, срока хранения отходов, значений концентраций токсичных элементов в отходах и их миграционной способности.

Складирование отходов в зависимости от технологии бурения скважин производится амбарным и безамбарным способом, причем в обоих случаях отходы бурения размещаются на территории кустовых площадок. Амбарная технология бурения предполагает временное накопление в шламовых амбарах бурового шлама (выбуренной породы, пропитанной буровым раствором), буровых сточных вод, бурового раствора, и других технологических жидкостей, а безамбарная - исключительно бурового шлама, при этом буровые сточные воды осветляются и утилизируются.

В настоящее время при оценке экологической опасности бурового шлама основное значение имеет валовое содержание минеральных компонентов без учета миграционной способности поллютантов присутствующих в шламе. Тем не менее, проведенные исследования показали, что наиболее опасными являются подвижные формы химических соединений, которые определяют степень токсичности и опасности бурового шлама.

Свойства образующегося бурового шлама обусловлены минеральным составом выбуренной породы, пластовых флюидов и остатками бурового раствора. Основной причиной загрязнения природных вод в зоне воздействия заскладированных буровых шламов является десорбция с поверхности частиц шлама химических реагентов, используемых для обработки буровых растворов.

С целью оценки риска негативного воздействия заскладированных отходов бурения были проведены исследования состояния отходов, образующихся при различных технологиях бурения, а также отличающихся по возрасту.

1.3 Биоремедиационная технология рекультивации шламовых амбаров

Биоремедиация – это комплекс методов очистки почв и вод, основанный на использовании биохимического потенциала микроорганизмов (бактерий, грибов), водорослей, высших растений. Важнейшее преимущество этих технологий заключается в их безопасности для окружающей среды: они основаны на процессах самоочищения живой природы, и, как правило, при этом отсутствуют вторичные отходы, образующиеся при других методах ремедиации. Биоремедиация – лечение жизнью (bios – жизнь, remediatio – лечение), очистка, восстановление с помощью живых организмов.

Методы биоремедиации:

1. Биостимулирование. Предусматривает активизацию жизнедеятельности природного сообщества (абиогенной микрофлоры) путем создания оптимальных условий окружающей среды;
2. Биоаугментация. Это внесение экзогенного биологического материала в природную среду;
3. Биоконцентрирование. Это накопление вещества-загрязнителя в локальной зоне путем адсорбции или иммобилизации;
4. Обработка в биореакторах. Позволяют достичь высоких скоростей деструкции загрязнений за счет оптимальных условий развития микроорганизмов;
5. Обработка в биореакторах. Позволяют достичь высоких скоростей деструкции загрязнений за счет оптимальных условий развития микроорганизмов;
6. Фиторемедиация. Это комплекс методов очистки вод, почв, воздуха с использованием зеленых растений.

Растения воздействуют на окружающую среду различными способами:

1. Ризофилтрация – всасывание корнями растений необходимых элементов из почвы;
2. Фитоэкстракция – накопление в организме растений опасных загрязнений (соли тяжелых металлов);
3. Фитолатилизация – испарение воды и летучих химических элементов (As, Se) листьями растений;
4. Фитостабилизация – перевод химических соединений в менее подвижную и активную форму, что существенно снижает риск распространения загрязнений;
5. Фитодеградация – разложение растениями и симбиотическими организмами органической части загрязнений;
6. Фитостимуляция – стимуляция развития симбиотических микроорганизмов, принимающих участие в процессе очистки.

Значение биоремедиации:

1. Проведение ремедиации на месте загрязнения (in situ);
2. Низкая себестоимость работ;
3. Безопасность метода для окружающей среды;
4. Теоретическая возможность извлечения ценных веществ из биомассы растений (никель, золото, медь);
5. Высокий уровень очистки;

6. Мониторинг процесса очистки. (Непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, в сравнении с заданными критериями);

7. Целями биоремедиации являются восстановление почвы после загрязнения, например, нефтешламами или диоксинами;

Преимущество биоремедиационных технологий связано с широчайшими возможностями живых систем, особенно микроорганизмов, метаболизировать в той или другой степени огромное число различных органических веществ. Кроме того, очень важно, что применение биоремедиационных технологий предполагает мягкое воздействие на очищаемую среду, не приводящую к существенным изменениям основных почвенных показателей. Важным моментом также является меньшая стоимость биоремедиации. К недостаткам биологических процессов очистки и восстановления почв относятся низкая скорость биодеградации токсиканта и необходимость проведения предварительного обследования загрязненного участка для уточнения технологических режимов биотехнологических работ.

Биоремедиационные технологии очистки и восстановления почв основаны на усилении естественных процессов самоочистки и самовосстановления окружающей среды.

Вывод: Основным источником буровых отходов является бурение скважин на нефть и газ. При анализе литературных источников было установлено, что буровой шлам состоит из выбуренной породы, представленной глиной, песками и в основном это глины, пески породы, которые характерны для конкретной местности. Кроме того, в состав бурового шлама входит большое количество минеральных и органических загрязнителей, которые используются для приготовления и обработки буровых растворов.

При бурении скважин на нефть и газ окружающая среда находится под постоянным воздействием. Отрицательное влияние происходит на всех этапах нефтедобычи. Особенно велико – при сейсмологической разведке и бурении геологических скважин. При бурении скважин нарушается поверхностный слой земли. Также со строительством скважин связано образование отходов бурения, которые накапливаются в больших количествах. Хранение буровых отходов осуществляется в шламовых амбарах. При бурении скважин в шламовый амбар может попасть большое количество химических элементов и соединений, которые отрицательно влияют на все компоненты природной среды.

Преимущества биоремедиационных технологий связаны с возможностями живых систем, особенно микроорганизмов, метаболизировать большое число различных органических веществ, с мягкостью воздействия на очищаемую среду, не приводящую к существенным изменениям основных почвенных показателей, и с относительно низкой

стоимостью работ. К недостаткам биоремедиации почв относится низкая скорость биodeградации токсикантов и необходимость проведения тщательного предварительного обследования загрязненного участка для уточнения режимов биотехнологических работ.

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ И ПЕРЕРАБОТКИ БУРОВОГО ШЛАМА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО ОКРУГА-ЮГРЫ

2.1 Описание района работ

Приобское нефтяное месторождение удаленное, труднодоступное, 80 % территории которого находится в пойме реки Обь и почти всегда подвергается затоплению в паводковый период. Месторождению присуще сложное геологическое строение песчаных тел по площади и разрезу. Для коллекторов характерны низкая проницаемость и песчанистость. Приобское месторождение характеризуется сложным строением продуктивных горизонтов как по площади, так и по разрезу. Геолого-физическая характеристика продуктивных пластов месторождения указывает на то, что невозможно освоить месторождения без активного вмешательства на продуктивные пласты коллектора и без использования методов интенсификации добычи. Открыто в 1982 году. Разделено рекой Обь на две части — лево- и правобережное. Освоение левого берега началось в 1988 году, правого — в 1999 году.

Геологические запасы оцениваются в 5 млрд тонн. Доказанные и извлекаемые запасы оцениваются в 2,4 млрд тонн.

Добыча нефти на Приобском месторождении в 2007 году составила 40,2 млн тонн, из них «Роснефть» — 32,77, а «Газпром нефть» — 7,43 млн тонн.

В настоящее время разработку северной части месторождения (СЛТ) ведёт ООО «РН-Юганскнефтегаз», принадлежащее компании «Роснефть».



Рисунок 1- Карта района исследования [2]

Климат

В этом регионе под воздействием континентальных воздушных масс умеренных широт с частым вторжением арктического воздуха сформировался резко континентальный климат. Он характеризуется суровой продолжительной зимой и сравнительно коротким, но теплым летом. Переходные сезоны, весна и осень - укороченные, с ранними осенними и поздними весенними заморозками. Образование устойчивого снежного покрова наблюдается, как правило, в конце октября, а таяние его - в третьей декаде апреля. Максимальная глубина промерзания грунта - 2,2 м. Полное оттаивание почвы происходит в первой декаде сентября. Средняя продолжительность дней с устойчивыми морозами - 150 - 160 дней в году. Продолжительность залегания снежного покрова составляет 190 - 200 дней, а высота достигает 50 - 70 см. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца, января -31°C , самого теплого - июля $+17^{\circ}\text{C}$. Район отмечен большим количеством осадков - 600 мм в год. Из них основное количество приходится на теплый период (апрель - октябрь) и составляет около 400 мм. Среднегодовая скорость ветра составляет 4 м/с.

Геология

Приобский лицензионный участок расположен в северо-западной части Среднеобской низменности, в долине и по берегам среднего течения реки Обь. Его размеры 74 на 50 км, он вытянут в направлении Север - Юг. Представляет собой относительно плоскую, сильно изрезанную водными артериями равнину. Наиболее низкие отметки высот на территории участка - до 24 м над уровнем моря. Отличительной чертой Приобского является осложнённое геологическое строение, характеризующееся многопластовостью и низкой степенью продуктивности. Коллекторы основных продуктивных пластов отличаются невысокой проницаемостью, незначительной песчаностью, высоким уровнем глинистости и высокой расчленённостью. Эти факторы предполагают в процессе разработки применение технологий ГРП. Расположение залежей не глубже 2,6 км. Показатели плотности нефти равны 0,86-0,87 тонн на м^3 . Количество парафинов умеренно и не превышает 2,6 %, количество серы составляет порядка 1,35 %. Залежи относятся к литологически экранированным и обладают упругостью и замкнутостью естественного режима. Показатели толщины пластов составляют от 0,02 до 0,04 км. Давление пластов имеет начальные показатели 23,5-25 МПа. Температурный режим пластов сохраняется в диапазоне 88-90 $^{\circ}\text{C}$. Пластовый тип нефти обладает стабильными параметрами вязкости и имеет динамический коэффициент 1,6 мПа•с, а также эффект нефтяного насыщения при давлении в 11 МПа. Характерны наличие парафинистости и малосмолистости нафтенового ряда. Исходный суточный объём

функционирующих нефтяных скважин варьируется от 35 до 180 тонн. Вид скважин основан на кустовом расположении, а максимальный извлекающий коэффициент равен 0,35 ед. Приобское НМ выдаёт сырую нефть со значительным количеством лёгких углеводородов, что влечёт необходимость стабилизации или выделения ПНГ.

Почва

Почвы в пределах исследуемой территории представлены светлоземами, светлоземами глееватыми и глеевыми суглинистыми на озерно-иллювиальных отложениях и торфяных верховых почв грядово-мочажинных, грядово-мочажинно-озерковых и сосново-сфагновых болот. Почти всем им свойственна кислая реакция среды и небольшая мощность перегнойного горизонта. Слабый сток поверхностных вод при равнинном рельефе, преобладание грунтов тяжелого механического состава и связанное с этим близкое положение верховодки способствует заболачиванию территории и наличию болотных почв разных стадий развития. Заболачивание ослабевает вблизи речных долин, лучше дренированных и поэтому лишенных избыточной влаги. Светлоземы глееватые и глеевые формируются под елово-пихтовыми лесами с мохово-кустарничковым покровом, в состав которого входят мхи, багульник и другие растения.

Гидрография

Основная гидрографическая сеть данного участка представлена водотоками: – протока Малая Салымская – соединяет протоку Большая Салымская с протокой Неулева, протекает в западном направлении, ширина 40 – 127 м, глубина 0,7 – 1,8 м, скорость течения 0,3 м, дно песчаное. В период 17 разлива судоходна, к осени почти пересыхает, образуя омута. В эту протоку, на территории экспертируемого участка, впадают следующие водотоки: реки Городищенская и Зимняя, протоки Гусиная, Малая Березовая. Левый берег протоки высокий, который не затопляется в паводок. Правый берег низкий, большей частью затапливаемым в паводок – протока Гусиная; – протока Малая Березовая – река Зимняя; – река Городищенская – левый приток протоки Малая Салымская, протекает сначала в западном, а затем в северном направлении, ширина до 11 м, глубина 0,5 м, скорость течения 0,2 м/с. Берега низкие, заболоченные, поросли лиственным лесом. Участки между водотоками изобилуют сорами, небольшими безымянными озерками старичного происхождения. Кроме того, имеются безымянные озёра, расположенные за пределами поймы. Озёра делятся на пойменные и материковые. Пойменные расположены в пониженной части речной долины, в зоне затопления паводковыми водами. Они довольно многочисленны, имеют хорошо развитую водную растительность и богатую кормовую базу. Кроме постоянных обитателей заливных озёр – золотого и серебряного карася, в летнее время, до убыли паводковых вод, в них нагуливаются плотва, елец,

пескарь, щука, окунь, которые заходят сюда весной из речных систем. «Материковые» озёра более многочисленны. Большинство из них вторичны, т.е. их появление связано с болотообразовательными процессами. Они концентрируются в водоразделах больших рек, образуя обширные системы, насчитывающие много водоёмов в каждой. Глубина невелика, преимущественно 2 – 5 м. Грунты илистые, торфяные, с большим количеством неразложившихся растительных остатков. К этому надо добавить стоки с болот, насыщенные органикой.

Растительность

Территория участка входит в зону среднетаежных лесов и лесистых болот. Растительность здесь находится в прямой зависимости от форм рельефа. На коренных террасах р. произрастает смешанный лес с преобладанием осины, березы и ели и кедра, реже к ним примешивается сосна. Почвенный покров представлен разнотравьем с добавлением мха. На верховых болотах первый ярус представлен угнетенной сосной, реже березой; почвенный покров моховой, с обилием кустарничковых (багульник, голубика, черника, брусника). На подболоченных участках произрастает сосново-березовый лес. Пойма реки представлена разнотравьем, преимущественно осокой. Вдоль берегов реки имеются заросли ивняка. Верховые болота покрыты мхом, ягодником, багульником, местами поросли угнетённой сосной и берёзой [1].

2.2 Методы рекультивации шламовых амбаров

При строительстве и эксплуатации скважин наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В своем составе они содержат широкий спектр загрязнителей минеральной и органической природы, представленных выбуренными породами и химическими реагентами, используемыми для приготовления и обработки буровых растворов.

Наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. Данные отходы образуются при выполнении бурения амбарным и безамбарным способами. Как правило, и в том и в другом случаях они размещаются на территории кустовых площадок в шламовых амбарах.

Амбарная технология бурения предполагает временное накопление в шламовых амбарах буровых сточных вод, бурового раствора, бурового шлама (выбуренной породы) и других технологических жидкостей, а безамбарная - исключительно выбуренную породу.

Шламовые амбары - это ямы, размером около до 100 м, создаваемые около буровых скважин, куда складировются отходы бурения: отработанные растворы с нефтью или без нее, измельченная горная порода, глина, вода, различные химические реагенты. В каждом амбаре складировается около 500 м³ / 1 скважина отходов бурения.

Отходы бурения, разбавленные водой, представляют собой по вязкости сметанообразную массу, относящиеся к IV-II классу токсичности, очень опасными для окружающей среды.

О необходимости их ликвидации таким способом утверждают и Лесоводственные требования к размещению, строительству и эксплуатации объектов нефтегазодобычи на землях лесного фонда в таежных лесах Западной Сибири от 1990 г, и Регламент на приемку земель, временно использованных при разведке, обустройстве и эксплуатации месторождений нефти и газа в Ханты-Мансийском автономном округе от 1994 г, и многие другие инструкции органов охраны природы.

Такой рекультивированный участок на многие годы становится источником постоянного загрязнения грунтовых и подземных вод. Засыпка шламонакопителей приводит к консервации отходов бурения в теле песчаной насыпи, продлевая их функционирование в качестве отрицательного фактора воздействия на окружающую среду.

Химические соединения, растворенные в воде, также продолжают распространяться с грунтовыми водами, так же, как они распространялись до засыпки. Отсеченные от контакта с атмосферой, они не окисляются, не расщепляются, и тем самым их токсичность не снижается. В не засыпанных амбарах химические соединения быстрее бы расщеплялись, а под воздействием биологических факторов опасность их снижалась бы намного быстрее.

2.3 Методы переработки бурового шлама

Процесс освоения месторождений газа и нефти, а так же возведение новых добывающих комплексов, приносит нам не только определенное количество полезных ископаемых. Вслед за ростом строительства и расширения этих объектов, мы наблюдаем накопление вредных и даже опасных отходов. Сорбционная колонна. Буровые шламы относят к высокой степени опасности, к третьей и даже четвертой.

Сбор и переработка буровых шламов

При разработке, а точнее бурении скважин, извлекается множество измельченной породы, бурового раствора и прочих отходов. Все они собираются на буровой площадке в специально возведенные так называемые шламовые амбары. Шлам в переводе с

немецкого языка обозначает грязь. Следует понять, как происходит переработка. В амбарах отработанные растворы отстаиваются, и разделяются на фракции. После отстаивания, происходит сбор и отделение лёгких фракций, а также добавление реагентов с последующим перемешиванием и отстоем. Сбор может происходить в несколько повторяющихся этапов.

На следующем этапе переработки буровых шламов происходит очистка жидкостей средней фракции. Вода обессоливается и очищается от опасных примесей, минимум, до состояния технической. Очистка воды очень сложна в своем процессе, и происходит поэтапно в очистительных установках различной направленности. И наконец, последняя фракция – тяжелая или твердая. Те вещества, которые не растворяются, но, представляют немалую опасность для природы и человека. Именно эта часть отходов и называется шламом. Химический состав таких отходов не одинаков, и зависит от породы, и от состава жидкостей для промывки.

Методы утилизации и переработки буровых шламов

Для переработки и утилизации используются различные методы:

- Термический метод – при нем шлам сжигается в амбарах открытого типа или специальных печах для получения веществ с битуминозной основой.
- Химический метод – тот, в котором твердый шлам переводят для растворения в жидкую фазу, а затем отвердевают различными цементными составами или органическими добавками.
- Физико-химический метод – свойства шлама изменяются различными химическими веществами, а как результат получают новые материалы.
- Биологический метод – захоронение шлама после биотермического или же микробиологического его разложения.
- Физический метод переработки – захоронение после очистки в центробежном поле и фильтрации под давлением в специально подготовленных для этого могильниках.

Вывод: Рассматриваемый участок находится на территории с резко континентальным климатом (Абсолютный минимум температуры – минус 55°C, абсолютный максимум – плюс 30°C). Суровые климатические условия препятствуют складированию бурового шлама.

В данной работе мы использовали шлам не содержащий нефтепродукты и хлориды. Данный буровой шлам имеет 4 класс опасности.

Для рекультивации шламового амбара мы выбрали метод биоремедиации с использованием клевера красного. Преимущества этих технологий связаны с

возможностями живых систем, особенно микроорганизмов, метаболизировать большое число различных органических веществ, с мягкостью воздействия на очищаемую среду, не приводящую к существенным изменениям основных почвенных показателей и с относительно низкой стоимостью работ.

При определении оптимального определении оптимального варианта биоремедиации шламового амбара мы выбрали клевер красный, потому что он растет на бедной почве, быстро заселяет техногенные пустоши, владеет клубеньками на корнях, тем самым обогащая почву кислородом, он есть в культуре-можно купить в свободном доступе.

ГЛАВА 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА БИОРЕМЕДИАЦИИ ШЛАМОВОГО АМБАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕВЕРА КРАСНОГО

3.1 Материалы

- буровой шлам куста Приобского месторождения; Отбор проб проводился на территории ХМАО в 2017 году.
- почвенный грунт на основе биогумуса ТУ 9896-002-05840495-01
- песок;
- торф верховой;

Пробы бурового шлама отбирали в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб» почвенным буром методом конверта».

- клевер красный (лат. *Trifolium pratense*)

Клевер луговой — двулетнее, но чаще многолетнее травянистое растение, достигает в высоту 15—55 см. Ветвистые стебли приподнимающиеся. Неприхотливое.

- гашенная известь.

3.2 Методика проведения исследования

1. Определение влажности бурового шлама

Шлам навеской 100 г поместили под вытяжку до полного высыхания. Высушенный шлам вновь взвесили. Высчитали процентное содержание влаги в шламе. Масса шлама после высыхания составила 62,355 г. Следовательно, влажность бурового шлама равна 37,645%.

2. Определение влажности почвенного грунта

Взвесили на электронных весах 1 г почвенного грунта и поместили под вытяжку до полного высыхания. Масса высушенного почвенного грунта составила 375 мг. Влажность почвенного грунта равна $1000 \text{ мг} - 375 \text{ мг} = 625 \text{ мг}$, что составляет 62,5% от общей массы.

3. Определение всхожести клевера

В чашку Петри на мокрую марлю поместили 50 семян клевера. Семена прорастают в течение нескольких дней.

4. Определение фитотоксичности

Метод основывается на реакции тест - культур и позволяет определить токсичное действие различных загрязняющих веществ. Для проведения анализа были взяты почвенный грунт и буровой шлам. Во время опыта фиксировали всхожесть, энергию прорастания, длину наземной части всходов. В течение шести дней велись наблюдения за проростками по следующим показателям:

- общая всхожесть;

· длина наземной части всходов.

Определение всхожести семян клевера в присутствии бурового шлама в различных пропорциях

Контрольный вариант

1. В трех повторностях смешали шлам и торф в пропорции 50/50. На механических весах взвесили 150 г шлама и 150 г торфа. Хорошо перемешали содержимое, сверху поместили заранее отсчитанные 50 семян клевера. Смочили водой (200 см³) и неплотно накрыли крышкой.

2. В трех повторностях разместили буровой шлам 100%. В каждый контейнер взвесили по 300 г бурового шлама. Поместили по 50 семян клевера и смочили 50 см³ воды. Неплотно накрыли крышкой.

Далее в различных пропорциях были смешаны торф, гашенная известь и буровой шлам.

1. В первом случае в трех повторностях смешали торф, известь и буровой шлам в пропорции 20:20:60. На механических весах взвесили 60 г торфа, 60 г извести и 180 г бурового шлама. Хорошо перемешали содержимое, сверху поместили 50 семян клевера. Смочили 150 см³ воды и неплотно накрыли крышкой.

2. Во втором случае в трех повторностях смешали торф, известь и буровой шлам в пропорции 30:20:50. На механических весах взвесили 90 г торфа, 60 г извести и 150 г бурового шлама. Хорошо перемешали содержимое и произвели посев 50 семян клевера. Смочили 150 см³ воды и неплотно накрыли крышкой.

3. В третьем случае в трех повторностях смешали торф, известь и буровой шлам в пропорции 30:30:40. На механических весах взвесили 90 г торфа, 90 г извести и 120 г бурового шлама. Хорошо перемешали содержимое и произвели посев 50 семян клевера. Смочили 150 см³ воды и неплотно накрыли крышкой.

3.3 Постановка эксперимента

1) Определение фитотоксичности

Определение фитотоксичности почвы производили в соответствии с методикой фитотоксичности почвы (Приложение А).

В двух стеклянных колбах емкостью 100 см³ были приготовлены суспензии бурового шлама и почвенного грунта. В соотношении 1:5 были смешаны 10 г бурового шлама с 50 см³ дистиллированной воды. Также 10 г почвенного грунта с 50 см³ дистиллированной воды. Каждую смесь разлили в три чашки Петри с таким расчетом, чтобы дно было закрыто на 5 мм. Покрыли суспензию фильтровальной бумагой в два

слоя. На поверхность фильтровальной бумаги поместили 50 штук отсчитанных заранее семян клевера, равномерно распределив. Оставили на несколько дней при температуре 20-25°C.

В контрольную чашку вместо суспензии почв заливали только дистиллированную воду.

2) Определение всхожести семян овса в присутствии бурового шлама в различных пропорциях

Контрольный вариант.

1. В трех повторностях смешали песок и торф в пропорции 50/50. На механических весах взвесили 100 г песка и 100 г торфа. Хорошо перемешали содержимое, сверху поместили заранее отсчитанные 50 семян клевера. Смочили водой (200 см³) и неплотно накрыли крышкой (Приложение В).

2. В трех повторностях разместили буровой шлам 100%. В каждый контейнер взвесили по 400 г бурового шлама. Поместили по 50 семян клевера и смочили 50 см³ воды. Неплотно накрыли крышкой (Приложение В).

Далее в различных пропорциях были смешаны песок, торф и буровой шлам.

В первом случае в трех повторностях смешали песок, торф и буровой шлам в пропорции 15:30:55. На механических весах взвесили 30 г песка, 60 г торфа и 110 г бурового шлама. Хорошо перемешали содержимое, сверху поместили 50 семян клевера. Смочили 150 см³ воды и неплотно накрыли крышкой (Приложение В).

Во втором случае в трех повторностях смешали песок, торф и буровой шлам в пропорции 20:30:50. На механических весах взвесили 40 г песка, 60 г торфа и 100 г бурового шлама. Хорошо перемешали содержимое и произвели посев 50 семян клевера. Смочили 150 см³ воды и неплотно накрыли крышкой.

3) Определение токсичности бурового шлама

Для проведения исследований токсичности шлама были использованы следующие средства измерений, материалы и реактивы:

1. Средства измерений
 - весы лабораторные общего назначения CASMW-150-T(ГОСТ Р 53228-2008)
 - цилиндр вместимостью 1000 см³ второго класса точности (ГОСТ 1770-74)
 - колбы мерные 2-50-2, 2-100-2 (ГОСТ 1770-74)
 - пипетки градуированные вместимостью 5, 10 см³ с ценой деления 0,1 см³ (ГОСТ 29227-91)
2. Вспомогательное оборудование

- устройство для экспонирования рачков УЭР-03 в комплекте со стеклянными пробирками объемом 100 см³
 - аппарат для встряхивания жидкости АБУ-6С
 - пипетки стеклянные, объем 2 см³, с отрезанным и оплавленным концом для пересадки рачков (ГОСТ 29227-91)
 - воронка Бюхнера (ГОСТ 9147-80)
 - сито почвенное (ТУ 46-47-885-73)
 - стакан стеклянный лабораторный вместимостью 1000 см³ (ГОСТ 25336-82)
3. Тест-культура, материалы и реактивы
- тест-культура дафния *Daphnia magna* Straus
 - вода дистиллированная (ГОСТ 6709-72)
 - фильтры бумажные обеззоленные «белая лента» (ТУ 6-09-1678-77, ГОСТ 12026-76)

Приготовление водной вытяжки из бурового шлама

После того, как посмотрели всхожесть клевера, приготавливаем буровой шлам к биотестированию. Освободили его от корневищ и иных инородных материалов. Смешали буровой шлам трех контейнеров до образования однородной консистенции. На механических весах взвесили 350 г и поставили на несколько дней под вытяжкой.

Затем сухой шлам довели до порошкообразного состояния. Просеяли его через почвенное сито. Взвесили на электронных весах 90 г просеянного бурового шлама. В соотношении 1:5 смешали 90 г бурового шлама и 450 см³ воды. Полученную смесь поместили на 2 часа на аппарат для встряхивания жидкости, затем отстаивали 30 мин. Надосадочную жидкость отфильтровали через бумажные обеззоленные фильтры «белая лента».

Приготовление разбавлений исследуемых вод для биотестирования

Для приготовления разбавлений исследуемой водной вытяжки использовали культивационную воду. В качестве культивационной воды использовали питьевую воду, которая в течение 2-3 суток отстаивалась для удаления хлора в бесцветных стеклянных емкостях. Анализируемую воду предварительно разделили на два сосуда: один для разбавления, а другой для хранения раствора, если биотестирование необходимо будет повторить.

Отфильтрованную водную вытяжку разбавили в 2, 5 и 10 раз. Для получения разбавлений анализируемой пробы в 2 раза в три пробирки объемом 100 см³ добавили 25 см³ дистиллированной воды, затем внесли 25 см³ тестируемой воды. Для получения

разбавлений анализируемой пробы в 5 раз в три пробирки объемом 100 см³ добавили 40 см³ дистиллированной воды, затем внесли 10 см³ тестируемой воды. Для получения разбавлений анализируемой пробы в 10 раз в три пробирки объемом 100 см³ добавили 45 см³ дистиллированной воды, затем внесли 5 см³ тестируемой воды. Наряду с разбавленной тестируемой водой в три пробирки внесли по 50 см³ контрольной (культивационной) воды. Таким образом, получилось четыре следующих варианта тестируемой пробы воды объемом 50 см³ каждая, включая контрольную пробу:

- 1) проба, разбавленная в 2 раза, 50%;
- 2) проба, разбавленная в 5 раз, 20%;
- 3) проба, разбавленная в 10 раз, 10%;
- 4) контрольная проба, 0% (Приложение В).

В каждую пробирку поместили по десять дафний в возрасте 6-24 ч. Дафний отлавливали из емкостей, в которых выращивается синхронизированная культура. В отдельный химический стакан сначала отсадили всех одновозрастных рачков, а затем с помощью стеклянной трубки с оплавленными краями и внутренним диаметром 5-6 мм перенесли в пустые пробирки по 10 особей с минимальным объемом культивационной воды. После этого из пробирок удалили культивационную воду и сразу добавили контрольный или опытный раствор в объеме 50 см³.

Посадку рачков производили с контрольной серии. В исследуемые растворы дафний поместили, начиная с больших разбавлений (меньших концентраций загрязняющих веществ).

Пробирки с пробами воды и тест-организмами поместили во вращающуюся кассету устройства для экспонирования рачков УЭР-03 на 48 ч. Благодаря вращению кассеты происходит непрерывная и одинаковая аэрация всех тестируемых проб. При этом выбранная скорость вращения (6-8 оборотов в минуту) не создает стрессовой ситуации для самих рачков (Приложение В).

3.4 Результаты

1. Результат определения фитотоксичности

1. В контрольной пробе возшло 46 семян клевера из 50.
2. Всхожесть клевера, который находился в суспензии бурового шлама с дистиллированной водой:

- в первой чашке Петри возшло 15 из 50 семян
- во второй – 10 из 50
- в третьей – 5 из 50

Средняя всхожесть семян клевера в суспензии бурового шлама с дистиллированной водой составляет $(15+10+5):3=10$ (Приложение В).

3. Всхожесть клевера, который находился в суспензии почвенного грунта с дистиллированной водой:

- в первой чашке Петри взошло 34 семени из 50

- во второй – 35 из 50

- в третьей – 28 из 50

Средняя всхожесть семян клевера в суспензии почвенного грунта с дистиллированной водой составляет $(34+35+28):3=32,3$ (Приложение В).

Процент всхожести клевера, который находился в суспензии бурового шлама с дистиллированной водой от контрольного, составляет

$$10 \times 100 : 46 = 21,74\%$$

Снижение числа проростков в опытном варианте по сравнению с контрольным составляет $100-21,74=78,26\%$. Это свыше 50%, что свидетельствует о высокой (недопустимой) степени фитотоксичности бурового шлама.

Процент всхожести клевера, который находился в суспензии почвенного грунта с дистиллированной водой от контрольного, составляет $32,3 \times 100 : 46 = 70,29\%$.

Снижение числа проростков в опытном варианте по сравнению с контрольным составляет $100-71,39=28,61\%$. Это менее 30%, что свидетельствует о слабой степени фитотоксичности почвенного грунта.

2. Всхожесть семян в присутствии бурового шлама в различных пропорциях

Результат в контроле:

1). В смеси песка и торфа в первом контейнере взошло 46 семян из 50, во втором – 44 из 50, в третьем – 46 из 50. Средняя всхожесть составляет $(46+44+46):3=45,3$ (Приложение В).

2). В буровом шламе взошло 33 из 50 семян, 13 из 50 и 14 из 50. Средняя всхожесть семян равна $(33+13+14):3=20$ (Приложение В)

Результат при смешивании бурового шлама, торфа и песка в разных пропорциях:

1). В смеси песка, торфа и бурового шлама в соотношении 15:30:55 в первом контейнере взошло 43 семян из 50, во втором – 43 из 50, в третьем – 38 из 50. Средняя всхожесть составляет $(43+43+38):3=41,3$ (Приложение В).

2). В смеси песка, торфа и бурового шлама в соотношении 20:30:50. Взошло 42 из 50 семян, 44 из 50 и 40 из 50. Средняя всхожесть семян равна $(42+44+40):3=42$

(Приложение В).

Результаты учета всхожести семян представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Всхожесть семян клевера в присутствии бурового шлама в различных пропорциях

Вариант опыта	Схема опыта	% всхожести	% от контроля
1	Контроль: 50% торф+50% песок	90,6	100,0
2	100 % буровой шлам	40,0	44,2
3	15% песок + 30% торф + 55% буровой шлам	82,6	90,5
4	20% песок + 30% торф + 50% буровой шлам	84,0	92,7

Источник: Автор работы Усманова Д.А., 2018 г.

Таблица 3 – Статистические характеристики учетов всхожести семян клевера в различных вариантах опытов

№ опыта	Выборки данных по всхожести семян клевера			Среднее арифметическое (средняя всхожесть)	Стандартное отклонение
1	46	44	46	45,33	1,15
2	33	13	14	20	11,26
3	43	43	38	41,33	2,88
4	42	44	40	42	2

Источник: Автор работы Усманова Д.А., 2018 г.

Таблица 4 – Корреляционная матрица

Варианты опытов	Контроль: 50% торф+50% песок (1)	100 % буровой шлам (2)	15% песок + 30% торф + 55% буровой шлам (3)	20% песок + 30% торф + 50% буровой шлам (4)
Контроль: 50% торф+50% песок (1)	1			
100 % буровой шлам (2)	0,537931	1		
15% песок + 30% торф + 55% буровой шлам (3)	-0,5	0,461084	1	
20% песок + 30% торф + 50% буровой шлам (4)	-0,86603	-0,04437	0,866025	1

Источник: Автор работы Усманова Д.А., 2018 г.

Результаты вегетационного опыта показали, что всхожесть семян клевера на чистом буровом шламе снижена более чем в два раза. Это может быть объяснено плохими агрофизическими свойствами шлама, обусловленными глинистой фракцией (бентонитовые глины), а также фитотоксичность химических реагентов, входящих в состав буровых растворов. Следовательно, чистый буровой шлам не может использоваться для фитомелиорации на биологическом этапе рекультивации.

Вместе с тем, двукратное разбавление шлама торфом и песком резко повышает фитомелиорационные свойства такой смеси, при этом всхожесть семян клевера практически не отличается от контроля. Следовательно, добавление песка и торфа в отходы бурения способствуют как улучшению агрофизических свойств, так и снижению фитотоксичности в результате снижения концентраций загрязняющих веществ за счет сорбционной способности торфа и при механическом разбавлении чистым песком.

Полученные результаты ни в коей мере не претендуют на универсальность и требуют дальнейшего уточнения, применительно к отходам от различных скважин (с разной рецептурой буровых растворов), а также по процентному соотношению и качественному составу вносимых добавок (песка и торфа).

3. Результат определения токсичности бурового шлама

При определении острой токсичности проб водных вытяжек из грунтов устанавливают:

- среднюю летальную кратность разбавления вод, водных вытяжек, вызывающую гибель 50% тест-объектов за 48-часовую экспозицию (ЛКР₅₀₋₄₈);
- безвредную кратность разбавления вод, водных вытяжек, вызывающую гибель не более 10% тест-объектов за 48-часовую экспозицию (БКР₁₀₋₄₈).

Для определения острой токсичности проб водной вытяжки был рассчитан процент погибших в тестируемой воде дафний (А,%) по сравнению с контролем по формуле (2):

$$A = \frac{\bar{X}_K - \bar{X}_T}{\bar{X}_K} \times 100\%, \quad (1)$$

где \bar{X}_K – количество выживших дафний в контроле (среднее значение из трех параллельных определений);

\bar{X}_T - количество выживших дафний в тестируемой воде (среднее значение из трех параллельных определений).

$$\bar{X}_K=(10+10+10)/3=10$$

$$\bar{X}_{T2}=(10+9+9)/3=9,3$$

$$\bar{X}_{T5}=(10+9+10)/3=9,7$$

$$\bar{X}_{T10}=(9+10+10)/3=9,7$$

$$A_2 = \frac{\bar{X}_K - \bar{X}_{T2}}{\bar{X}_K} \times 100\% = \frac{10 - 9,3}{10} \times 100\% = 7\%$$

$$A_5 = \frac{\bar{X}_K - \bar{X}_{T5}}{\bar{X}_K} \times 100\% = \frac{10 - 9,7}{10} \times 100\% = 3\%$$

$$A_{10} = \frac{\bar{X}_K - \bar{X}_{T10}}{\bar{X}_K} \times 100\% = \frac{10 - 9,7}{10} \times 100\% = 3\%$$

Во всех трех случаях $A \leq 10\%$. Следовательно, водная вытяжка не оказывает острого токсического воздействия. Этот процент погибших рачков используется для расчета безвредной кратности разбавления тестируемых вод.

Безвредная кратность разбавления рассчитывается по формуле (3):

$$\text{БКР}_{10-48} = 10^{\frac{(\lg P_6 - \lg P_M) \times (A_M - 0,1)}{A_M - A_6} + \lg P_M}, \quad (2)$$

где P_6 и P_M – пара наибольших разбавлений, при которых показатель смертности (А) ближе всего к величине 10%;

A_6 и A_M – величины А соответствующие этим разбавлениям, выраженные в долях единицы.

$$\text{БКР}_{10-48} = 10^{\frac{(\lg P_6 - \lg P_M) \times (A_M - 0,1)}{A_M - A_6} + \lg P_M} = 10^{\frac{(\lg 10 - \lg 5) \times (0,03 - 0,1)}{0,03 - 0,03} + \lg 5} = 4,8 \text{ раз}$$

В этом случае 20,8 %-ная концентрация пробы является безвредной для дафний, $\text{БКР}_{10-48}=4,8$ (кратность разбавления в 4,8 раз).

По результатам токсикологического анализа был оформлен протокол биотестирования (Приложение Б).

Вывод: Изучение фитотоксических свойств бурового шлама было проведено в лаборатории НИИ Экологии и рационального использования природных ресурсов ТюмГУ. Проведенные эксперименты позволяют сделать следующие выводы:

При приготовлении различных составов смесей для нейтрализации бурового шлама методом разбавления с использованием песка и торфа было выявлено, что двукратное разбавление шлама торфом и песком резко повышает фитомелиорационные свойства такой смеси, при этом всхожесть семян овса практически не отличается от контроля. Следовательно, добавление песка и торфа в отходы бурения способствуют как улучшению

агрофизических свойств, так и снижению фитотоксичности в результате снижения концентраций загрязняющих веществ за счет сорбционной способности торфа и при механическом разбавлении чистым песком.

Проведение тест-объекта на водную вытяжку из бурового шлама позволяет отнести его к IV классу опасности (малоопасный). На основе данного токсикологического анализа был составлен протокол биотестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из основных негативных последствий строительства объектов нефтегазодобычи является образование значительных объемов буровых отходов, образующихся при бурении скважин на нефть и газ. Было установлено, что буровые отходы состоят из выбуренной породы (глины и пески), минеральные и органические загрязнители, которые использовались для приготовления бурового раствора, а также нефть и минерализованные пластовые воды.

Биотестирование образца бурового шлама Приобского месторождения позволяет отнести его к IV классу опасности (малоопасный). Вместе с тем, вегетационный опыт показал, что буровой шлам своим токсическим действием влияет на прорастание семян клевера, снижая всхожесть семян, по сравнению с контролем. Следовательно, при разрушении обваловки и при миграции в грунтовые воды, существует опасность заражения токсичными продуктами шлама окружающей природной среды.

При определении оптимального варианта биоремедиации шламового амбара с использованием клевера красного и органических и минеральных добавок при испытании различных составов смесей, приготовляемых в процессе нейтрализации бурового шлама методом разбавления с использованием песка и торфа, гашеной извести показали, что двукратное разбавление шлама торфом и песком резко повышает фитомелиорационные свойства такой смеси, при этом всхожесть семян клевера практически не отличается от контроля. Следовательно, добавление песка и торфа в отходы бурения способствуют как улучшению агрофизических свойств, так и снижению фитотоксичности в результате снижения концентраций загрязняющих веществ за счет сорбционной способности торфа и при механическом разбавлении чистым песком.

Полученные результаты могут служить основой для разработки рекомендаций для рекультивации шламовых амбаров на нефтегазовых месторождениях в таежной зоне Западной Сибири.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Источники

1. Атлас Тюменской области. Выпуск 1 / под ред. Е.А. Огороднова. – М.-Тюмень: ГУКГ, 1971. – 192 с.
2. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше: РД 39-133-94: по сост. на июль 2011г. / ГП "Роснефть", НПО "Буровая техника". - М., 1994.

Литература

3. Аكوпова Г.С., Стрекалова Л.В., Малич Я.В. Авторское сопровождение Установки по обезвреживанию и утилизации нефтесодержащих шламов: опыт работы, проблемы, перспективы / Г.С. Аكوпова, Л.В. Стрекалова, Я.В. Малич // ВНИИГАЗ. – М.: 2011. – 12-13 с.
4. Арефьев С.П. Биологическое разнообразие и географическое распространение позвоночных животных Тюменской области / С.П. Арефьев, С.Н. Гашев, А.Г. Селюков // В сб.: Западная Сибирь – проблемы развития. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1994. – 92-116 с.
5. Ахметшин М.А. Состояние и перспективы развития работ на Самотлорском месторождении по уменьшению отрицательного влияния отходов бурения на природную среду / М.А. Ахмедшин, Н.Н. Андреева, Ю.П. Пинягин // Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных районах Западной Сибири / Труды NDI – Нижневартовск, 1995. – Вып.1. – 62-63 с.
6. Байков У.М. Охрана природы на нефтепромыслах Башкирии / У.М. Байков, М.А. Галиев. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. – 266 с.
7. Бакулин В.В. География Тюменской области / В.В. Бакулин, В.В. Козин. – Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1996. – 240 с.
8. Балаба В.И. Обеспечение экологической безопасности строительства скважин на море / В.И. Балаба // Бурение и нефть. – 2004. – №1. – 18-21 с.
9. Безродный Ю.Г. Разработка и практическая реализация малоотходной технологии строительства нефтегазовых скважин / Ю.Г. Безродный. – М.: Наука, 2002. – 75-80 с.
10. Блинова К. Ф. Ботанико-фармакогностический словарь: справ. пособие / К. Ф. Блинова, Н.А. Борисова, Г.Я. Гортинский – М.: Высшая школа, 1990. – 216 с.
11. Гвоздецкий Я.А. Физико-географическое районирование Тюменской области / Я.А. Гвоздецкий. – М.: МГУ, 1973. – 248 с.

12. Ермолаева Л. В. Буровые растворы: учебное пособие / Л.В. Ермолаева; Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2010. – 60 с.
13. Ильина И.С. Геоботаническое картографирование. Врезка на карте «Растительность Западно-Сибирской равнины» / И.С. Ильина, В.Д. Махно. – М.: ГУГК, 1976. – 102 с.
14. Каретин Л. Н. Почвы Тюменской области / Л.Н. Каретин. – М.: Наука, 1990. – 289 с.
15. Кошелев В.Н. Вопросы экологической безопасности при бурении скважин с применением буровых растворов на углеводородной основе / В.Н. Кошелев // Защита окружающей среды в Нефтеюганском комплексе. – 2005. – №203. – 42-45 с.
16. Крупинин Н.Я. Воздействие нефтепромыслового комплекса на экологическую обстановку в Нижневартовском районе / Н.Я. Крупинин // Проблемы экологической безопасности нефтегазового комплекса Среднего Приобья: науч.-практ. матер. Федерального совещания.– Нижневартовск, 1999. – 20-41 с.
17. Малышкин М.М. Геоэкологическое обоснование использования отходов бурения в насыпи площадок скважин: автореф. дис. канд. техн. наук: 25.00.36 / М.М. Малышкин ; С.-Петерб. гос. ун-т. – СПб, 2010. – 181 с.
18. Матыцын В.И. Концепция природоохранных мероприятий при бурении скважин/ В.И. Матыцын // Бурение и нефть. – 2006. – №9. – 46-58 с.
19. Матыцын В.И. Практика использования обезвреженных полужидких отходов бурения в качестве экологически безопасного строительного материала / В.И. Матыцын, А.П. Филиппов, М.В. Петросьян // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. ООО «НПП «РосТЭКтехнологии», Краснодар (861), 2008.
20. Медведев А.В. Установка по утилизации нефтешламов / А.В. Медведев, В.Д. Шантарин, Д.Д. Фетисов // Геоэкология и нефтегазоносность Западно-Сибирского бассейна: материалы IV Всерос. конф., Тюмень, 2006. – С. 39-42.
21. Московченко Д.В. Последствия буровых работ на Севере Тюменской области / Д.В. Московченко, С.Л. Дожорукова // Экология и промышленность России. – 2002. – № 9. – С. 27-30.
22. Московченко Д. В. Экологическое состояние рек Обского бассейна в районах нефтедобычи / Д.В. Московченко // География и природные ресурсы. – 2003. – № 1. – С. 35-41.
23. Рядинский В.Ю. Состав и свойства буровых отходов Западной Сибири / В.Ю. Рядинский, А.В. Соромотин, Ю.В. Денeko // Вестник ТюмГУ.– 2014. – № 6. – 51-54 с.
24. Рядинский В.Ю. Способ утилизации буровых отходов. / В.Ю. Рядинский, Ю.В. Денeko // Вестник ТюмГУ. – №3. – 2004. – 82-90 с.

25. Рядинский В.Ю. Фазовый и гранулометрический состав буровых отходов. / В.Ю. Рядинский // Вестник ТюмГУ. – № 3. – 2004. – 36-42 с.
26. Солодовников А. Ю. Хозяйственная деятельность как фактор воздействия на окружающую среду в регионах добычи нефти и газа : автореф.дис.док. геогр. наук : 25.00.24 / А.Ю. Солодовников; С.-Петербур. гос. ун-т. – СПб, 2007. – 432 с.
27. Соромотин А.В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири: монография / А.В. Соромотин. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2010. – 320 с.
28. Соромотин А.В. Оценка экологического состояния геологоразведочных скважин в Западной Сибири / А.В. Соромотин // Экология и промышленность России. – 2006. – № 2. – 34-39 с.
29. Соромотин А.В. Техногенная трансформация природных экосистем таежной зоны в процессе нефтегазодобычи (на примере Тюменской области) : автореф. дис.д-ра биол. наук : 03.00.16 / А.В. Соромотин; ТюмГУ– Тюмень, 2007. – 442 с.
30. Соромотин А.В. Экологические последствия различных этапов освоения нефтегазовых месторождений в таежной зоне Тюменской области / А.В.Соромотин // Сибирский экологический журнал.– 2011. – №6. – 813-822 с.
31. Соромотин А.В. Техногенная трансформация природных экосистем таежной зоны в процессе нефтегазодобычи (на примере Тюменской области) / А.В. Соромотин// Тюмень, 2007. – 47 с.
32. Скипин Л.Н. Солонцы Сибири: Экологические аспекты освоения / Л.Н. Скипин// – Тюмень, 2000. – 261 с.
33. Скипин Л.Н. Способность очистки нефтезагрязненных вод разного химизма и степени засоления микроорганизмами / Л.Н. Скипин, О.Г. Богданова // Известия ВУЗов. Нефть и Газ. – Тюмень: ТГНГУ, 2007. – № 3. – 113-116 с.
34. Скипин Л.Н. Подбор штаммов клубеньковых бактерий для рекультивации засоленных почв, грунтов и буровых шламов // Л.Н. Скипин, Н.В. Перфильев, В.С. Петухова / Аграрный вестник Урала. – Екатеринбург, 2014. – № 7 (125). – 81-83 с.
35. Скипин Л.Н. Утилизация фосфогипса для рекультивации буровых шламов и засоленных почв / Л.Н. Скипин, С.А. Гузеева, В.С. Петухова // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири. – Тюмень, 2012. – 48-53 с.
36. Скипин Л.Н. Подбор коагулянтов для улучшения свойств буровых шламов / В.С. Петухова, Л.Н. Скипин, Н.Г. Митрофанов // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2011. – № 4-2. – 180–182 с.

37. Типовой проект. Рекультивация шламовых амбаров. ОАО «ЮГАНСКНЕФТЕГАЗ». – НИИ экологии и рационального использования природных ресурсов. – 2004. – 119 с.
38. Узбеков Ф.М. Детоксикация отработанных буровых растворов и буровых шламов и их утилизация в качестве мелиорантов при рекультивации нарушенных почв / Ф.М. Узбеков // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2003. – № 5. – 15-18 с.
39. Фесенко Н.Н. Предупреждение загрязнения почв буровыми сточными водами / Н.Н. Фесенко, М.М. Дором, В.И. Коваленко // Нефтяная и газовая промышленность. – 1991. – №3. – 36-41 с.
40. Хаустов А.П. Охрана окружающей среды при добыче нефти / А.П. Хаустов, М.М. Редина. – М.: Дело, 2006. – 552 с.
41. Чибрик Т. С. Формирование растительных сообществ в процессе самозарастания на отвалах угольных месторождений Урала / Т.С. Чибрик // Растения и промышленная среда. Свердловск – 1979. – 23–59 с.
42. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / И.М. Гаджиев [и др.]. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1992. – 305 с.
43. Ягафарова Г.Г. Утилизация экологически опасных отходов / Ягафарова Г.Г., Баряхнина В.Б. //М.: – Нефтегазовое дело. – 2006. – 45-50 с.
44. Ягодина М.С. Интенсивность несимбиотической фиксации атмосферного азота при различных сочетаниях органического вещества, влажности и температуры / М.С. Ягодина, Б.А. Ягодин, Е.Л. Веревкин // Известия ТСХА. – 1979. – № 2. – 71-73 с.
45. Якушев Б.И. Исследование растений и почв: Экологофизиологические методы / Б.И. Якушев. – Минск: Наука и техника, 1988. – 210 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Методика определения фитотоксичности почвы

Для исследования фитотоксических свойств почв в качестве тест-объектов используют семена культурных растений - клевера, кресс-салата, донника и др. Тест-функциями, используемые в качестве показателей биотестирования в этом случае служат энергия прорастания семян, длина корней и проростков, морфологические и физиологические показатели растений и др. Фитотоксичность почвы - свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений, является показателем загрязненности почвы ксенобиотиками и другими токсикантами. Определяется по снижению числа проросших семян и уменьшению длины проростков. В качестве метода оценки фитотоксичности используется следующий метод:

Необходимое оборудование:

1. Примерно 10-20 г изучаемой почвы;
2. Дистиллированная вода;
3. Чашки Петри или блюдца диаметром более 10 см;
4. Фильтровальная бумага или белая х/б ткань;
5. Семена кресс-салата, горчицы или других, чувствительных к загрязнению растений;
6. Линейка с делениями 1 мм.

Порядок работы:

1) в стеклянной, эмалированной или полиэтиленовой посуде емкостью не менее 100 мл (стакан, бутылка, колбочка) приготовить суспензию исследуемой почвы в соотношении 1:5, смешав для этого 10 г почвы с 50 мл дистиллированной воды и хорошо взболтав смесь;

2) залить суспензию в чашку Петри или в блюдце с таким расчетом, чтобы закрыть дно слоем 3-5 мм. Покрыть суспензию фильтровальной бумагой в два слоя или чистой х/б тканью;

3) положить на поверхность фильтровальной бумаги или ткани 30-50 штук приготовленных для опыта семян кресс-салата (или других растений), равномерно распределив их по поверхности дна;

4) закрыть чашку Петри или блюдце соответствующей крышкой и оставить на 3-4 дня при температуре 20-25 градусов (лучше в термостатируемом шкафу).

Всю описанную выше процедуру необходимо повторить с эталонной (контрольной) почвой. В качестве контроля (эталона) может служить почва того же типа, но расположенная вне ареала загрязнения (почва заповедного или заведомо

незагрязненного участка данной или соседней территории). Можно ограничиться простым контролем, вместо суспензии почвы в контрольную чашку залить только дистиллированную воду без почвы.

5) После инкубации семян в течение 3-4 дней необходимо подсчитать количество проростков в контрольной и опытной чашках и вычислить процент снижения числа проросших семян в опытной чашке по сравнению с контрольной.

Разница в 10% не принимается во внимание - почва считается экологически чистой.

Снижение числа проростков в опытном варианте по сравнению с контрольным на 10-30% говорит о слабой фитотоксичности почвы. Разница от 30 до 50% указывает на среднюю степень фитотоксичности почвы, а выше 50% - свидетельствует о высокой (недопустимой) степени фитотоксичности почвы.

Для получения более достоверных результатов можно продолжить опыт еще на 3-4 дня при тех же условиях и измерить среднюю длину проростков в опытном и контрольном вариантах. Уменьшение длины проростков в опытном варианте по сравнению с контрольным можно оценить по той же шкале, что и уменьшение числа проростков.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Тюменский государственный университет
НИИ Экологии и РИПР
Лаборатория биологических исследований

Адрес:

Аттестат аккредитации №

РОСС

Тюмень, ул. Пржевальского, 37-а,
тел. (3452) 41-00-59

RU. 0001.515883. от 28.12.2009 г.

Протокол №1 биотестирование бурового шлама

Место отбора пробы: Приобское м/е; Р-5; амбар накопитель.

Регистрационный № пробы 1

Дата отбора пробы: 17.07.2017 г.

Дата поступления пробы: 05.08.2017 г.

Таблица 7 – Результат биотестирования бурового шлама

Тест-объект	Показатель токсичности	Безвредная концентрация, %	Ед. измерения	Результат исследования	Случайная составляющая погрешности σ (Δ), %	Кратность Разбавления тестируемой пробы до ликвидации токсического действия на тест-объект, раз	Оценка тестируемой пробы	НД на МВИ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daphnia Magna Straus	Выживаемость (безвредная концентрация исследуемой воды, вызывающая гибель не более 10% за 96 час.)	20,8	%	96	36	4,8	Малотоксичная	ФР.1.39. 2007.032 22

Заключение:

На основании шкалы опасности отходов (Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации № 511 от 15.06.2001 г.) по результатам экспериментальных исследований данный отход относится к **IV классу опасности (малоопасный)**.

«12» сентября 2017 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Рисунок 2- Смесь торфа и бурового шлама 50/50 (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)



Рисунок 3- Буровой шлам 100% (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Рисунок 4- Смесь шлама, торфа и гашеной извести в соотношении 50/30/20 соответственно (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)



Рисунок 5- Смесь шлама, торфа и гашеной извести в соотношении 60/20/20 соответственно (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Рисунок 6- Смесь шлама, торфа и гашеной извести в соотношении 40/30/30 соответственно (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

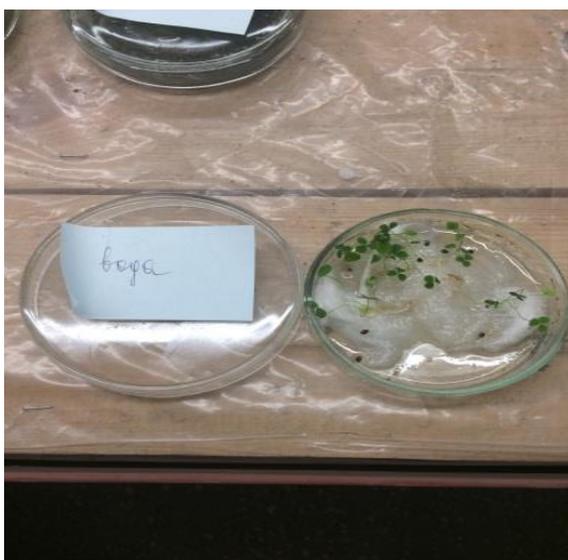


Рисунок 7- Всхожесть семян клевера в дистиллированной воде (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

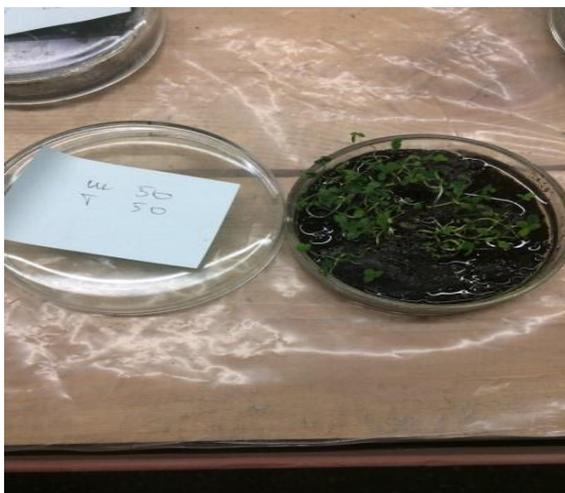


Рисунок 8- Всхожесть семян клевера в суспензии почвенного грунта и шлама с дистиллированной водой (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)



Рисунок 9- Всхожесть семян клевера в суспензии бурового шлама с дистиллированной водой (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Рисунок 10- Устройство для экспонирования рачков (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

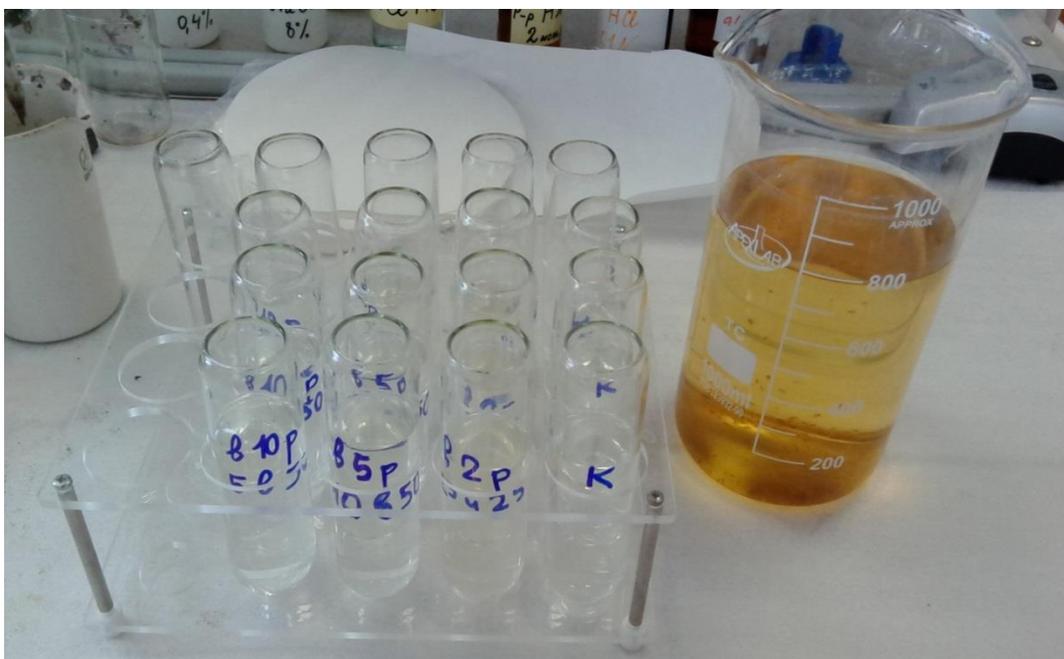


Рисунок 11- Пробы водной вытяжки из бурового шлама (Автор: Усманова Д.А., 2018 г.)

Выпускная квалификационная работа (магистра) выполнена мной самостоятельно. Используемые в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них. Материалов, содержащих информацию ограниченного доступа, не содержится.

Отпечатано в 1 экземплярах

Библиография содержит 45 наименований (я)

На кафедру сдан 1 экземпляр (ов)

(дата)

(подпись)

(Ф.И.О)