

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 18.04.01 – Химическая технология
 ООП/ОПОП Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Н.М. Кижнера

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА

Тема работы
Разработка технологии переработки буровых шламов с получением товарного продукта УДК 622.244:658.567.1

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Тихонов В.В.	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН, ШБИП	Кащук И.В.	К.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД, ШБИП	Антоневич О.А.	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Тихонов В.В.	К.т.н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(-ых) языке(-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок
ОПК(У)-2	Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты
ОПК(У)-3	Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку
ОПК(У)-4	Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задач
ПК(У)-2	Способен обеспечить полный технологический цикл научно-технической разработки и испытаний материалов с заданными свойствами, в т.ч. керамики и композиционных материалов
ПК(У)-3	Способен прогнозировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок и внедрять их в производство
ПК(У)-4	Способен оценивать экономическую эффективность технологических процессов, оценивать инновационно-технологические риски при внедрении новых технологий
ПК(У)-5	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 18.04.01 – Химическая технология
 ООП/ОПОП Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Н.М. Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Тихонов В.В.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович

Тема работы:

Разработка технологии переработки буровых шламов с получением товарного продукта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-96/с от 03.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Объект исследования – буровые шламы</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	<p>Введение, обзор литературы, объект и методы исследования, результаты проведенного исследования, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность, заключение</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
	Тихонов Виктор Владимирович

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов В.В.	к.т.н.		03.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович		03.02.2023

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 18.04.01 – Химическая технология
 ООП/ОПОП Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Н.М. Кижнера
 Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович

Тема работы:

Разработка технологии переработки буровых шламов с получением товарного продукта
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.07.2023	Основная часть	75
01.07.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
01.07.2023	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов В.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тихонов В.В.	к.т.н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ12	Ибрагимов А.Д.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Химическая технология/ Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кацук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 4ГМ12		ФИО Ибрагимов Алишер Давлатович	
Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Н.М. Кижнера
Уровень образования	<i>магистратура</i>	Направление/ специальность	<i>18.04.01 Химическая технология</i>

Тема ВКР:

Разработка технологии переработки буровых шламов с получением товарного продукта

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: буровой шлам Область применения: строительство, добыча полезных ископаемых Рабочая зона: <u>производственное помещение (лаборатория) /полевые условия</u> Количество и наименование оборудования рабочей зоны: гранулятор, газовая горелка, промышленные сита, закрытый резервуар, шнековый конвейер. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне контроль параметров и исправности оборудования.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.1.005-88 (ред. от 20.06.2000) «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023); ПНД Ф 12.13.1-03 «Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)» ФЗ №184-ФЗ "О техническом регулировании" от 27 декабря 2002;</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие или недостаток необходимого освещения; • Повышенный уровень шума; • Воздействие химических веществ; • Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим

	<p>током;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Факторы химической природы действия, обусловленные гореть, тлеть, взрываться;
3. Экологическая безопасность <u>при эксплуатации</u>	<p>Воздействие на литосферу: вредное воздействие бурового шлама (заражение почвы, эрозия почвы); Воздействие на гидросферу: вредное воздействие бурового шлама (загрязнение подводных вод, вероятность заражения сточных вод); Воздействие на атмосферу: вредное воздействие бурового шлама (выделение легких паров, высокая токсичность). Техногенные катастрофы (заражение окружающей среды от токсичных веществ)</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при эксплуатации</u>	<p>Возможные ЧС: природные катастрофы (ураган, наводнение), пожар, взрыв. Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович		

Оглавление

1 Обзор литературы по буровым шламам.	16
1.1 Теоретическая часть.....	16
1.2 Расчёт среднего объема выбуренного бурового шлама на одной скважине	26
1.3 Определение насыпного веса бурового шлама.	27
1.4 Методика выбора специального оборудования для производства аглопорита.....	28
1.5 Методика отделения пробы	30
1.6 Методика отмучивания пробы.....	31
1.7 Пикнометрический метод определения плотности бурового шлама	31
1.8 Метод определения температуры с помощью пирометра.	32
1.9 Метод обезвоживания осадка	33
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ I	35
2.1 Определение физико-химических свойств бурового шлама.....	35
2.2 Разделение пробы методом квартования.....	36
2.3 Определение фракционного состава шлама техно – аналитическим методом.	37
2.4 Получение гранул.....	41
2.5 Используемые добавки в производстве аглопорита.....	41
2.6 Высокотемпературный обжиг гранул, с дальнейшим получением товарного продукта.	42
2.7 Товарный продукт – аглопорит	46
3 Экспериментальная часть II.....	48
3.1 Обсуждение результатов.....	52
3.2 Выводы.....	52
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 55	
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	56
Анализ конкурентных технических решений	56
4.2 SWOT-анализ.....	57
4.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	62
Структура работ в рамках научного исследования	62
4.4 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	63
4.5 Бюджет научно-технического исследования	68
4.6 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	68
4.7 Расчет амортизации специального оборудования	69
4.8 Основная заработная плата исполнителей темы	70
4.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	72
4.10 Накладные расходы.....	73
4.11 Бюджет НИР	73
4.12 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	74

Выводы по разделу	78
5 Социальная ответственность	79
5.1 Введение.....	79
5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	79
5.3 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы законодательства.....	80
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	80
5.5 Производственная безопасность.....	81
5.6 Факторы химической природы действия.....	82
5.7 Показатели микроклимата на рабочем месте.....	84
5.8 Повышенный уровень шума	87
5.9 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	88
5.10 Расчет освещения в лаборатории	89
5.11 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.....	92
5.12 Экологическая безопасность.....	93
5.13 Правовые аспекты экологического законодательства при обеспечении безопасности при обращении с буровыми отходами.	95
5.14 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	96
5.15 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	98
.16 Вывод.....	101
Список использованной литературы.....	102
Development of drill cuttings processing technology to produce a marketable product.....	105
Introduction	106
Literature Review on drilling muds	108
Refernces	120

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из: 122 страниц, 35 рис. , 23 таб., 18 источников.

Ключевые слова: аглопорит, буровой шлам, буровые растворы, утилизация, нефтепродукты, экологическая безопасность, шламовый амбар (шламохранилище), токсичность.

Целью исследования данной работы является способ утилизации буровых отходов для получения аглопорита из отвальных продуктов, а также исследование состава буровых отвалов.

В процессе исследования были рассмотрены ряд анализов по утилизации буровых отвалов различными методами. Были проведены серия опытов для получения товарного продукта, т.е. аглопорита.

На основании исследования различных видов бурового шлама, было установлено, что полученные данные превышают критическое значение токсичных веществ. Это ещё раз доказывает о негативном воздействии буровых отвалов на окружающую среду и на человека в целом.

Полученные из буровых отходов товарного продукта, который можно применить в различных отраслях жизнедеятельности человека, особенно в дорожном строительстве, капитальном строительстве домов и в целом как строительный материал для получения финансовой выгоды нефтяным компания и одновременно утилизирую отходы с целью уменьшения углеродного следа на окружающую среду.

В будущем планируется повсеместное применение новой технологии для утилизации нефтяных отходов, получение финансовой выгоды и повышение эффективности данной технологии.

Степень изученности вопроса: Проведены экспериментальные исследования, изучены закономерности

ABSTRACT

The graduation thesis consists of: 122 pages, 35 figures. , 23 tab., 18 sources.

Keywords: agloporite, drilling cuttings, drilling mud, utilization, oil products, ecological safety, sludge pit, toxicity.

The purpose of the study of this work is the method of utilization of drilling waste to obtain agloporite from the waste products, as well as to investigate the composition of drilling sludge.

In the course of the study, a number of analyses on the disposal of drilling waste by different methods were considered. A series of experiments were carried out to obtain marketable products that is, agloporite. Based on a study of different types of drill cuttings, it was found that the data obtained exceeded the critical value of toxic substances. This once again proves the negative impact of drilling waste on the environment and on humans in general.

The marketable products obtained from drilling waste can be used in various fields of human activity, especially in road construction, capital construction of houses and, in general, as a construction material for financial gain to oil companies while utilizing the waste to reduce the carbon footprint on the environment.

In the future, it is planned to apply the new technology for the utilization of oil waste everywhere, to obtain financial benefits and to increase the efficiency of this technology.

Extent of the study: Experimental studies have been conducted, patterns have been studied

Термины, определения, обозначения и нормативные ссылки.

Шламовый амбар (шламохранилище): Искусственно созданное хранилище сбора буровых шламов (отходов) для последующей рекультивации.

Буровой шлам: Горная порода с примесями буровых растворов, а также примесями нефтепродуктов, образующиеся при бурении скважины.

Буровой раствор: Сложная дисперсионная системы состоящих из суспензионных, аэрированных и эмульсионных жидкостей, используемый для поддержания процесса бурения скважин.

Аглопорит: Искусственно созданные пористые заполнители, получаемые после термообработки для бетонов в виде щебня ли гравия.

Токсичность: Показатель величины ядовитости, способный вызвать отравление или другие негативные последствия для жизни человека.

Нефтепродукты: Смеси углеводородов, а также индивидуальные соединения, получаемые из нефти и нефтяных газов.

ПАА (полиакриламид): Химическое вещество, которое используется в процессе обработки воды и сточных вод.

Введение

Нефти-газовая отрасль является основой прогресса любого государства, но и одновременно является основным загрязнителем окружающей среды. Большинство технологических процессов причиняют непоправимый ущерб как на экологию, так и на человека в целом. Поэтому одна из наиболее острых проблем обеспечения безопасности экологии в целом лежит на утилизации нефтяных отходов. Качество буровых растворов и количество оставшейся нефти является основными факторами, определяющий степень опасности буровых отходов для окружающей среды. Кроме токсичных веществ, содержащихся в буровом растворе немало важную роль играет нефтепродукты тяжелой и легкой фракции. Ведь именно они загрязняют почву и сточные воды, вызывая локальные проблемы для местной флоры и фауны.

Согласно докладу Минприроды, в России на конец 2020 г. насчитывается более 31,4 млрд т нефти [1]. Самым большим нефтяным месторождением в России и в мире является Самотлорское нефтяное месторождение, расположенное ХМАО. Огромные промышленные предприятия и иностранные компании добывают около 22 млн т нефти в год и это только на одном месторождении[2].

Большинство нефтяных компаний, после выработки нефтяных скважин производят рекультивацию земли по требованиям экологической безопасности. Как правило, на отработанных буровых скважинах до рекультивации, производят отделение жидкой фазы от твердой. После отстаивания и отделения, жидкую фазу привозят на специальной технике в шламохранилища. А тяжелую фракцию с большими остатками нефти закапывают, тем самым производя рекультивацию. Именно, остатки нефти и буровые растворы попадая в сточные воды, загрязняют огромные площади, тем самым приводя к необратимым последствиям.

С точки зрения химии все буровые растворы и тяжелые нефтяные отходы в том числе, являются потенциальным сырьем для разных отраслей

промышленности и могут повторно использоваться для получения нового материала и изделия.

Целью выполненной научно-исследовательской работы является исследование отвальных продуктов, исследование химического состава и проведении серии экспериментов по получению аглопорита.

Следовательно, были поставлены следующие задачи:

Пробоподготовка отвальных продуктов:

1) Твердая фракция (осадок)

1.1 Анализ тяжелой фракции гранулометрическим методом.

1.2 Определение насыпного веса, т.е. массы осадка.

1.3 Определение капиллярной влажности (капиллярная пропитка).

1.4 Количественный анализ коллоидных частиц.

1.5 Экспериментальное определение потери массы при прокаливании твердой фазы бурового шлама.

2) Жидкая фракция

2.1 Осаждение буровых растворов.

2.2 Подбор коагулянта и коагуляция буровых растворов.

3) Гранулирование.

4) Получение аглопорита термическим методом.

1 Обзор литературы по буровым шламам.

1.1 Теоретическая часть

Источники возникновения буровых шламов

Нефть одна из наиболее древних веществ, с которым человек первым познакомился и начал применять его в народном хозяйстве. В древности люди применяли нефтяной битум в качестве вяжущего материала, для постройки грандиозных построек[3]. В древнем Египте нашли применение нефти для бальзамирования тела мертвого. Кроме этого её массово использовали как оружие для поджигания домов или в качестве обороны крепостей от внешних врагов.

В наши дни нефть в промышленном масштабе начали добывать в 19 веке, и с тех пор идёт рост доли потребляемой нефти в энергетической отрасли. Открываются новые месторождения, улучшаются методы более эффективной добычи нефти и т.д., но никак не развивались методы утилизации нефтяных отходов.

Бурение нефтяных скважин - это процесс строительства горной выработки большой длины и малого диаметра, с применением специальной техники (долото) и специального бурового раствора.

Наиболее распространённым методом добычи полезных ископаемых считается кустовое бурение. Кустовое бурение, представляет собой метод разработки и эксплуатации нескольких скважин одновременно на ограниченной территории, называемым кустом. В рамках кустового бурения, буровые установки размещаются близко друг к другу, а скважины бурятся параллельно или под разными углами относительно вертикальной оси представленной на рисунке 1[4].

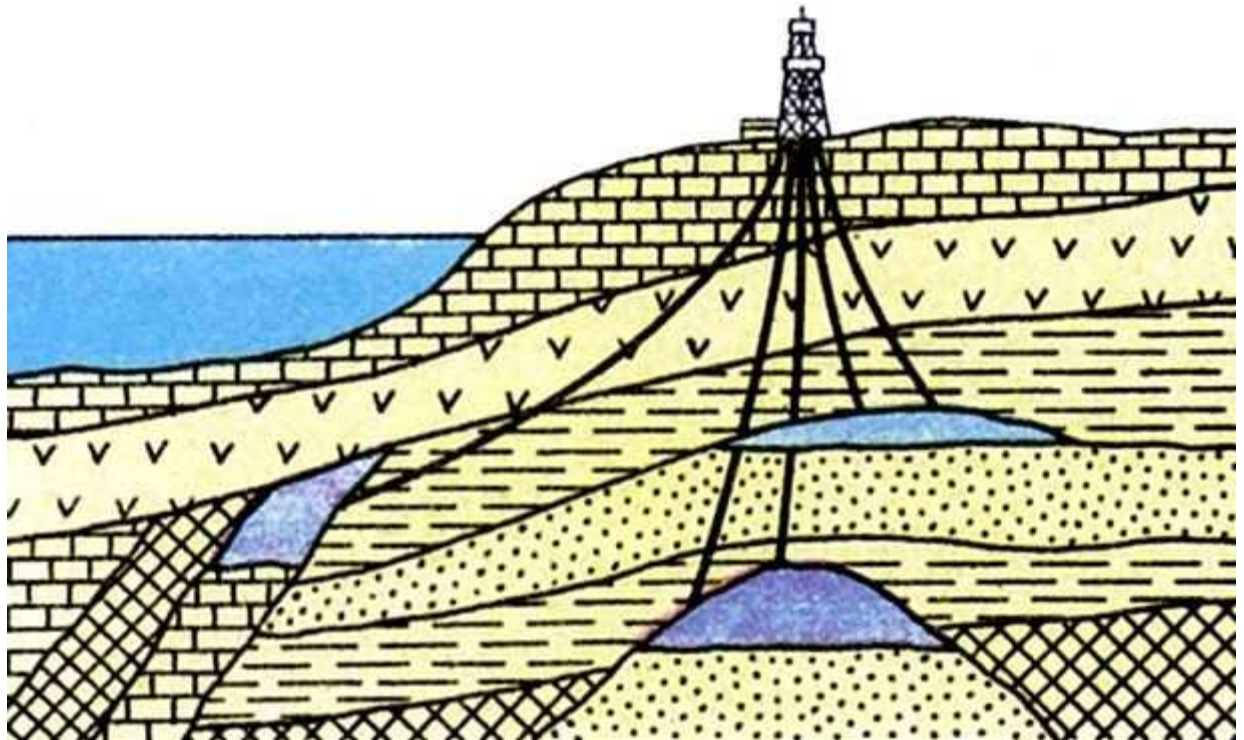


Рисунок 1- Кустовой метод бурения

Преимуществом кустового бурения является:

- Значительная экономия времени и ресурсов.
- Совместное использование буровых установок позволяет более эффективно использовать оборудование и рабочий персонал, что дает возможность оптимизировать затраты.
- Сокращение расходов на транспортировку: из-за близкого расположения скважин близи друг друга позволяет сократить расстояние, которое необходимо преодолеть для транспортировки материалов, оборудования и персонала.

В кучном бурении используются разное специализированное оборудование. Существует несколько различных видов буровых долот, каждое из которых предназначено для определенных условий бурения и типов грунтов или пород[5]. Ниже приведены некоторые распространенные виды буровых долот:

1. Карбидные долота: Этот тип долот состоит из твердосплавных (карбидных) вставок, расположенных на режущих кромках. Карбидные долота широко используются для бурения в твердых породах, таких как гранит, сланец или кварцит.
2. Алмазные долота: Данные долота оснащены алмазными вставками или имеют алмазное покрытие на своих режущих кромках. Алмазные долота применяются для бурения в прочных и абразивных породах, таких как карбонаты, песчаники или вулканические породы.
3. Трехгранные долота: Этот тип долот имеет форму треугольника и используется для бурения в мягких и среднеуплотненных грунтах. Они широко применяются в строительстве фундаментов или для геологических исследований.
4. Плоские долота: Данные долота обладают плоской режущей кромкой и используются для бурения скважин большого диаметра, таких как опорные конструкции или фундаменты.
5. Пильные долота: Этот тип долот имеет зубчатый или пильный профиль и применяется для бурения в сильно известкованных или обвалованных грунтах, таких как известняк или глина.

Каждый из этих видов буровых долот имеет свои особенности, преимущества и ограничения, и выбор конкретного типа зависит от условий бурения, характеристик грунта или породы, а также требований проекта. Не мало, важную роль для поддержания процесса бурения имеют буровые растворы [6] и они имеют несколько функций:

- Смазывание и охлаждение: Буровой раствор служит смазочным и охлаждающим веществом для бурового инструмента, такого как буровые долота и сверла. Он снижает трение между инструментом и скважиной, уменьшая износ и повреждения инструмента, а также предотвращает его перегрев.

- Удержание стенок скважины: Буровой раствор создает гидростатическое давление, которое помогает удерживать стенки скважины во время бурения. Это предотвращает обрушение и обвалы грунта или породы, обеспечивая стабильность скважины.
- Вынос породных отходов: Буровой раствор служит для выноса выбуренных породных отходов из скважины на поверхность. Он перемещает отходы и промывает скважину, обеспечивая их удаление и обеспечивая прогресс бурения.
- Безопасность и контроль давления: Буровой раствор используется для контроля давления в пласте, чтобы предотвратить нежелательные притоки газа, нефти или воды в скважину. Он создает противодействие, которое помогает удерживать пластовые жидкости и предотвращает их неконтролируемое проникновение в скважину.
- Поддержание структурных свойств скважины: Буровой раствор может содержать добавки, такие как полимеры или глинистые материалы, которые помогают удерживать структурные свойства скважины, предотвращая ее обвалы или коллапс.

В целом, буровой раствор играет важную роль в обеспечении эффективности и безопасности процесса бурения скважин. Он обладает различными свойствами, которые помогают достичь успешного выполнения работ по бурению и обеспечивают стабильность и контроль в скважине.

В зависимости от специфики местности, состав бурового раствора может варьироваться в зависимости от требований и конкретно поставленных целей проекта. Например: разведывательные буровые скважины и нефти – газовые скважины существенно отличаются по составу буровых растворов и добавляемых туда химических реагентов.

В качестве примера, приведены реальный состав буровых растворов, на рисунке 2 и 3.

Компонентный состав РВО.



Рисунок 2- Состав бурового раствора на водной основе

Компонентный состав РВО.



Рисунок 3-Состав бурового раствора на основе рассолов

Однако основные компоненты, присутствующие в большинстве буровых растворов, включают[7]:

- **Вода:** Вода является основной составляющей бурового раствора. Она используется для разведения других добавок и обеспечения подачи раствора в скважину.
- **Глина или бентонит:** Глина или бентонит добавляются в раствор для придания ему необходимой вязкости и улучшения свойств смазки. Это

помогает контролировать давление пласта, смазывать инструменты и предотвращать провалывание стенок скважины.

- Полимеры: В некоторых случаях используются полимеры, чтобы улучшить реологические свойства бурового раствора. Они способны изменять его вязкость и структуру, что может быть полезно при особых условиях бурения.
- Добавки для снижения трения: Для снижения трения между инструментами и стенками скважины добавляются специальные присадки, например полимерные смазки или масляные добавки.
- Добавки для предотвращения образования отложений: В растворы могут вводиться специальные добавки, которые предотвращают образование отложений, таких как соли или глинистые осадки, в скважине и на оборудовании.
- Кислоты или растворители: В некоторых случаях используются кислоты или растворители для удаления или разрушения определенных отложений или пород в скважине.

Это лишь некоторые из основных компонентов, которые могут присутствовать в буровых растворах. Конкретный состав растворов зависит от требований проекта, геологических условий и типа пород, с которыми сталкивается буровая операция.

Буровой шлам, несмотря на свою значимость в процессе бурения скважин, может представлять определенные риски и опасности. Вот некоторые из основных аспектов, связанных с опасностью бурового шлама:

1. Вред окружающей среде: Буровой шлам содержит различные химические соединения, включая тяжелые металлы и нефтепродукты, которые могут негативно влиять на окружающую среду. Если шлам не контролируется и не утилизируется правильно, это может привести к

загрязнению почвы, воды и воздуха, оказывая вред на экосистемы и здоровье людей и животных.

2. Опасность для здоровья: Некоторые компоненты бурового шлама могут быть токсичными или канцерогенными. Неправильное обращение с ним или недостаточные меры безопасности могут привести к рискам отравления или заболеваниям у работников, связанным с воздействием опасных веществ.
3. Пожары и взрывы: Некоторые компоненты бурового шлама могут быть легковоспламеняющимися или взрывоопасными. Неправильное хранение или утечки шлама могут вызвать пожары и взрывы, представляя серьезные угрозы для работников и окружающей среды.
4. Повреждение оборудования: Несоответствие давления или неправильная консистенция бурового шлама могут вызвать проблемы с оборудованием и привести к его повреждению.

Для снижения рисков, связанных с буровым шламом, необходимо строго соблюдать меры предосторожности, такие как правильная обработка, хранение и утилизация шлама, а также обеспечение работников соответствующими средствами защиты и обучение по безопасному обращению с буровым шламом.

Современные методы утилизации бурового шлама включают разнообразные технологии и подходы, которые призваны минимизировать его потенциальные негативные последствия для окружающей среды и максимально эффективно использовать его ресурсы. Вот несколько примеров современных методов утилизации бурового шлама:

- Рециркуляция и переработка: Буровой шлам может быть подвергнут процессу рециркуляции, в ходе которого он проходит через системы очистки и фильтрации для удаления твердых частиц, загрязнений и химических соединений. После очистки шлам может быть повторно

использован в процессе бурения, что сокращает потребность в новых материалах.

- Сушка и обезвоживание: С помощью сушки и обезвоживания можно удалить из бурового шлама воду, что снижает его объем и облегчает его обработку и утилизацию. Обезвоженный шлам может быть применен для производства строительных материалов, например аглопорита или цемента.
- Биоразложение и компостирование: Буровой шлам может быть подвергнут процессам биоразложения и компостирования, где органические компоненты разлагаются под воздействием микроорганизмов. Полученный компост может быть использован в сельском хозяйстве или ландшафтном дизайне.
- Термическая обработка: Буровой шлам может быть обработан термическими методами, такими как пиролиз или газификация, при которых происходит его разложение при высоких температурах. Это позволяет получить энергию в виде газа или топлива.
- Захоронение и хранение: В случаях, когда другие методы утилизации недоступны или нецелесообразны, буровой шлам может быть захоронен в специально оборудованных местах или хранилищах, которые соответствуют строгим нормам и требованиям безопасности.

Современные методы утилизации бурового шлама стремятся к наиболее эффективному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Наиболее перспективным и безопасным для окружающей среды является метод сушки и обезвоживания с дальнейшим получением товарного продукта – аглопорита.

Данный метод позволяет решить несколько важных проблем одновременно:

- утилизация буровых отходов
- охрана окружающей среды
- получение товарного продукта, который является технико-экономически выгодным
- усовершенствование эффективности использования ресурсов.

К примеру, за последние пять лет наблюдается постоянный рост объема захороненных отходов в России. Если сравнить ситуацию с 2003 годом, то на тот момент было захоронено примерно в три раза меньше нефтяных отходов - около 361,6 миллионов тонн. В 2007 году был установлен рекордный показатель - 1,04 миллиарда тонн захороненных отходов, а третье место занял 2018 год с объемом в 1,03 миллиарда тонн производственного мусора. В целом, за 17 лет общая масса захороненных буровых отходов достигла 11,4 миллиарда тонн[8]. График захороненных отходов в млн тонн, представлен на рисунке 4

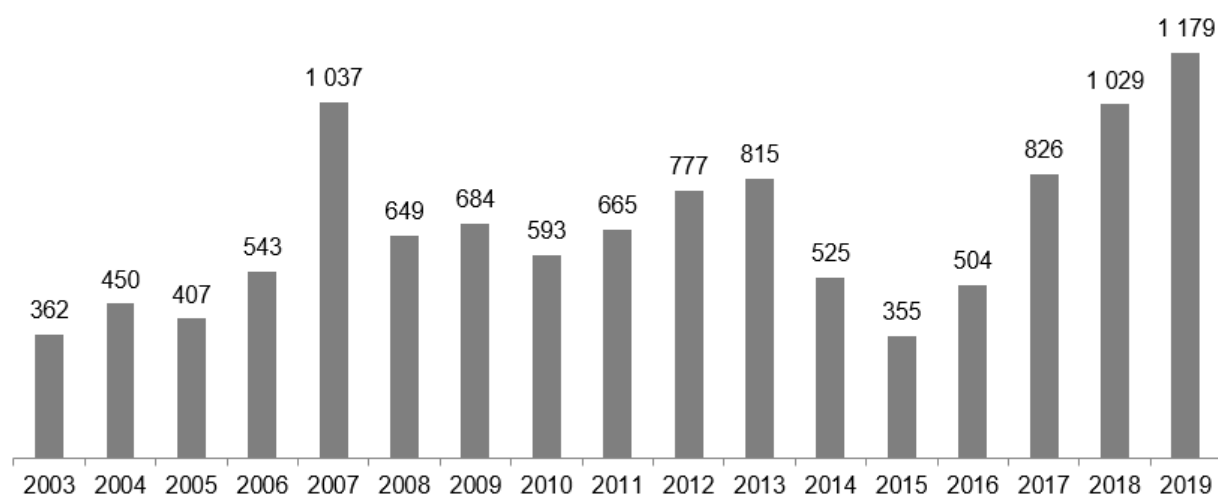


Рисунок 4- График захороненных отходов в млн. тонн

Объем генерируемых промышленных отходов постоянно растет из года в год. Доля отходов, которые подвергаются захоронению, колеблется в зависимости от времени. В 2015 году эта доля составляла около 7%, а в 2007

году она достигала 27%. В 2019 году около 15% от общего объема направленных на захоронение. Если сравнить ситуацию пять лет назад, то тогда только 7% отходов было захоронено, что является наименьшим показателем за всю историю наблюдений.

Термическая обработка буровых шламов представляет собой эффективный и экологически дружелюбный метод утилизации этих отходов, который позволяет сократить их воздействие на окружающую среду и максимально использовать их ресурсы[9].

Преимущества термической обработки буровых шламов заключаются в следующем:

1. Уничтожение вредных веществ: Высокие температуры, используемые в процессе термической обработки, позволяют разлагать и уничтожать вредные химические соединения, содержащиеся в буровом шлеме. Это может включать токсичные и опасные вещества, такие как нефтепродукты, тяжелые металлы и другие загрязнители.
2. Снижение объема отходов: Термическая обработка позволяет сократить объем буровых шламов путем их разложения и переработки. В результате этого процесса шлам превращается в более компактные и менее объемные материалы, что упрощает их последующую утилизацию или хранение.
3. Энергетическая выгода: Термическая обработка буровых шламов может использоваться для производства энергии. В результате разложения шлама при высоких температурах выделяется тепловая энергия, которая может быть использована для генерации пара или электричества. Это позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии и обеспечить устойчивый и экологически чистый источник энергии.
4. Снижение окружающего воздействия: Термическая обработка позволяет существенно сократить негативное воздействие буровых

шламов на окружающую среду. Уничтожение вредных веществ и снижение объема отходов помогают предотвратить загрязнение почвы, воды и воздуха, а также уменьшить риск заболеваний и повреждений природных экосистем.

5. Соблюдение экологических норм: Термическая обработка буровых шламов может быть проведена в соответствии с требованиями и нормативами, установленными для охраны окружающей среды. Это помогает предотвратить нарушения экологических стандартов и обеспечить безопасность окружающей среды и человеческого здоровья.

1.2 Расчёт среднего объема выбуренного бурового шлама на одной скважине

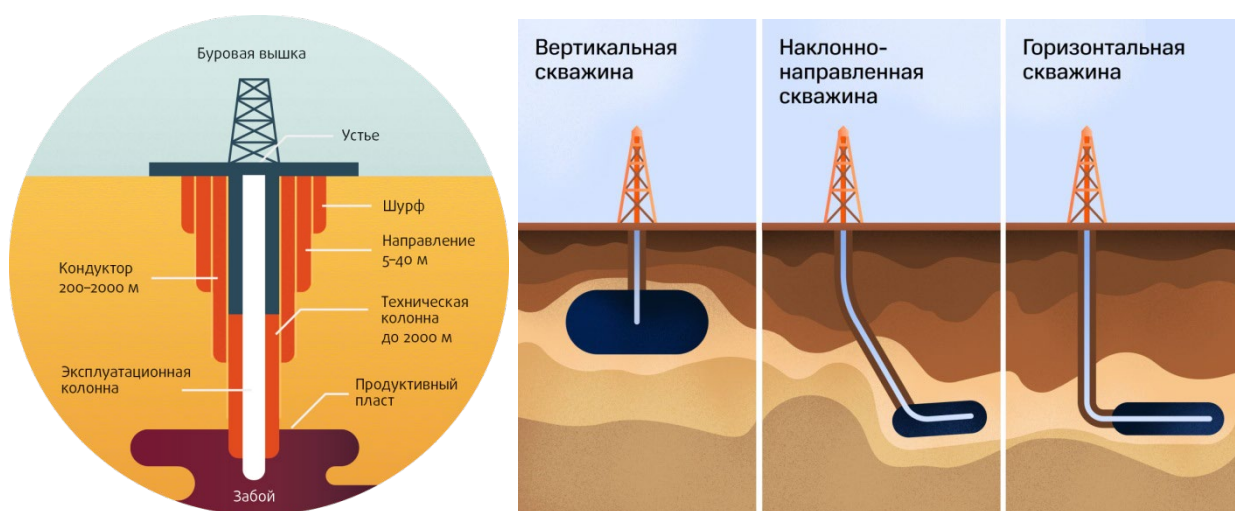


Рисунок 5 – Методы бурения скважины

Средний диаметр буровой скважины может значительно варьироваться в зависимости от конкретных условий и целей бурения. Для нефтяных и газовых скважин типичные диаметры могут варьироваться от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. Например, для обычных нефтяных скважин диаметр может составлять от 15 до 30 сантиметров, а для глубоководных скважин может достигать 1 метра или более, как показано на рисунке 5.

Обычно в Западной Сибири глубина скважин составляет 1,5-2,5 километра, в Восточной Сибири бурят 2-3-километровые скважины, а в Поволжье глубина скважины может достигать 4,5 километров[10].

Исходя из данных, можно рассчитать средний объем буровой скважины, следовательно, средний объем бурового шлама, который выделяется в процессе бурения.

$$V = \frac{h\pi d^2}{4} = \frac{2\,000 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 62,8 \text{ м}^3$$

Обычно на небольших месторождениях может эксплуатироваться от нескольких до нескольких десятков скважин одновременно. В то же время, на крупных месторождениях с большими запасами нефти или газа число одновременно эксплуатируемых скважин может достигать нескольких сотен или даже тысяч. Средний размер выбуренной породы могут составлять от 15 до 50 см, но может быть больше в зависимости от месторождения и используемого специального оборудования. Расчет объема выбуренного бурового шлама наглядно показывает, насколько актуальна проблема утилизации бурового шлама и модернизация процесса.

1.3 Определение насыпного веса бурового шлама.

Насыпной вес - это физическая характеристика материала, которая относится к его массе, занимаемой единицей объема при насыпном состоянии. При измерении насыпного веса материала, его сухая или зернистая форма разравнивается и насыпается без каких-либо компактизирующих усилий или воздействий. Таким образом, насыпной вес отражает свойства и плотность материала при естественном рассредоточении. Плотность насыпного материала играет важную роль в различных отраслях, включая строительство, горнодобычу, сельское хозяйство. В нашем случае он нужен для определения марки аглопоритовых материалов.

Формула расчета насыпного веса:

$$M = \frac{m \text{ (масса сыпучего материала)}}{V \text{ (объем тары)}} = \frac{0,063375}{0,0002} = 316,87 \text{ кг/м}^3$$

1.4 Методика выбора специального оборудования для производства аглопорита.

В производстве аглопорита используются специальные печи, которые обеспечивают оптимальные условия для процесса его формирования. Эти печи изготавливаются с учетом требований к температурному режиму и структурным особенностям процесса обжига аглопорита.

Одним из распространенных типов печей, применяемых в производстве аглопорита, являются туннельные печи[11]. Туннельная печь представляет собой длинную и узкую конструкцию, по которой перемещаются загруженные материалы. Внутри печи создается определенная температурная зона, в которой происходит обжиг аглопорита. Температура и время обжига контролируются для достижения желаемых физических и химических свойств материала.

Другим типом печей, используемых в производстве аглопорита, являются вращающиеся печи[12]. Эти печи имеют цилиндрическую форму и специальные вращающиеся элементы внутри, которые обеспечивают равномерное перемешивание и нагрев материала. Вращающиеся печи позволяют более эффективно контролировать процесс обжига и получить желаемые свойства аглопорита.

Важно отметить, что конструкция и характеристики печей могут варьироваться в зависимости от конкретных условий производства аглопорита. Они могут быть адаптированы под требуемые параметры температуры, времени обжига, скорости процесса и других факторов для получения оптимальных результатов.

Кроме специальных печей немало важную роль играют сита, в производственных процессах широко применяются различные типы сит для

классификации и сортировки материалов по их размеру. Ниже перечислены несколько вариантов производственных сит [13]:

Вибрационные сита: Этот тип сит используется с вибрационными системами для разделения материалов на разные фракции. Под воздействием вибрации частицы проходят через отверстия сита в зависимости от их размера.

Роторные сита: Роторные сита имеют цилиндрическую форму и оснащены вращающимся ротором с отверстиями. Материал подается в сито, и вращение ротора позволяет частицам проходить через отверстия в зависимости от их размера.

Центробежные сита: Центробежные сита используются для разделения материалов на основе центробежной силы. Они имеют круглую форму и вращаются с высокой скоростью, что позволяет частицам разделяться в зависимости от их размера и формы.

Прокатные сита: Прокатные сита используются в металлургической промышленности для классификации металлических материалов. Они состоят из рядов параллельно расположенных роликов с отверстиями, через которые проходят частицы.

Пневматические сита: Пневматические сита используют поток воздуха для сортировки материалов. Частицы подаются в поток воздуха, который разделяет их на основе их размера и веса.

Каждый вид производственного сита имеет свои особенности и применяется в зависимости от требований конкретного производственного процесса и характеристик материалов, которые требуется обработать.

Для определения распределения размеров частиц, в составе шлама, был использован метод гранулометрии [14]. Гранулометрический анализ является важным инструментом для изучения размерного состава гранулированных материалов. Он позволяет определить процентное содержание частиц различных размеров и построить гранулометрическую кривую, которая отражает распределение размеров частиц в образце.

Процесс гранулометрического анализа включает несколько этапов. Сначала образец материала разбивается на более мелкие частицы. Затем полученные фракции проходят через серию сит с отверстиями различных размеров, которые разделяют частицы по их размеру. Каждая фракция взвешивается для определения их массы.

После сортировки частиц по размеру проводятся вычисления процентного содержания частиц разных размеров и строится гранулометрическая кривая. Эта кривая показывает, какой процент частиц находится в каждом диапазоне размеров. Анализ гранулометрической кривой позволяет оценить структуру и характеристики гранулированного материала.

Гранулометрический анализ широко применяется в различных отраслях, включая горное дело, строительство, геологию и сельское хозяйство. Он помогает определить физические свойства материалов, такие как размер частиц, распределение размеров, плотность и проницаемость. Эти данные важны для проектирования процессов производства, контроля качества материалов и оценки воздействия на окружающую среду.

1.5 Методика отделения пробы

Квартирование представляет собой альтернативный метод уменьшения объема выборки сыпучего материала, когда недоступен делитель проб. Процедура квартирования включает перелопачивание сыпучего образца для формирования конуса, его переворачивание для создания нового конуса, и повторение этого действия еще два раза. Затем третий конус сглаживается до получения ровного слоя толщиной 75-100 мм, который затем делится на четыре равных квадранта, отбрасывая две диагонально противоположные четверти. Данный процесс повторяется с оставшейся частью выборки до достижения желаемого объема выборки (рисунок 6).

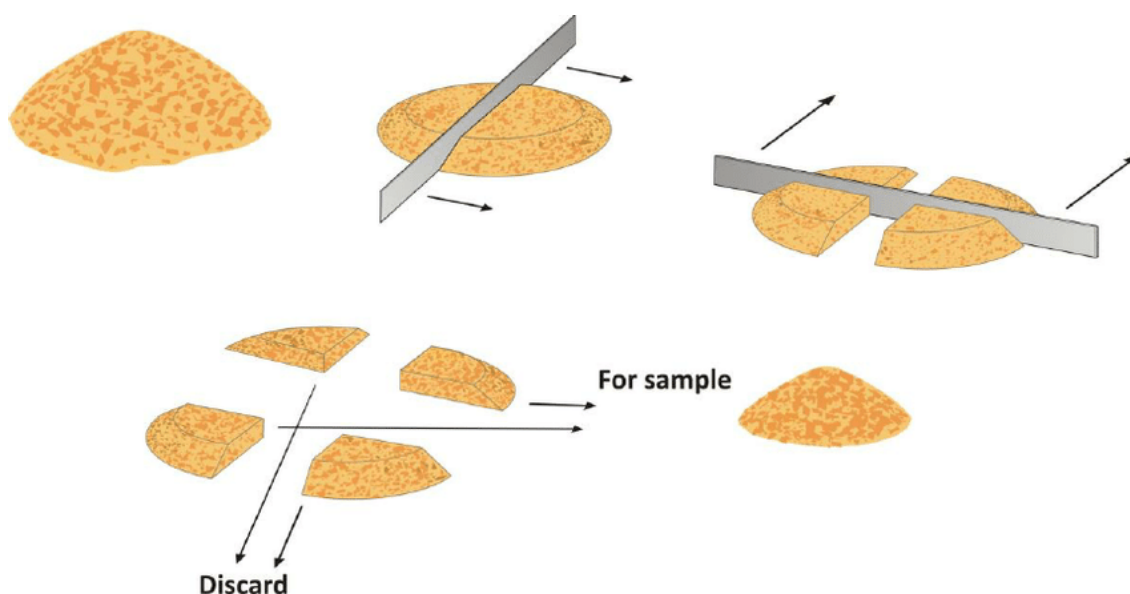


Рисунок 6 – Метод квартования

1.6 Методика отмучивания пробы

Метод отмучивания является процессом удаления примесей или загрязнений из сырого материала путем обработки его водой или другими растворами[15]. В процессе отмучивания, материал погружается в воду или раствор, и затем механически или химически обрабатывается для удаления нежелательных примесей. Это может включать взаимодействие с раствором, осаждение, фильтрацию или другие процессы для отделения загрязнений от основного материала. Метод отмучивания имеет целью улучшить качество и чистоту материала, обеспечивая его соответствие требованиям и стандартам. Он играет важную роль в производстве качественных продуктов и материалов, а также в обработке сырья перед его дальнейшей переработкой или использованием. Этот широко используется в пищевой промышленности, строительной, химической и многих других.

1.7 Пикнометрический метод определения плотности бурового шлама

Пикнометрическая плотность - это физическая характеристика вещества, которая определяет его отношение массы к объему. Этот параметр измеряется с использованием пикнометра - специального стеклянного сосуда

с известным объемом, показанный на рисунке 7. В процессе измерения пикнометрической плотности, пикнометр заполняется исследуемым веществом, после чего его масса определяется с высокой точностью. Затем вычисляется плотность путем деления массы на объем.



Рисунок 7- Пикнометр

1.8 Метод определения температуры с помощью пирометра.

Пирометр - это устройство, которое используется для безконтактного измерения высоких температур. У пирометра есть свои плюсы и минусы, которые следует учесть:

Плюсы пирометра:

- Неконтактное измерение: Пирометр позволяет измерять температуру объектов без физического контакта с ними, что полезно для предотвращения повреждений или контаминации.
- Высокая скорость измерения: Пирометры могут обеспечивать быстрые и мгновенные измерения температуры, что особенно важно в случаях, когда быстрое реагирование на изменения температуры необходимо.
- Измерение высоких температур: Пирометры способны измерять очень высокие температуры, что делает их идеальными для применения в высокотемпературных процессах, например, в промышленности или металлургии.

Минусы пирометра:

- Ограничения диапазона измерений: Каждый пирометр имеет свой диапазон измерений, ограниченный определенным диапазоном температур. Для измерения очень низких или очень высоких температур может потребоваться использование других методов измерения.
- Влияние окружающей среды: Пирометры могут быть подвержены влиянию окружающих условий, таких как пыль, пары или дым, что может повлиять на точность измерений и требовать специальных коррекций.
- Зависимость от эмиссионной способности: Пирометры измеряют температуру на основе излучения объекта, и эмиссионная способность поверхности объекта может повлиять на точность измерений. Различные поверхности могут иметь различные эмиссионные способности, что может требовать учета и коррекции данных.

1.9 Метод обезвоживания осадка

Существует несколько различных методов обезвоживания буровых растворов:

- Фильтрация: это процесс разделения твердых частиц от жидкости путем пропускания через фильтры или пористые материалы.
- Центрифугирование: метод, основанный на использовании центробежной силы для разделения жидкой и твердой фаз.
- Испарение: это процесс, при котором жидкость превращается в газообразное состояние путем нагревания и удаления влаги или других растворенных веществ.
- Осаждение: метод, при котором твердые частицы оседают на дне жидкости после ее стояния и затем удаляются.
- Сжатие: процесс, при котором материал сжимается, чтобы удалить избыточную влагу.

- Обратный осмос: метод, основанный на использовании мембран для фильтрации и удаления растворенных веществ и воды.
- Экстракция: процесс извлечения жидкости из твердого материала с использованием растворителей или химических веществ.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и может быть выбран в зависимости от требуемого результата и особенностей конкретного процесса обезвоживания.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ I

2.1 Определение физико-химических свойств бурового шлама

Для исследования физико-химических свойств бурового шлама были взяты образцы из Белоярского газового месторождения. Шлам был представлен в виде обводненной (жидкой) и осадочной (твердой) фазы. Жидкая фаза приведена на рисунке 8.



Рисунок 8 - Жидкая фаза бурового шлама.

Твердая фаза после сушки представляет собой преимущественно горную и осадочную породу, приведённую на рисунке 9.



Рисунок 9 - Твердая фаза бурового шлама.

Большая часть твердого осадка составляет выбуренная порода, а коллоидная часть осадка содержит значительной степени в виде бентонита. Бентонит является одним из наиболее распространенных видов глинистых минералов. Он обладает высокой водопоглощающей способностью и набухает при контакте с водой, образуя гелеподобную консистенцию. Эти свойства делают его идеальным для использования в процессах связывания, гидроизоляции, грунтозащиты, очистки воды, буровых работ и многих других приложений.

2.2 Разделение пробы методом квартования

Основная цель квартования пробы заключается в обеспечении представительности исследуемого материала и уменьшении возможных ошибок и неоднородностей. Каждая из полученных четырех частей может быть использована для проведения различных анализов, испытаний или

измерений, что позволяет получить более точные и надежные результаты. Для исследования твердой фазы был использован этот метод, как показано на рисунке 10.



Рисунок 10 – Квартование пробы.

2.3 Определение фракционного состава шлама техно – аналитическим методом.

Характеристика дисперсного материала играет важную роль в их технологических свойствах и областях применения. Один из основных показателей степени измельчения - это гранулометрический состав. Гранулометрический состав определяется с помощью ситового анализа, который предполагает процесс отсева пробы на ситах с различными размерами ячеек. Этот анализ может применяться для материалов с

размерами частиц в диапазоне от 10 до 0,04 мм, что соответствует шкале сит (рисунок 11).



Рисунок 11 – Вибросито марки «Экрос»

В процессе отсеивания было определено содержание крупных и мелких частиц бурового шлама на аналитических весах, после отсеивания на вибросите марки «Экрос».

размер ячейки обозначим как – r .

$r=7,0$ мм, $M_r = 11,445$ г;

$r=5,0$ мм, $M_r = 22,015$ г;

$r=3,0$ мм, $M_r = 30,100$ г;

$r=2,0$ мм, $M_r = 44,260$ г;

$r=1,0$ мм, $M_r = 91,570$ г;

$r=0,63$ мм, $M_r = 38,775$ г;

$r=0,5$ мм, $M_r = 26,410$ г;

$r=0,315$ мм, $M_r = 29,530$ г;

$r=0,25$ мм, $M_r = 15,155$ г;

$r=0,1$ мм, $M_r = 47,170$ г;

$r < 0,1$ мм, $M_r = 11,470$ г;

Была построена диаграмма зависимости массы мелко дисперсных частиц от размера ячейки вибросито марки «Экрос», рисунок 12.

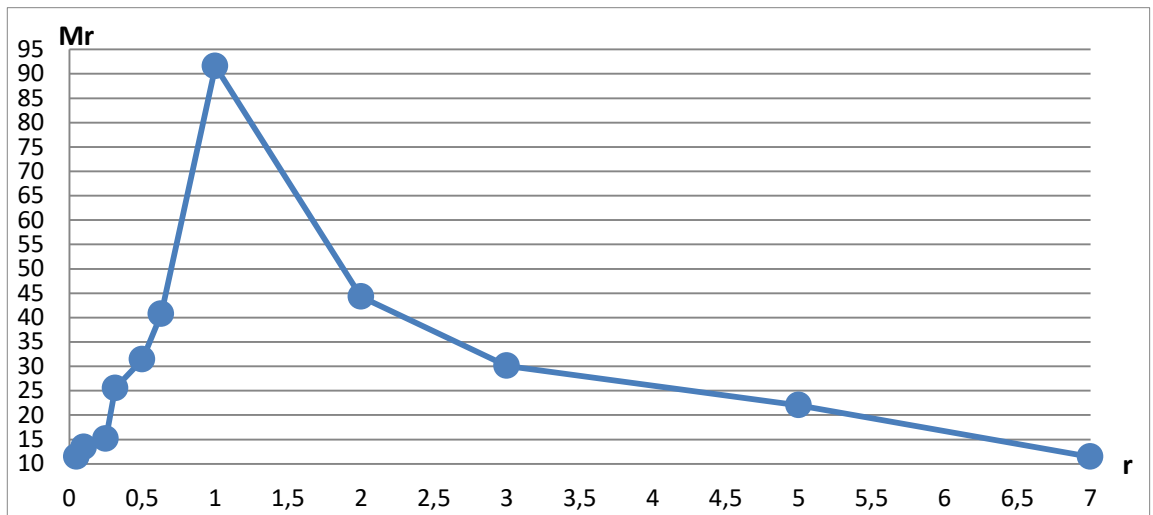


Рисунок 12 – Диаграмма зависимости массы от размера ячейки

Из диаграммы можно сделать вывод, что большее количество твердого бурового шлама включает частицы размером от 1 мм, рисунки 13 - 16.

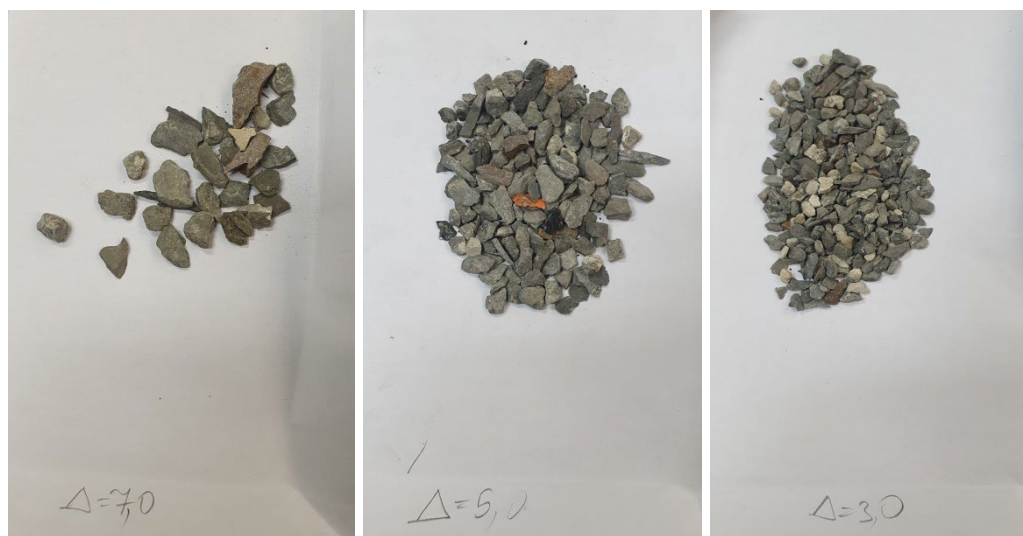


Рисунок 13 – Дисперсные частицы размером: 7,0; 5,0; 3,0



Рисунок 14 - Дисперсные частицы размером: 2,0; 1,0; 0,63

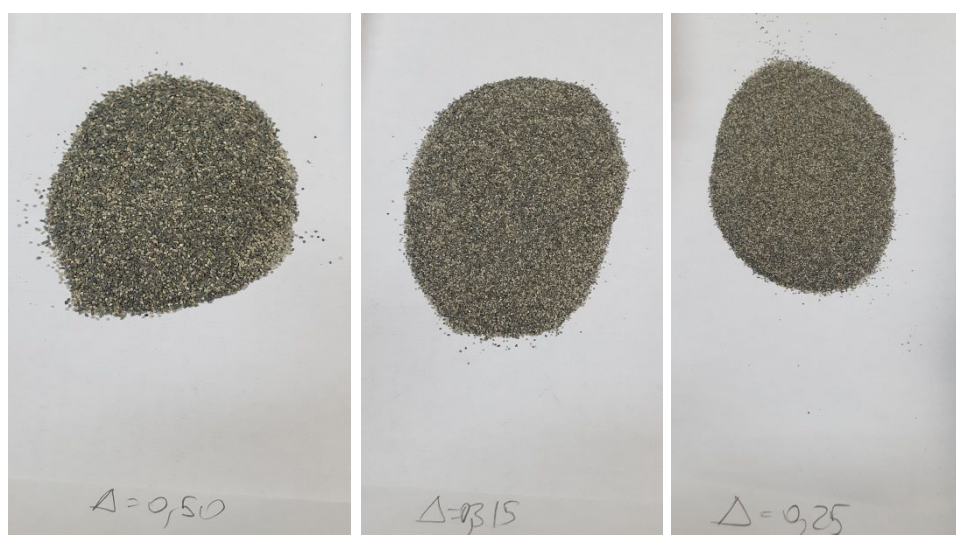


Рисунок 15 - Дисперсные частицы размером: 0,5; 0,315; 0,25

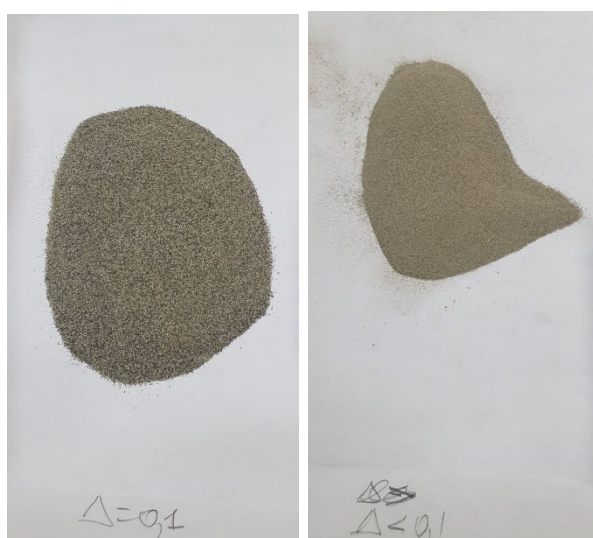


Рисунок 16 - Дисперсные частицы размером: 0,1; 0,05

2.4 Получение гранул

Для повышения газопроницаемости в слое, в процессе получения аглопоритового гравия, применяется предварительное гранулирование шихты, показанное на рисунке 13. Гранулирование шихты улучшает поверхностный слой для лучшего протекания процесса термообработки, позволяет однородно распределить вещества и повышает производительность производства аглопорита. Оптимальный размер гранул составляет от 5 до 10 мм., насыпной вес которых составляет 350-550кг/м³, а прочность варьируется от 20 до 60 кгс/см² [16]. Перед началом работ, требуется очистка шихты методом отмучивания. Далее производится укрупнение гранул на тарельчатом грануляторе до оптимального значения со связывающим веществом, показанный на рисунке 17. В качестве связывающего вещества был взят нами метил целлюлоза, с процентным содержанием 5%.



Рисунок 17 – Гранулятор тарельчатый

2.5 Используемые добавки в производстве аглопорита.

В результате проведенного эксперимента было обнаружено, что для достижения требуемого размера гранул необходимо использовать инертное

вещество, которое обеспечит стабильность роста частиц. В процессе производства аглопорита добавляется около 10% золы с целью достижения оптимального баланса свойств материала[17]. Это конкретное значение выбирается на основе исследований и опыта, чтобы обеспечить наилучшие результаты.

Применение 10% золы в аглопорите имеет свои причины. Во-первых, зола может быть дополнительным источником минеральных добавок, которые улучшают характеристики материала, такие как прочность и теплоизоляция. Во-вторых, это добавление может способствовать достижению оптимальной плотности материала, что является важным для его механических свойств.

2.6 Высокотемпературный обжиг гранул, с дальнейшим получением товарного продукта.

После получения гранул требуемого размера, была выполнена термическая обработка с получением товарного продукта - аглопорита. В качестве термической посуды была изготовлена лабораторная установка из кварцевого стекла, которая выдерживает требуемые температуры и является удобной для визуального наблюдения за экспериментом, показанная на рисунке 18.



Рисунок 18 – Лабораторная кварцевая установка

Для определения температуры внутри установки, был использован пирометр FLIR SYSTEMS – Thermo Point, рисунок 19.



Рисунок 19- Пирометр FLIR SYSTEMS – Thermo Point

Из-за технических ограничений пирометра и отражающей способностью кварцевого стекла, пирометр дал не точные значения температуры, приблизительно $700 - 740^{\circ}\text{C}$. Для получения точных данных был использован метод керамических колец, рисунок 20. Погрешность измерения температуры с помощью керамических колец составляет от 1 до 5 градусов Цельсия.



Рисунок 20 – Керамические кольца

Таблица расчета температуры

Номер конуса	Температура, ⁰ C	Номер конуса	Температура, ⁰ C	Номер конуса	Температура, ⁰ C
022	600	03	1045	17	1485
021	650	02	1070	18	1505
020	670	01	1100	19	1530
019	690	1	1130	20	1550
018	710	2	1155	23	1590
017	730	3	1170	26	1605
016	750	4	1185	27	1630
015	790	5	1195	28	1635
014	815	6	1225	29	1645
013	835	7	1240	30	1655
012	855	8	1265	31	1680
011	885	9	1280	31 ½	1700
010	900	10	1305	32	1720
09	920	11	1315	32 ½	1730
08	940	12	1325	33	1740

07	960	13	1345	34	1760
06	980	14	1365	35	1785
05	1000	15	1430	36	1795
04	1020	16	1470		

Экспериментально было доказано, что температура у стенок температура достигает 850°C , а в центре зоны горения составляет $970 - 1000^{\circ}\text{C}$, рисунок 21 и 22.



Рисунок 21 – Высокотемпературный обжиг аглопорита



Рисунок 22 – Высокотемпературный обжиг аглопорита

Кроме керамических колец, теоретически было рассчитано метод определения температуры по цвету огня, приведенный на рисунке 19.

	Цвет накала	Температура, °C
	Тёмнокоричневый	530-580
	Коричнево-красный	580-650
	Тёмнокрасный	650-730
	Тёмновишнёво-красный	730-770
	Вишнёво-красный	770-800
	Светловишнёво-красный	800-830
	Светлокрасный	830-900
	Оранжевый	900-1050
	Тёмножёлтый	1050-1150
	Светложёлтый	1150-1250
	Ослепительно-белый	1250-1300

Рисунок 23 – Метод определения температуры по цвету накаливания

2.7 Товарный продукт – аглопорит

Нефти-газовые месторождения в северных районах считаются наиболее оптимальными для производства аглопорита, так как в этих месторождениях большое количество осадочных и горных пород и дефицит

кускового материала, которые нужны для собственных нужд предприятия. С точки зрения финансовой эффективности аглопорит является наиболее современным и ресурсоэффективным направлением для нефтяных компаний, и не оказывает негативное влияние на окружающую среду, рисунок 24.



Рисунок 24 – Готовый товарный продукт - аглопорит

Стоит отметить, что добавление золы для поддержания экзотермической реакции является дополнительным преимуществом утилизации сразу двух техногенных отходов. Содержание большого количества кальцинированной соли в составе золошлакового материала увеличивает дополнительно прочность наполнителя и рост гранул.

3 Экспериментальная часть II

В процесс исследования были более подробно исследованы обводненные (жидкие) фазы бурового шлама. В большинстве случаев буровой шлам бывает сильно обводненной, и осаждение твердых частиц происходит медленно. В буровых скважинах специально идет процесс добавки антикоагулянта в буровой раствор, для вымывания скважины от пустой породы. В ходе физико-химических методов анализа, эти факторы были учтены и выбраны оптимальные коагулянты для более быстрого и полного осаждения жидкой фазы раствора. Из вышеуказанных методов обезвоживания осадков, наиболее целесообразным и экономически выгодным является осаждение, с применением эффективных коагулянтов. Были проведены серия лабораторных экспериментов.

В качестве оптимального коагулянта был использован алюминий сернокислый $Al_2(SO_4)_3$ и полиакриламид ПАА.

Самое быстрое осаждение осадка в ходе экспериментов был установлен $pH=7$. В качестве нейтрализации жидкой фазы бурового раствора был использован кальцинированная сода Na_2CO_3 . В ходе исследования было выявлено, что более полное и быстрое осаждение шло с коагулянтом алюминием сернокислым $Al_2(SO_4)_3$ и дальнейшие работы были именно с этим коагулянтом, рисунок 25.

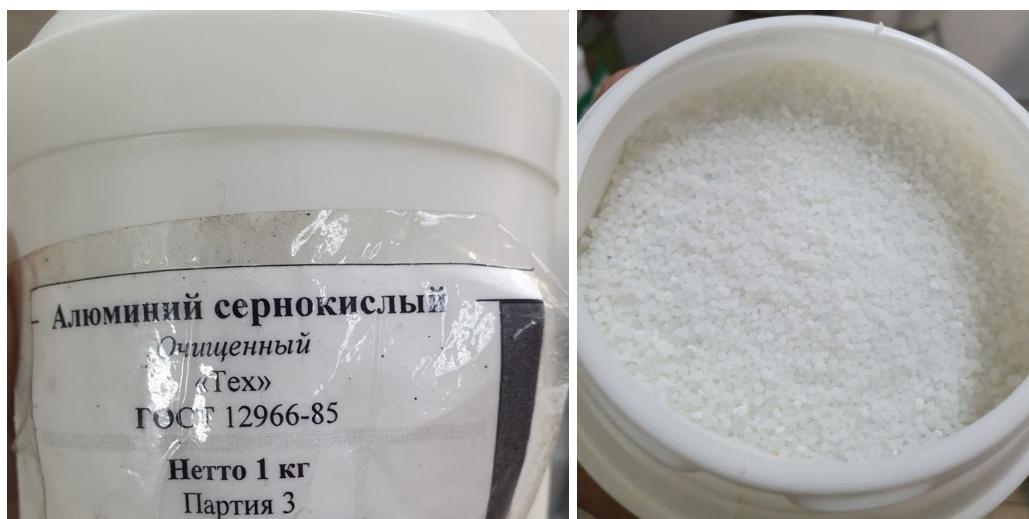


Рисунок 25- Алюминий сернокислый $Al_2(SO_4)_3$

Перед началом работ были подготовлены растворы, взвешивая точное количество веществ на аналитических весах. Использование аналитических весов обеспечивает высокую точность и контроль массы вещества, что является важным для точных результатов и исследований, рисунок 26.



Рисунок 26 – Масса пробы коагулянта и кальцинированной соды
Для эксперимента были приготовлены 500 мл 0,1 М растворы коагулянта и кальцинированной соды, рисунок 27.

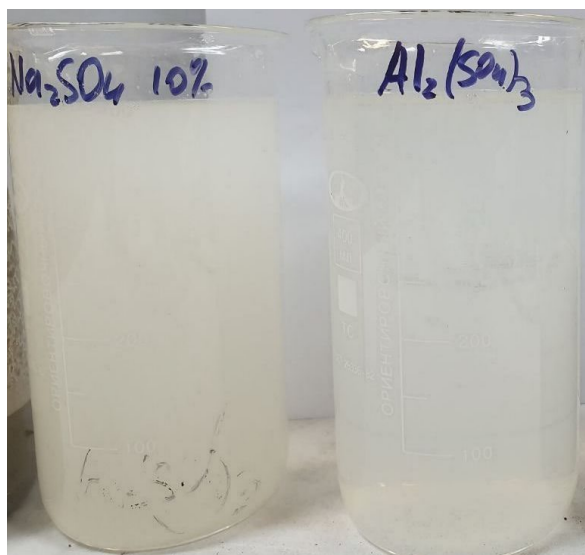


Рисунок 27- Раствор коагулянта и кальцинированной пробы
Исследование показало, что осаждение бурового раствора объемом 100 мл и доведение рН до 7 происходит быстрее и полнее с использованием коагулянта Al₂(SO₄)₃, чем с применением коагулянта ПАА, рисунок 28.



Рисунок 28- Осаждение бурового раствора с помощью коагулянта

В рамках исследования были проведены дополнительные опыты с добавлением раствора золы различной концентрации (10%, 15%, 20%) в сочетании с коагулянтом в буровые растворы. Максимально эффективным является из них является 10% раствор золы, рисунок 29.

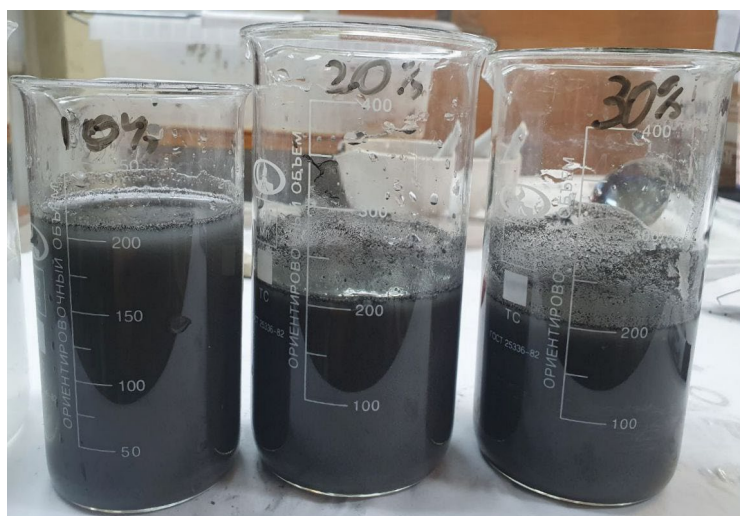


Рисунок 29- Растворы золы с разной концентрацией

Сочетание добавления золы с коагулянтом значительно ускоряет процесс осаждения и обеспечивает более полное осаждение осадка. Метод осаждения с использованием золы представляет собой процесс, при котором в раствор добавляется зола с целью образования осадка[18]. Вещества, содержащиеся в золе, способны стимулировать слипание и осаждение растворенных частиц. При взаимодействии с раствором, зола способствует

образованию более плотного осадка, что улучшает его отделение от раствора, рисунок 30. Этот метод находит широкое применение в различных областях, включая обработку воды, очистку сточных вод и другие процессы фильтрации и очистки.

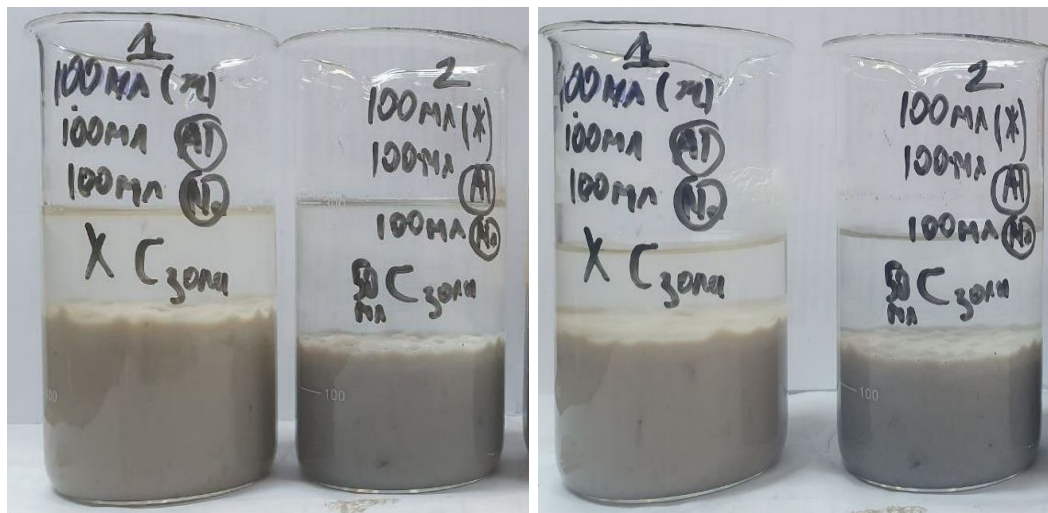


Рисунок 30- Осаждение бурового раствора в комплексе с коагулянтom и золой

3.1 Обсуждение результатов.

3.2 Выводы

В ходе обсуждения полученных результатов были обнаружены следующие основные аспекты:

- В рамках исследования была произведена анализ твердой фазы бурового шлама, а также проведена серия экспериментов по получению аглопорита. Эти эксперименты включали различные процессы обработки и обезвоживания шлама с целью получения высококачественного аглопорита.
- В ходе исследования была проведена анализ жидкой фазы бурового раствора, а также проведены эксперименты с целью определения более эффективных способов осаждения бурового шлама.
- Метод осаждения с использованием золы является эффективным и может быть применен для улучшения процесса осаждения в буровых растворах.
- Нефтегазовые месторождения в северных районах считаются предпочтительными для производства аглопорита по ряду причин. Во-первых, эти месторождения обладают большим количеством осадочных и горных пород, которые являются основным исходным материалом для производства аглопорита. Во-вторых, северные районы часто страдают от дефицита кускового материала, который необходим для удовлетворения собственных потребностей предприятий. Поэтому использование нефтегазовых месторождений в этих районах позволяет эффективно использовать доступные ресурсы и обеспечивать необходимое сырье для производства аглопорита.
- В ходе исследования аглопорита были изучены различные характеристики, включая насыпной вес. Насыпной вес является

важным параметром, который позволяет определить марку аглопорита и его применимость в различных областях человеческой деятельности.

- В рамках исследования были представлены различные методы утилизации бурового шлама.
- В ходе исследования был подробно изучен состав бурового шлама, а также проведены эксперименты для определения его физико-химических свойств. Кроме того, проводились испытания для измерения различных физико-химических параметров бурового шлама, включая его плотность, вязкость, рН-значение, содержание твердых частиц и другие.

Исходя из всех выводов, была разработана оптимальная схема оборудования для производства аглопорита, рисунок 31-33.

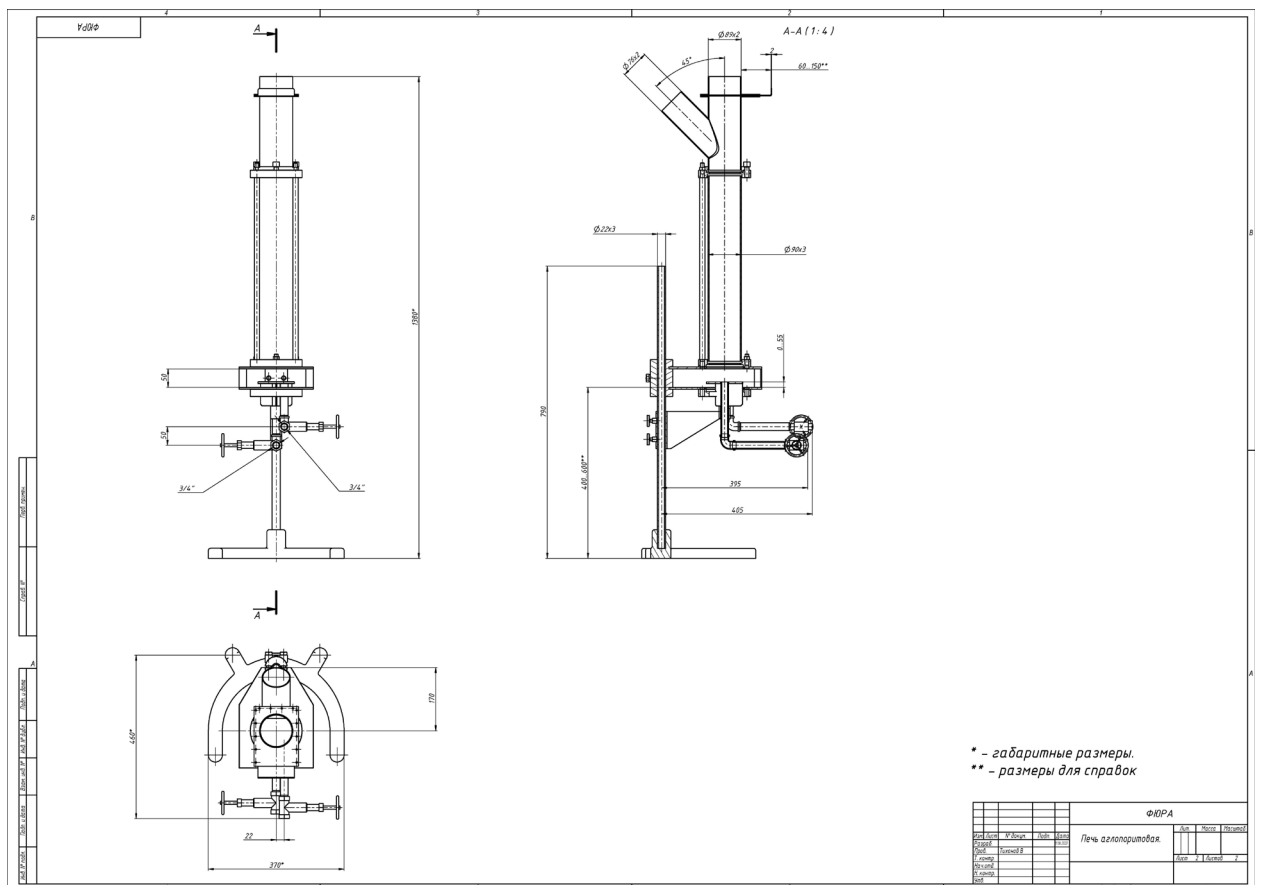


Рисунок 31 – Чертеж специальной печи для производства аглопорита

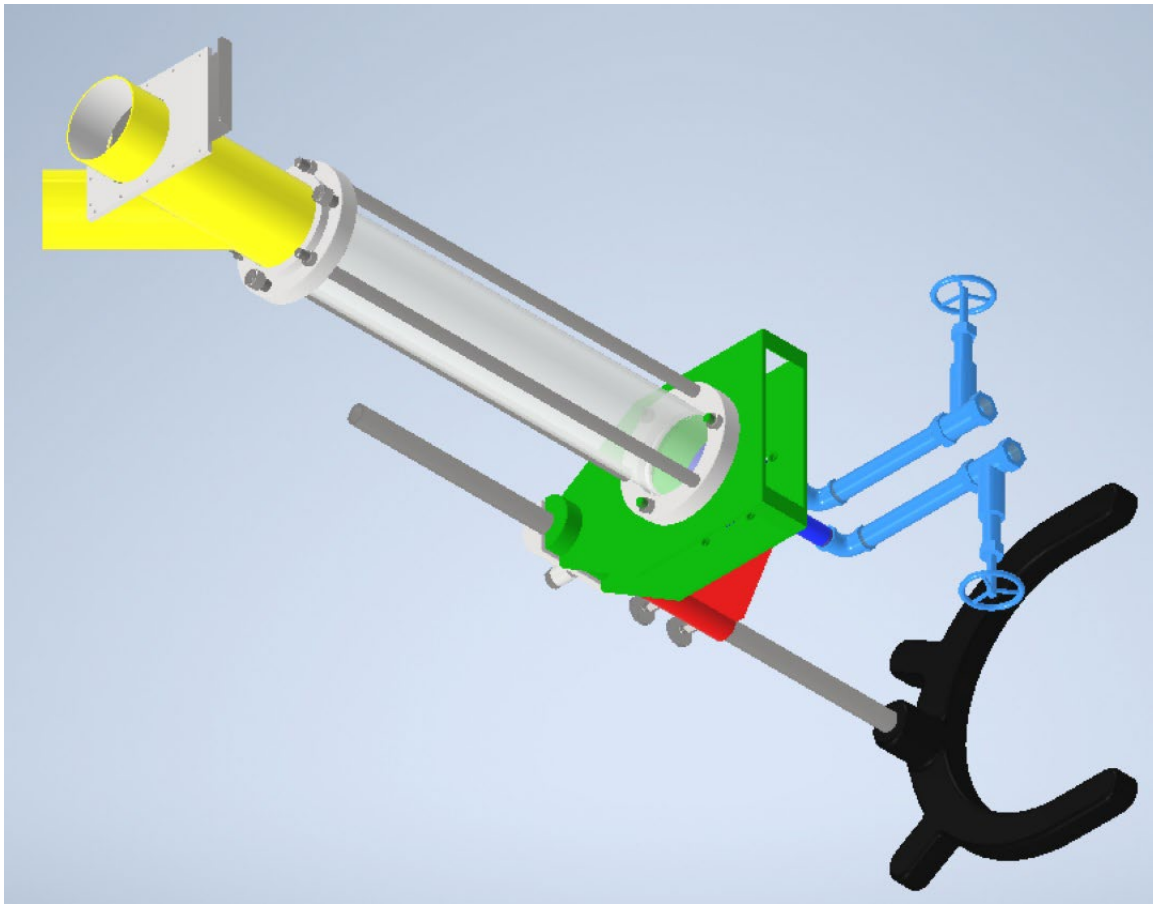


Рисунок 32 – 3D модель специальной печи для производства аглопорита

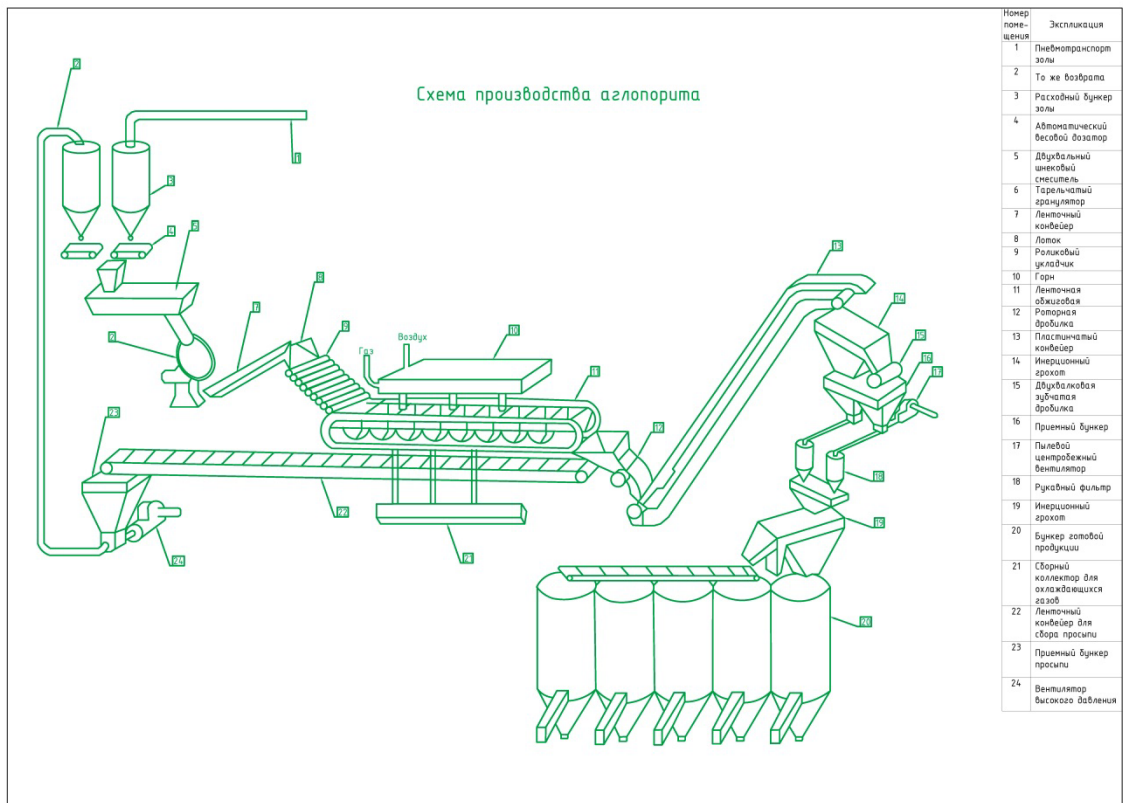


Рисунок 33- Схема производства аглопорита

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью данной выпускной квалификационной работы по теме «Разработка технологии переработки буровых шламмов с получением товарного продукта» является оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и экономического аспекта. Так как нефтяная и газовая промышленность является потенциально опасной по загрязнению окружающей среды и ее отдельных объектов. Все технологические процессы при соответствующих условиях могут нарушить естественную экологическую обстановку.

Целью исследования является получение аглопорита с использованием буровых шламмов и широкого применения их в строительной и дорожной отрасли.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 4.1 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,11	4	2	3	0,44	0,22	0,33
3. Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4. Надежность	0,11	4	4	3	0,44	0,44	0,33
5. Простота изготовления	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
8. Технологичность	0,03	5	4	4	0,15	0,12	0,12
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
эксплуатации							
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4. Послепродажное обслуживание	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,12
Итого	1	51	45	44	4,21	3,63	3,53

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 4,21$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Неоднородность состава.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие затраты времени.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки и технологии.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение технологии в строительной и дорожной области.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5

проекта	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Неоднородность состава.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие затраты времени.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> <p>В3. Внедрение технологии в строительной и дорожной области</p>	<p>Направления развития</p> <p>В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p> <p>В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>В1Сл3Сл4Сл5.</p> <p>Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

<p>В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p>являются хорошим основанием для внедрения технологии в строительной и дорожной области.</p> <p>В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p>	
<p>Угрозы</p> <p>У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.</p> <p>У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p>	<p>Угрозы развития</p> <p>У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.</p> <p>У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.</p>	<p>Уязвимости:</p> <p>У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный

исследования			руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.4 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожид}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25

8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4														
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	 													
3	Обзор научной	Исп2	11														

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ												
				февр			март			апр			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	литературы															
4	Выбор методов исследования	Исп2	6			■										
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			▨	■									
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9					■								
7	Проведение эксперимента	Исп2	25						■	■						
8	Обработка полученных данных	Исп2	18								■	■				
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5									▨	■			
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13											■	■	■

Примечание:

▨ – Исп. 1 (научный руководитель), ■ – Исп. 2 (инженер)

4.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.6 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении образца - аглопорита, из бурового шлама. Результаты расчета затрат представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Затраты на получение образца - аглопорита, из бурового шлама.

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Буровой шлам	кг	10,0	250	2 500
Порошок сульфата алюминия	кг	0,5	1 200	600
Газовая горелка	шт.	1	400	400
Перчатки резиновые, технические	пар	1	220	220
Итого:				3 720

4.7 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	полезного использования	Время использования, мес.	$N_A, \%$	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Гранулятор тарельчатый	1	5	0,5	0,2	500 000	4166
2	Вибросита	1	5	0,5	0,2	200 000	1666
Итого:						5 832 руб.	

4.8 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м \cdot М}}{F_{д}} = \frac{58\,950 \cdot 10,3}{246} = 2\,468,23 \text{ руб.} \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{39300 \cdot 11,2}{213} = 20\,66,48 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

- для руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 39\,300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) = 58\,950 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

- для инженера:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 26\,200 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) = 39\,300 \text{ руб.} \quad (4.11)$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}, руб$	$Z_{дн}, руб$	$T_{р}, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	39 300	0,3	0,2	1,3	58 950	2 468,23	13,5	33 321,105
Инженер	26 200	0,3	0,2	1,3	39 300	2 066,48	68.5	141 553,88
Итого:								174 874,985

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 33\,321,105 = 4\,998,16575 \text{ руб.}, \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 141\,553,88 = 21\,233,082 \text{ руб.}, \quad (4.13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб}(Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3(33\,321,105 + 4\,998,16575) = 11\,495,781 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб}(Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3(141\,553,88 + 21\,233,082) = 48\,836,088 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле (4.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей} 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (4.16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

4.11 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Разработка технологии переработки буровых шламов с получением товарного продукта» по форме, приведенной в таблице 4.16.

В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 4.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	3 720	4 626,3	15 945	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное	5 832	8 900	12 000	Пункт 4.2.3.2

	оборудование				
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	174 874,985			Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	26 231,247			Пункт 4.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	60 331,866			Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	54 198,019			Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат НИР		325 188,117	329 162,417	343 581,117	Сумма ст. 1- 6

4.12 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения

интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Материальные затраты;
- 2) Затраты на специальную технику.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

Фтек.проект = 325 188,117 руб,

Фисп.1 = 329 162,417 руб,

Фисп.2 = 343 581,117 руб.

$$I_{\text{фин}}^{\text{тек.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{325\,188,117}{343\,581,117} = 0,94;$$

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{329\,162,417}{343\,581,117} = 0,96;$$

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{343\,581,117}{343\,581,117} = 1;$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 4.17).

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,1	5	5	5
2. Стабильность работы	0,3	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,2	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,2	5	4	5
ИТОГО	1	4,7	3,9	4,4

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,7;$$

$$I_{p2} = 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,9;$$

$$I_{p3} = 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 = 4,4;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}} \quad (20)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,7}{0,94} = 5;$$

$$I_{исп.1} = \frac{3,9}{0,96} = 4,0625;$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,4}{1} = 4,4;$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.18).

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,94	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,9	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	5	4,0625	4,4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,88

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и

ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 68,5 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 325 188,117 руб.;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,94, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,7, по сравнению с 3,9 и 4,4;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5, по сравнению с 4,0625 и 4,4, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

5 Социальная ответственность

5.1 Введение

Основной задачей данного раздела является выявление и анализ вредных и опасных факторов при исследовании новой методики, создание оптимальных условий труда, анализ влияния на окружающую среду и профилактика ЧС.

В этом разделе были рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности при работе с буровыми шламами. Все технологические процессы при соответствующих условиях могут нарушить естественную экологическую обстановку. Буровые шламы могут оказывать негативное воздействие, как на окружающую среду, так и на здоровье человека связанное, прежде всего с их токсичностью.

При работе с буровыми шламами необходимо соблюдать все необходимые условия и ГОСТы. Охрана здоровья рабочего персонала на объекте должно предусматривать меры защиты от возможных воздействия опасных и вредных факторов при работе с объектом.

5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном подразделе приводятся специальные правовые нормы трудового законодательства и основные эргономические требования к рабочей зоне.

5.3 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы законодательства

Для рабочего персонала лаборатории в нефтедобывающей отрасли вахтовым методом устанавливаются следующие требования:

- Работники химической лаборатории должны проходить периодические медицинские осмотры в целях охраны здоровья населения.
- Категорически запрещается работать одному в лаборатории, так как в экстренном случае будет некому оказать пострадавшему первую помощь и ликвидировать последствия неудавшегося эксперимента.
- Надеть спецодежду и подготовить СИЗ и т.д.

Работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени — не более 36 часов в неделю в порядке, определенном Правительством РФ с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений [Глава 47 ТК РФ].

Для персонала лабораторий работающих во вредных условиях труда предоставляется дополнительный оплачиваемый отпуск или дополнительные компенсации за вредные условия труда по законодательству Правительства Российской Федерации [Глава 47 ТК РФ].

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Ответственность за технику безопасности в лаборатории несет заведующий. К работе в лаборатории допускаются лица после прохождения ими вводного инструктажа и сдачи экзамена по технике безопасности. Лица, не изучившие правила обращения с приборами, к работе с ними не допускаются по ПНД Ф 12.13.1-03.

В химической лаборатории запрещается:

- работать при неисправности вентиляции;
- оставлять без присмотра нестационарные нагревательные приборы, открытое пламя, работающие установки;
- работать с неисправным оборудованием;
- работать без спецодежды (халат);
- работать в лаборатории одному.
- все личные вещи должны находиться в специально отведенном месте.
- запрещается вытирать мокрой тряпкой оборудование, находящееся под напряжением; загружать сушильный шкаф легковоспламеняющимися веществами (бензин, спирт, эфир и т. п.); работать с незаземленными приборами.

5.5 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В данном подразделе анализируются опасные и вредные факторы, которые могут возникать при разработке, изготовлении и эксплуатации проектируемого объекта.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 1.

Табл. 1. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Недостаток необходимого освещения.	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.
2. Повышенный уровень шума.	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция.
3. Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды.	СанПиН 2.2.4.3359-20. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах; СП 2.1.3678-20. Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг.
4. Факторы, связанные с электрическим током.	ГОСТ Р 12.1.009-2009. Электробезопасность.
5. Факторы химической природы действия, обусловленные гореть, тлеть, взрываться;	ГОСТ 12.1.005-88(ред. от 20.06.2000) «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

5.6 Факторы химической природы действия

Буровые шламы могут оказывать значительное негативное воздействие, как на окружающую среду, так и на здоровье человека,

связанное, прежде всего с их токсичностью. В буровом шламе в значительном количестве содержатся нефтяные углеводороды, токсичные компоненты буровых растворов. Главным токсическим агентом в составе буровых шламов считается нефть и ее фракции.

Следствием действия вредных веществ на организм могут быть анатомические повреждения, постоянные или временные расстройства и комбинированные последствия.

В результате воздействия вредных веществ могут иметь место острые или хронические заболевания. Частным случаем заболевания является отравления. Хронические отравления развиваются медленно в результате накопления в организме токсических веществ или суммирования функциональных изменений, вызванных действием таких веществ. Острые отравления возникают быстро при наличии относительно высоких концентраций вредных веществ.

Предельно допустимые концентрации некоторых химических реагентов, входящих в состав бурового шлама регламентируются для воздуха рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88(ред. от 20.06.2000), таблица 1.

Таблица 1– Предельно-допустимые концентрации химических реагентов в воздухе рабочей зоны.

Наименование реагентов	Цемент	ОП7 (ПАВ)	Нефть	КМЦ	Глино- порошок	Асбест	Сода Na_2CO_3
ПДК, мг/м ³	6	3	10	10	4	6	2
Класс опасности	4	4	3	3	4	4	3

Основная мера защиты от вредного воздействия химических веществ на работающих в условия возможного загрязнения рабочей зоны — это систематический контроль содержания этих веществ в рабочей среде.

В том случае, если содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны превышает ПДК, принимают специальные организационные и технические меры по предупреждению отравления.

Для уменьшения опасности вредных веществ, для человека ограничивают применение их по числу и объему, а где возможно, заменяют высокотоксичные на менее токсичные, сокращают длительность пребывания людей в загрязненном воздухе и следят за эффективным проветриванием производственных помещений.

Коллективный защитный характер носят микро переработки, герметизация, вентиляция, отделка помещений особыми материалами, медосмотры.

При неэффективности коллективных средств защиты применяют средства индивидуальной защиты (защита дыхания, кожи, отдельных органов). В особо опасных условиях применяют следующие индивидуальные средства защиты: фильтрующие противопылевые средства защиты, газопылезащитные средства, шланговые противогазы ПШ-1, изолирующие кислород приборы, автономные дыхательные аппараты, очки, маски, светофильтры, противопылевые комбинезоны, перчатки и т.д. [Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 N 290н (ред. от 12.01.2015) "Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты".

5.7 Показатели микроклимата на рабочем месте

Комплекс метеорологических условий (микроклимат) в производственных помещениях - климат внутренней среды этих помещений.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха,
- температура поверхностей
- относительная влажность
- скорость воздуха
- тепловое излучение

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учётом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Работа в лаборатории относится к категории работ I б (по уровню энергозатрат 140-174 Вт) согласно СанПиНу 1.2.3685-21. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочем месте, соответствующие данной категории работ представлены в таблице 2.

Таблица 2– Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочем месте.

Период года	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	22-24	21-25	60-40	0,1

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3

применительно к выполнению работ категории I б (по уровню энергозатрат 140-174 Вт) в холодный и теплый периоды года.

Таблица 3–Допустимые величины показателей микроклимата на рабочем месте.

Период года	Температура воздуха, °C	Температура поверхности, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Период года	Температура воздуха, °C
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин				диапазон ниже оптимальных величин
Холодный	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	Холодный	19,0-20,9
Теплый	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	Теплый	20,0-21,9

Для регламентации времени работы в пределах рабочей смены в условиях микроклимата с температурой воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин используется защита временем. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используют:

введение современных технологических процессов, правильную организацию воздухообмена и отопления.

5.8 Повышенный уровень шума

С физиологической точки зрения шумом является всякий нежелательный, неприятный для восприятия человека шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека. При длительном воздействии шума на организм человека происходят нежелательные явления: снижается острота зрения, слуха; повышается кровяное давление; понижается внимание. Сильный продолжительный шум может быть причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем, что приводит к заболеваниям сердца и повышенной нервозности.

Шум на производстве создают различные механизмы и машины. Шум также может возникать при работе электромагнитных устройств, при истечении воздуха и газов, а также при движении воды и жидкости. Источником шума является гранулятор тарельчатого типа, приточно-вытяжная вентиляция.

Нормы допустимых уровней звукового давления и уровня звука на рабочих местах приводятся в СП 51.13330.2011.

Интенсивность шума – главная его характеристика. Она тождественна громкости и измеряется в децибелах (дБ). Нормальный уровень шума: до 50-55 дБ. Соответствует разговору умеренной громкости, низкому фоновому шуму работающих механизмов. Повышенный уровень шума: 55-70 дБ. Соответствует навязчивому шуму автомобилей, заметному шуму работающих механизмов (жужжание швейных машин, например). Вредный уровень шума: 70-95 дБ. Соответствует громкой музыке, непрерывному шуму автомобилей рядом с шоссе, шуму работающего заводского цеха. Опасный уровень шума: более 95 дБ. Чтобы представить эту интенсивность

шума, можно вспомнить звук отбойного молотка или штамповочного станка. При 120 дБ человек получает акустическую травму. Такая громкость соответствует звуку реактивного двигателя вблизи, взрыву, выстрелу рядом с ухом и т.д.

Для рабочего помещения лаборатории с учетом, рабочих процессов и разного вида оборудования. Нормальным уровнем шума является 75 дБ согласно СП 51.13330.2011.

Итак, при уровне шума более 80 дБ вашему здоровью наносится определенный вред, но задуматься о защите следует уже при громкости 60-70 дБ.

Если уровень шума на работе превышает 80 дБ, используют индивидуальные средства защиты (затычки для ушей, специальные наушники). В обеденный перерыв обязательно покидают рабочее место и отправляются в более тихое место, чтобы слух немного отдохнул и адаптировался к нормальному уровню громкости.

5.9 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму.

Влияние освещенности особенно сильно чувствуется в производственных помещениях. Недостаточная освещенность и пульсация освещенности могут привести к ухудшению зрения у людей в помещении.

Нормирование освещенности во многом сделано для предотвращения травм на рабочем месте.

Нормированная минимальная освещенность по стандарту DIN 5035 составляет 15лк и допустима для ориентации в пространстве. Установленная минимальная освещенность для длительного пребывания людей составляет 120лк. В соответствии с СП 52.13330.2016 нормы освещенности химических лабораторий колеблются в диапазоне от 200 до 500лк. На данном производстве комбинированное освещение может составлять согласно нормам и правил, 200 лк для работ высокой точности, а коэффициент пульсации не более 15%. В соответствии со СНиП 23-05-95 (атукал. ред.) освещение должно обеспечить: санитарные нормы освещенности на рабочих местах, равномерную яркость в поле зрения, отсутствие резких теней и блескости, постоянство освещённости по времени и правильность направления светового потока. Освещенность на рабочих местах и в производственных помещениях должна контролироваться не реже одного раза в год.

Согласно ГОСТ Р 59123-2020 к средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся: источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры, защитные очки.

5.10 Расчет освещения в лаборатории

Химическая лаборатория имеет размеры 5,6х3,5х3,5 м. Высота рабочей поверхности (высота кровати) $h_{рп} = 0,4$ м. Требуемый уровень освещенности $E = 200$ Лк.

Коэффициент запаса в помещениях с малым выделением пыли $k = 1,5$, коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$;

Расчет системы общего люминесцентного освещения:

Выбираем светильники, с пластиковой защитой, типа ОД, $\lambda = 1,2$;

Приняв высоту свеса $h_c = 0,5$ м, получаем:

$$h = H - h_c - h_{\text{рп}};$$

$$h = 3,5 - 0,5 - 0,4 = 2,6 \text{ м};$$

Расчет расстояния между светильниками:

$$L = \frac{\lambda \cdot h_c}{3};$$

$$L = 1,2 \cdot 2,6 = 3,12 \text{ м};$$

$$L = 3/3 = 1 \text{ м};$$

Исходя из габаритов помещения, и расстояния между светильниками можно сделать вывод, что светильники будут располагаться в 2 ряда. В каждом ряду можно установить по 2 светильника типа ОД мощностью 40 Вт. Учитывая, что в каждом светильнике установлено четыре лампы, общее число ламп в помещении $n = 16$.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)};$$

где: a – длина освещаемого помещения;

b – ширина освещаемого помещения;

S – площадь освещаемого помещения.

$$i = \frac{19,6}{2,6 \cdot (5,6 + 3,5)} = 0,82;$$

Определяем по таблице 4.1 СП 52.13330.2016 коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 48\%;$$

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z \cdot 100}{n \cdot \eta} ;$$

где: E_H – нормируемая минимальная освещённость;

S – площадь освещаемого помещения;

K_3 – коэффициент запаса;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока, %.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 19,6 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 100}{16 \cdot 48} = 842,2 \text{ Лк}$$

Наиболее подходящая лампа – ЛТБ 20, с мощностью 20 Вт и потоком 900 лм.

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{900 - 842,2}{900} \leq 20\% \gg -10\% \leq 6,42\% \leq 20\%$$

Расчет верен, поскольку отклонение находится в допустимых пределах.

Электрическая мощность осветительной системы:

$$P = n \cdot P_{\text{л}} = 16 \cdot 20 = 320 \text{ Вт.}$$

где $P_{\text{л}}$ – мощность лампы.

5.11 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

При проектировании рабочего места учитываются все возможные риски при использовании электроэнергии и применяются методы избегания опасностей. Электробезопасность на рабочем месте контролируется ГОСТ 12.1.019-2017 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», согласно которому во избежание поражения электрическим током следует применять такие технологические приемы, как заземление, зануление, защитное отключение, контроль изоляции. Эти приемы можно отнести к коллективным средствам защиты. К индивидуальным средствам защиты относятся изолирующая одежда и соблюдения техники безопасности на рабочем месте. Источником фактора опасности связанный с электрическим током, является: Гранулятор, весы, электрические плитки, приточно-вытяжная вентиляция и различного рода электронные весы.

Электрические датчики систем контроля и управления технологическим процессом должны быть во взрывозащищенном исполнении.

Обо всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику.

В целях предотвращения электро травматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение производится с помощью выключателя или рубильника. При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от токоведущих частей деревянным или другим не проводящим ток предметом источник поражения. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

5.12 Экологическая безопасность

Анализ влияния бурового шлама на окружающую среду

При бурении нефтяных скважин в окружающую среду поступает большое количество загрязняющих веществ различной степени токсичности, которые оказывают значительный вред всем компонентам окружающей среды. Источники поступления загрязняющих веществ от объектов нефтедобычи в окружающую среду достаточно разнообразны.

Постоянными источниками загрязнения атмосферы, почвы, подземных и поверхностных вод являются шламовые амбары, которые представляют собой природоохранные сооружения, предназначенные для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов бурения нефтяных скважин.

При строительстве амбаров вырубаются деревья, кустарники, уничтожается надпочвенный покров, происходит отчуждение земель. Шламовые амбары с токсичным буровым шламом выводят из оборота значительные площади земель. Общие объемы отходов зависят от применяемой технологии бурения, глубины и продолжительности строительства скважины, систем водоснабжения и водоотведения, природно-климатических факторов и т. д.

Рассмотрим подробнее воздействие бурового шлама на окружающую природную среду. Так как в составе бурового шлама присутствует порода

(60–80 %), органическое вещество (8–10 %), водорастворимые соли (6 %), нефть, разнообразные реагенты и т. п., то основное воздействие на окружающую среду будет заключаться в загрязнении объектов природной среды химическими реагентами, минеральными солями и нефтепродуктами.

Воздействие бурового шлама на атмосферу происходит путем испарения легких фракций нефтепродуктов с поверхности шламового амбара, а также при таянии снега на загрязненной шламом территории.

Воздействие бурового шлама на подземные и поверхностные воды обусловлено, в основном, ненормативным обустройством шламового амбара (нарушение либо отсутствие гидроизоляции амбара, отсутствие обвалов, водоотводных канав и т. п.), а также при контакте бурового шлама, расположенного на территории буровой вне шламового амбара, с атмосферными осадками, подтоплении территории буровой в период интенсивного снеготаяния.

При нарушении гидроизоляции шламового амбара снижается продуктивность почвенного покрова, происходит загрязнение подземных водоносных горизонтов и, как следствие, загрязнение подземных и поверхностных вод.

В результате атмосферных осадков и снеготаяния происходит переход растворимых солей из бурового шлама в водные растворы с миграцией этих веществ в водоносные горизонты.

В результате загрязнения подземных и поверхностных вод нефтепродуктами происходит угнетение и подавление нормальной органической жизни, изменение состава биоценозов, заморы рыбы и гибель нерестилищ.

Воздействие бурового шлама на почву, растительный и животный мир в основном сводится к загрязнению нефтепродуктами. При загрязнении почв нефтепродуктами происходит нарушение воздушного режима и водных свойств почв.

В результате воздействия на почвенный покров нефтепродуктов отмечается изменение населяющих почву живых микроорганизмов:

снижается численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и бактерий, усваивающих соединения азота. Происходит угнетение окислительно-восстановительных ферментативных процессов, что в конечном счете снижает биологическую активность и плодородие почв. Буровые шламы в большинстве случаев имеют щелочную реакцию, что способствует образованию легкорастворимых гуматов, которые вымываются из поверхностного слоя почв, снижая общее содержание гумуса.

Растительность на участках загрязнения буровыми шламами погибает полностью. При толщине слоя шлама 5–10 см вред, причиняемый лесу, сопоставим с нефтяным загрязнением сильной степени.

Таким образом, размещение бурового шлама в шламовом амбаре или на территории буровой может наносить значительный ущерб окружающей среде.[Голубев Е.В., Соромотин А.В., Вепренцева Н.А., Микушина Н.Б. Состав и свойства буровых отходов Западной Сибири//Мир науки, культуры, образования № 6 (25), 2010. С. 319-320]

5.13 Правовые аспекты экологического законодательства при обеспечении безопасности при обращении с буровыми отходами.

Основные требования по охране качества водной среды, изложенные в Водном кодексе РФ, сводятся к запрещению сброса в водные объекты неочищенных в соответствии с установленными нормативами сточных вод, в том числе, содержащих вещества, для которых не установлены ПДК. Федеральным Законом № 155 (ред. от 05.12.22) “О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации” запрещены захоронение отходов и других материалов, а также сброс вредных веществ.

Следует отметить, что в соответствии с ФЗ № 187 (ред. от 28.06.22) “О континентальном шельфе Российской Федерации” и ФЗ № 155 (ред. от 05.12.22) “О внутренних морских водах, территориальном море и

прилежащей зоне Российской Федерации” любое преднамеренное удаление отходов и других материалов с судов и иных плавучих средств, установок и сооружений квалифицируется как захоронение.

Вопрос с захоронением технологических отходов бурения однозначно решен лишь применительно к скважинам на континентальном шельфе. Согласно “Правилам безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе” выбуренная порода должна утилизироваться в соответствии с проектом на строительство скважины и требованиями охраны окружающей среды. Это представляется не вполне обоснованным, поскольку экологически оправданным и экономически целесообразным может быть и захоронение отходов (подземное или на суше).

Вопрос правового регулирования загрязнения окружающей среды в настоящее время актуален в связи с принятием Федерального закона “О техническом регулировании”, в рамках которого предусмотрена разработка специальных технических регламентов, в том числе, по вопросам экологической безопасности.

5.14 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Для обеспечения эффективной защиты окружающей среды и надежной охраны недр от загрязнения буровыми отходами необходимо иметь данные о предполагаемых объемах буровых растворов и образующихся отходов бурения. Согласно ФЗ №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» особое внимание должно быть удалено принятию мер по сохранению участков земель от загрязнения, их обезвреживанию и полному восстановлению в первоначальное состояние, пригодное для дальнейшего использования.

Для сбора жидких отходов бурения и шлама строятся шламовые амбары, объем которых зависит от глубины и диаметра скважин. Для обеспечения буровой чистой необходимо бурение дополнительной скважины

на воду, которая потом в виде сточных буровых вод попадает в амбар. Сюда же могут поступать и нефть, отработанные отходы и шлам. Таким образом, в амбарах скапливаются жидкие и твердые отходы бурения сложного состава, имеющие агрессивные компоненты, представляющие большую опасность для окружающей среды.

В процессе бурения скважин необходимо прогнозировать и предусматривать реализацию комплексных технологических мер по предотвращению возможных осложнений и аварий, особое внимание уделяя межпластовой изоляции, закачивания и ликвидации скважин и амбаров после окончания буровых работ, а также организации систематических наблюдений за состоянием окружающей среды после рекультивации нарушенных земель.

К природоохранным мероприятиям относятся [СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03]:

- профилактические меры по предупреждению нарушений природной среды;
- сбор, очистка, обезвреживание, утилизация и захоронение отходов строительства скважин;
- охрана атмосферного воздуха;
- рекультивация земель;
- ликвидация и консервация скважин.

Предусматриваемые в проектах технические средства, технологические процессы и материалы должны иметь инженерные обоснования, обеспечивающие предупреждение (исключение) нарушений природной среды.

Профилактические меры по предупреждению нарушений природной среды:

- разработки и применения нетоксичных хим. реагентов и систем буровых растворов;

- снижения объемов (исключения) применения нефти для обработки растворов в качестве профилактической противоприхватной добавки и замены ее не токсичными смазками (ГКЖ, спринт и т.д.);
- применения ингибированных буровых растворов, уменьшающих объемы наработки отходов бурения;
- разработки новых рецептов буровых растворов, снижающих степень токсичности каждого компонента и системы в целом.

По окончании бурения скважины производятся отборы проб отходов бурения из амбара, в том числе бурового шлама, в соответствии с РД 39-0147001-741-2000, с целью выявления потенциальной опасности для экосистем окружающей среды и определения класса опасности и токсичности. Основываясь на этом, существует множество мероприятий по переработке буровых отходов, направленных в первую очередь на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

5.15 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 (ред. от 01.10.93) и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83(ред. от 01.06.89).

Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения. В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара.

В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и

устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения. Для поступающих в лаборатории проб должно быть отведено специальное помещение или стеллаж с обязательной маркировкой проб.

Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки. Все нагревательные приборы должны быть установлены на термоизолирующих подставках. Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов.

Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противоголозом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории.

Каждый сотрудник лаборатории, заметивший пожар, задымление или другие признаки пожара обязан:

- немедленно вызвать пожарную часть по телефону;
- принять меры по ограничению распространения огня и ликвидации пожара;
- поставить в известность начальника лаборатории, который в свою очередь должен известить сотрудников, принять меры к их эвакуации и ликвидации пожара.

Пожары при проведении лабораторных работ могут произойти от неисправности лабораторных приборов, нагревательных приборов, неисправности нагревательных элементов, электрических проводов и газопроводов.

При возникновении пожара в лаборатории все огнеопасные и взрывоопасные предметы должны быть перенесены в безопасное место. Надо помнить, что горящие нерастворимые в воде вещества нельзя тушить водой (битум, масло,

бензин, бензол), а также загоревшуюся электропроводку тушить водой нельзя. В этих случаях нужно применять углекислотный огнетушитель, сухой песок, или покрывать очаг пожара асбестом. Растворимое в воде горящее вещество можно тушить водой (ацетон, спирт) Струю воды требуется направлять на низ пламени. Для тушения легко воспламеняющихся материалов в лаборатории должен быть открытый ящик с сухим песком и металлическим совком.

Специфической особенностью большинства объектов нефтегазовой промышленности является наличие значительного объёма нефти и газа, что обуславливает возникновение аварий, пожаров, взрывов, затоплений опасного поражения местности и атмосферы сильнодействующими ядовитыми веществами. Наибольшую опасность работ на объектах нефтегазовой промышленности представляют пожары, возникающие при разрушении технологических ёмкостей, аппаратов, трубопроводов и оборудования, сильная загазованность, грозящая отравлениями и взрывами, задымлённость и затопленность нефтью или нефтепродуктами территории. Основы противопожарной защиты предприятий определены ГОСТ 12.1.004-91(ред. от 01.10.1993). При наполнении резервуара нефтью в его окрестности образуется горючая среда, нужно уменьшить вероятность таких факторов, как:

- вероятность поражения молнией взрывоопасной зоны.
- вероятность появления около резервуара фрикционных искр.

В здании лабораторий, производственных помещений предусматривается система пожарной сигнализации, система пожаротушения и система оповещения и управления эвакуацией.

В соответствии с ФЗ №123 (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" пожары на нефтяных месторождениях соответствуют к категории А, В и С.

.16 Вывод

В результате выполнения раздела были проанализированы вредные и опасные факторы при работе с буровыми шламами. Произведен расчет по фактору недостатка необходимого освещения и получены фактические значения соответствующих норм освещенности рабочего места.

Согласно ПУЭ предполагаемое помещение для эксплуатации объекта соответствует II классу электробезопасности. Рабочий персонал для работы с установкой должен иметь аттестацию по электробезопасности не ниже II группы.

Согласно СанПиН 2.2.2776-10 для персонала лаборатории принимается 2 класс тяжести труда.

В соответствии с СП 12.13130.2009, помещение принадлежит к категории пожароопасности В1-Г4, проанализированы методы противопожарной профилактики.

Нефтяная отрасль относится к объектам, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду [Постановление правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398].

Список использованной литературы

1. За счет чего увеличилась добыча нефти и газа в России в 2021 году [Электронный ресурс]. Ведомости. 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/12/22/902139-uvelichilas-dobicha-nefti> (дата обращения: 08.06.2023).
2. Самотлорское нефтяное месторождение. Техническая Библиотека Neftegaz.RU [Электронный ресурс]. Neftegaz.ru. 2012. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/141698-samotlorskoe-neftyanoe-mestorozhdenie> (дата обращения: 08.06.2023).
3. В 2019 году в России захоронили рекордное количество промышленных отходов [Электронный ресурс]. Finexpertiza.ru. 2019. URL: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2020/1-2-mlrd-tonn-proizvodstv-otkhodov/> (дата обращения: 08.06.2023).
4. Neftegaz.RU. Нефть в древней и средневековой истории | Neftegaz.RU [Электронный ресурс]. Neftegaz.ru. 2011. URL: <https://neftegaz.ru/analysis/history/329233-neft-v-drevney-i-srednevekovoy-istorii/> (дата обращения: 08.06.2023).
5. Долото буровое | Типы буровых долот [Электронный ресурс]. Snkoil.com. 2014. URL: <http://snkoil.com/press-tsentr/poleznopochitat/naznachenie-i-klassifikatsiya-burovykh-dolot/> (дата обращения: 09.06.2023).
6. Функции бурового раствора [Электронный ресурс]. Burovoeremeslo.ru. 2013. URL: <https://burovoeremeslo.ru/burovye-rastvory/promyvka-skvazhiny/funkcii-burovogo-rastvora/> (дата обращения: 09.06.2023).
7. Состав бурового раствора - Ситовые панели [Электронный ресурс]. Ситовые панели. 2017. URL: <https://drillmesh.ru/stati/sostav-burovogo-rastvora/> (дата обращения: 09.06.2023).

8. Кустовое бурение. Техническая Библиотека Neftegaz.RU [Электронный ресурс]. Neftegaz.ru. 2013. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/tekhnologii/141806-kustovoe-burenie/> (дата обращения: 08.06.2023).
9. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке [Электронный ресурс]. Cyberleninka.ru. 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-vozdeystvie-burovyh-shlamov-i-podhody-k-ih-pererabotke/viewer> (дата обращения: 09.06.2023).
10. Как добывают «черное золото» в Западной Сибири - Российская газета [Электронный ресурс]. Российская газета. 2014. URL: <https://rg.ru/2014/03/21/reg-urfo/neft-site.html> (дата обращения: 14.06.2023).
11. Туннельная печь: устройство, принцип работы, разновидности, сфера применения [Электронный ресурс]. Печной Гуру. 2018. URL: <https://pechnoy.guru/pechi/promyshlennye/tunnelnaya-pech.html> (дата обращения: 09.06.2023).
12. Строение и принцип работы вращающейся печи [Электронный ресурс]. Cyberleninka.ru. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stroenie-i-printsip-raboty-vraschayuscheysya-pechi/viewer> (дата обращения: 09.06.2023).
13. А.М. Bashlachev, V.V. Karacharovskiy, V.S. Mazurov, A.V. Mikheev ("Handbook of Industrial Separations).
14. Елена Кокцинская. Мир современных материалов - Методы гранулометрического анализа [Электронный ресурс]. Worldofmaterials.ru. 2014. URL: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tests/109-metody-granulometricheskogo-analiza> (дата обращения: 09.06.2023).
15. Метод отмучивания - Руководство по геотехническому контролю за подготовкой оснований и возведением грунтовых сооружений...

- [Электронный ресурс]. Dereksiz.org. 2016. URL: <https://dereksiz.org/rukovodstvo-po-geotehnicheskomu-kontrolyu-za-podgotovkoj-osnov.html?page=9> (дата обращения: 15.06.2023).
16. Bibliofond. Цех по производству аглопорита [Электронный ресурс]. Bibliofond.ru. Публикации на Bibliofond.ru. 2014. URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=729324> (дата обращения: 14.06.2023).
17. Google. Золошлаковые отходы: как на них заработать? [Электронный ресурс]. Ect-center.com. 2016. URL: <https://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2> (дата обращения: 14.06.2023).
18. Шибека, Людмила Анатольевна. Применение древесной золы в процессах очистки сточных вод. Belstu.by. 2017.

Приложение II
(справочное)

Development of drill cuttings processing technology to produce a marketable product

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ12	Ибрагимов Алишер Давлатович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, НОЦ Н.М. Кижнера	Тихонов В.В.	к.т.н, доцент		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Айкина Т.Ю.	к.филол.н		

Introduction

The oil and gas industry serves as the foundation of progress for any country, but it is also a major contributor to environmental pollution. Many of the technological processes used in this industry cause irreparable harm to both the environment and human health. Therefore, one of the most pressing challenges for ensuring overall ecological safety lies in the proper disposal of oil waste. The quality of drilling fluids and the amount of remaining oil are the main factors determining the level of environmental hazards posed by drilling waste.

In addition to toxic substances present in drilling fluids, petroleum products of heavy and light fractions play a significant role. It is these products that contaminate soil and wastewater, leading to local problems for the local flora and fauna.

According to the report by the Ministry of Natural Resources, Russia had over 31.4 billion tons of oil as of the end of 2020 [1]. The Samotlor Oil Field located in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug is the largest in Russia and the world. Enormous industrial enterprises and foreign companies extract approximately 22 million tons of oil per year from this single oil field [2].

Most oil companies carry out land reclamation after the well completion according to environmental safety requirements. Typically, before reclamation, the liquid phase is separated from the solid phase in depleted drilling wells. After settling and separation, the liquid phase is transported to sludge ponds using specialized equipment. The heavy fraction with significant oil residues is buried, thus facilitating the reclamation process. It is these remaining oil residues and drilling fluids that contaminate vast areas through their entry into wastewater, leading to irreversible consequences.

From a chemical perspective, all drilling fluids and heavy oil waste, in particular, can serve as potential raw materials for various industrial sectors and can be reused to create new materials and products.

The aim of the conducted research work is to study tailings, analyze their chemical composition, and conduct a series of experiments to obtain agloporite. Therefore, the following tasks were set:

Preparation of tailings samples:

1) Solid fraction (sediment)

1.1 Analysis of the heavy fraction using the granulometric method.

1.2 Determination of bulk weight, that is, the mass of the sediment.

1.3 Determination of capillary moisture (capillary impregnation).

1.4 Quantitative analysis of colloidal particles.

1.5 Experimental determination of mass loss during calcination of the solid phase of drilling mud.

2) Liquid fraction

2.1 Precipitation of drilling fluids.

2.2 Selection of coagulant and coagulation of drilling fluids.

3) Granulation.

4) Obtaining agloporite by a thermal method.

Literature Review on drilling muds

Oil is one of the oldest substances that humans encountered and began using in their daily lives. In ancient times, people used petroleum bitumen as a binding material for constructing grand structures [3]. In ancient Egypt, petroleum was used for embalming bodies. Additionally, it was extensively used as a weapon for igniting houses or as a defense mechanism to protect fortresses from external enemies.

There exists a historical connection between the belief in the healing properties of crude oil and certain ancient cultures. Ancient Persians, Sumatrans of the 10th century, and pre-Colombian Indians were among such cultures. They believed that crude oil possessed medicinal properties and used it for various healing purposes.

For instance, Marco Polo, while exploring the Caspian Sea region, observed that the locals used oil to treat camels suffering from scabies. This indicates that even during that time, oil was utilized for veterinary purposes. It is also worth noting that the first oil exported from Venezuela in 1539 was intended for the treatment of gout by the Holy Roman Emperor Charles V. This signifies that even in medieval Europe, oil was considered a potential remedy for certain ailments.

The beliefs and utilization of crude oil for medicinal purposes in these cultures reflect their unique cultural and medical practices of that era. However, it is important to acknowledge that modern medicine does not substantiate the therapeutic properties of crude oil, and its use for medical purposes is not recommended without proper scientific support and medical supervision [4].

In modern times, industrial-scale oil extraction began in the 19th century, leading to an increasing share of consumed oil in the energy sector. New oil fields are being discovered, and methods for more efficient oil extraction are being improved. However, waste oil utilization methods have not been developed.

Oil drilling is the process of constructing a long and narrow borehole using specialized equipment (drill bit) and drilling fluids. The most common method of mineral extraction is cluster drilling. Cluster drilling involves the simultaneous

development and operation of multiple wells in a confined area called a cluster. Within cluster drilling, drilling rigs are placed close to each other, and wells are drilled parallel or at different angles relative to the vertical axis, as shown in Figure 1 [4].

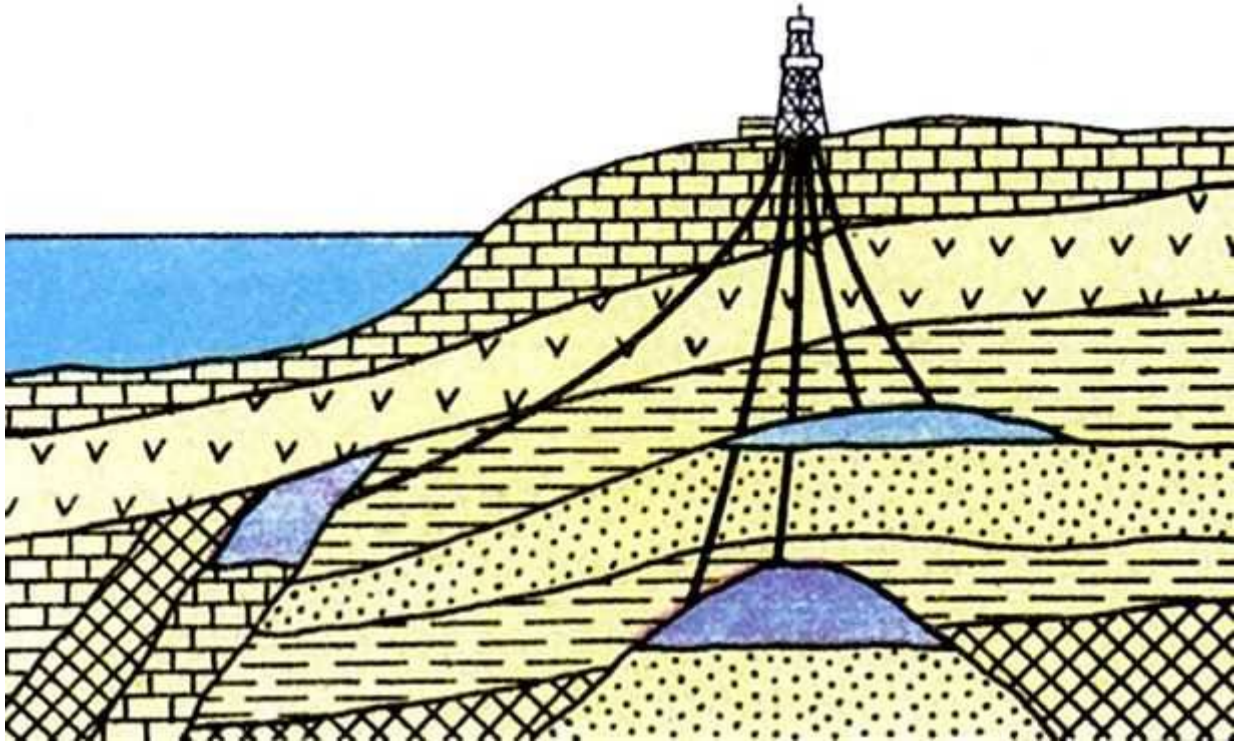


Figure 1 - Cluster Drilling Method

The cluster drilling method offers several advantages:

- Significant time and resource savings.
- The shared use of drilling rigs allows for more efficient utilization of equipment and workforce, optimizing costs.
- Reduced transportation expenses: The proximity of wells to each other minimizes the distance required to transport materials, equipment, and personnel.

Various specialized equipment is used in cluster drilling. There are several common types of drilling bits, each designed for specific drilling conditions and types of soil or rock [5]. Below are some common types of drilling bits:

1. Carbide bits: These bits consist of carbide inserts located on the cutting edges. Carbide bits are widely used for drilling in hard rocks such as granite, shale, or quartzite.
2. Diamond bits: These bits are equipped with diamond inserts or have a diamond coating on their cutting edges. Diamond bits are used for drilling in strong and abrasive rocks such as carbonates, sandstones, or volcanic rocks.
3. Triangular bits: This type of a bit has a triangular shape and is used for drilling in soft and moderately compacted soils. They are widely used in foundation construction or for geological surveys.
4. Flat bits: These bits have a flat cutting edge and are used for drilling large-diameter wells, such as support structures or foundations.
5. Auger bits: This type of a bit has a toothed or auger profile and is used for drilling in highly calcareous or caved soils, such as limestone or clay.

Each of these types of drilling bits has its characteristics, advantages, and limitations, and the choice of a specific type depends on the drilling conditions, soil or rock characteristics, and project requirements.

Notably, drilling fluids [6] play a crucial role in maintaining the drilling process, and they serve several functions:

- Lubrication and cooling: Drilling fluid acts as a lubricant and coolant for the drilling tool, such as drilling bits and drills. It reduces friction between the tool and the well, minimizing wear and damage to the tool, and prevents overheating.
- Wellbore stability: Drilling fluid creates hydrostatic pressure that helps maintain the stability of the wellbore during drilling. This prevents the collapse and caving of soil or rock, ensuring wellbore integrity.

- **Cuttings transport:** Drilling fluid is used to carry away drilled cuttings from the well to the surface. It displaces the cuttings and flushes the well, facilitating their removal and ensuring drilling progress.
- **Safety and pressure control:** Drilling fluid is used to control formation pressure to prevent unwanted influxes of gas, oil, or water into the well. It creates counter-pressure that helps retain formation fluids and prevents their uncontrolled entry into the well.
- **Maintenance of well structural properties:** Drilling fluid may contain additives such as polymers or clay materials that help maintain the structural properties of the wellbore, preventing collapse.

Overall, drilling fluid plays a crucial role in ensuring the efficiency and safety of the drilling process. It possesses various properties that help achieve successful drilling operations and provide stability and control in the well.

Depending on the site-specific conditions, the composition of drilling fluids may vary according to the requirements and conditions of a particular project.

Drilling fluid is a specialized liquid used in the process of drilling oil and gas wells. It can have various compositions, including oil-based, water-based, or synthetic. The primary purpose of drilling fluid is to maintain stability of the drilled formation within the well bore. With its gel-like consistency, this fluid is capable of retaining drilling mud inside the well bore, greatly facilitating the process of replacing drilling tools for operators[7]:.

However, the main components present in most drilling fluids include [8]:

- **Water:** Water is the primary component of drilling fluid. It is used for diluting other additives and delivering the fluid into the well.
- **Clay or bentonite:** Clay or bentonite is added to the fluid to impart the necessary viscosity and improve lubrication properties. This helps control formation pressure, lubricate tools, and prevent wellbore instability.

- **Polymers:** Polymers are used in some cases to enhance the rheological properties of the drilling fluid. They can alter their viscosity and structure, which can be beneficial under specific drilling conditions.
- **Friction reducers:** Special additives, such as polymer-based lubricants or oil-based additives, are added to reduce friction between the tools and wellbore walls.
- **Scale and deposition inhibitors:** Specific additives are introduced to prevent the formation of deposits, such as salts or clay sediments, in the well and on the equipment.
- **Acids or solvents:** Acids or solvents are used in some cases to remove or dissolve certain deposits or rocks in the well.

These are just some of the main components that may be present in drilling fluids. The specific composition of the fluids depends on the project requirements, geological conditions, and types of formations encountered during drilling operations.

Despite its significance in the drilling process, drilling mud can pose certain risks and hazards. Here are some of the key aspects related to the hazards of drilling mud:

1. **Environmental Impact:** Drilling mud contains various chemical compounds, including heavy metals and petroleum products, which can harm the environment. If the mud is not properly controlled and disposed of, it can lead to soil, water, and air pollution, harming ecosystems and the health of both humans and animals.
2. **Health Hazards:** Some components of drilling mud can be toxic or carcinogenic. Improper handling or inadequate safety measures can pose risks of poisoning or illness to workers exposed to hazardous substances.

3. Fires and Explosions: Certain components of drilling mud can be highly flammable or explosive. Improper storage or mud leaks can result in fires and explosions, posing serious threats to workers and the environment.
4. Equipment Damage: Inadequate pressure or incorrect consistency of drilling mud can cause equipment damage.

To reduce the risks associated with drilling mud, strict precautions must be followed. These include proper handling, storage, and disposal of the mud, as well as providing workers with appropriate protective gear and training on the safe handling of drilling mud.

Modern methods of drilling mud disposal involve various technologies and approaches aimed at minimizing its potential negative consequences on the environment and maximizing resource efficiency. Here are a few examples of modern drilling mud disposal methods:

- Recirculation and Recycling: Drilling mud can be subjected to a recirculation process, where it passes through cleaning and filtration systems to remove solid particles, contaminants, and chemical compounds. After purification, the mud can be reused in the drilling process, reducing the need for new materials.
- Drying and Dewatering: Through drying and dewatering processes, water can be removed from the drilling mud, reducing its volume and facilitating treatment and disposal. The dewatered mud can be utilized in the production of construction materials, such as lightweight aggregates or cement.
- Biodegradation and Composting: Drilling mud can undergo biodegradation and composting processes, where organic components break down under the action of microorganisms. The resulting compost can be used in agriculture or landscaping.

- **Thermal Treatment:** Drilling mud can be treated using thermal methods such as pyrolysis or gasification, where it undergoes decomposition at high temperatures. This allows for the recovery of energy in the form of gas or fuel.
- **Burial and Storage:** In cases when other disposal methods are not available or feasible, drilling mud can be buried in specially designed locations or storage facilities that comply with strict safety standards and regulations.

Modern drilling mud disposal methods aim to achieve the most efficient use of resources while minimizing the negative impact on the environment. One of the most promising and environmentally friendly methods is drying and dewatering, followed by the production of a commercial product called “agloporite”. This method solves several important issues simultaneously:

- Disposal of drilling waste;
- Environmental protection;
- Production of a commercial product that is economically viable;
- Improved resource efficiency.

For example, over the past five years, the volume of buried waste in Russia has been consistently increasing. If we compare the situation with 2003, at that time, approximately 361.6 million tonnes of oil waste were buried, which is three times less than the current volume. In 2007, a record was set with 1.04 billion tonnes of buried waste, and in 2018 took the third place with a volume of 1.03 billion tonnes of industrial waste. In total, over 17 years, the total mass of buried drilling waste reached 11.4 billion tonnes [8]. The graph depicting the volume of buried waste in million tonnes is shown in Figure 2.

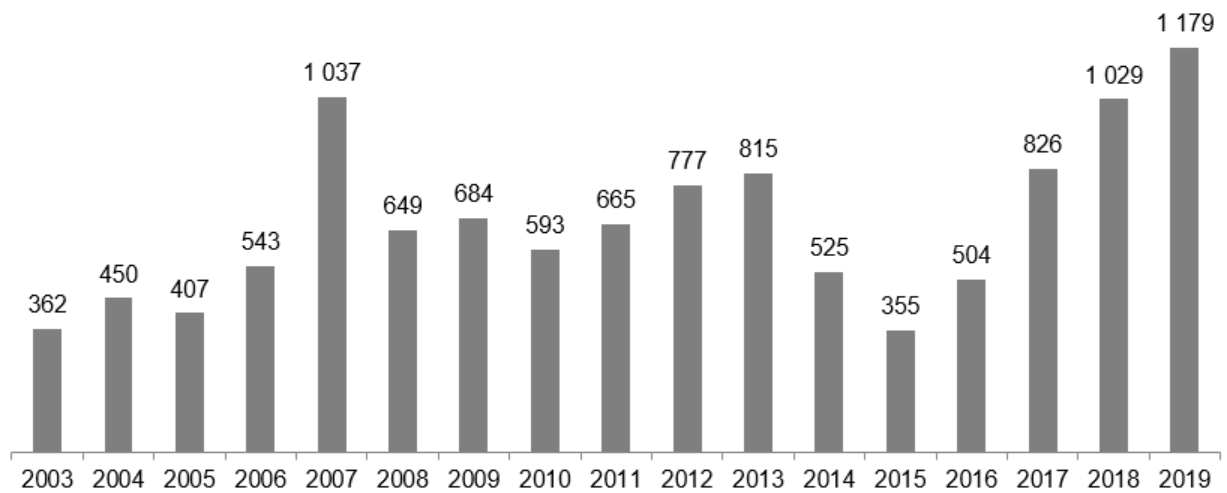


Figure 2 - Graph of Buried Waste in Million Tons

The volume of generated industrial waste continues to increase year by year. The proportion of waste that is buried fluctuates over time. In 2015, this proportion was about 7%, while in 2007 it reached 27%. In 2019, approximately 15% of the total volume was directed for burial. In comparison with the situation five years ago, only 7% of the waste was buried, which is the lowest recorded value in the observation history.

Thermal treatment of drilling muds represents an efficient and environmentally friendly method of waste disposal, which helps reduce their impact on the environment and maximize resource utilization [10].

The advantages of thermal treatment of drilling muds are as follows:

1. Destruction of harmful substances: The high temperatures used in the thermal treatment process allow for the decomposition and destruction of harmful chemical compounds present in drilling muds. They can include toxic and hazardous substances such as petroleum products, heavy metals, and other pollutants.
2. Waste volume reduction: Thermal treatment helps reduce the volume of drilling mud by decomposing and processing them. As a result, the mud transforms into denser materials, facilitating their subsequent disposal or storage.

3. Energy benefit: Thermal treatment of drilling muds can be used for energy production. The decomposition of the mud at high temperatures releases thermal energy, which can be utilized for steam or electricity generation. This reduces dependence on traditional energy sources and provides a sustainable and environmentally friendly energy source.
4. Reduction of environmental impact: Thermal treatment significantly decreases the negative impact of drilling mud on the environment. The destruction of harmful substances and the reduction of waste volume help prevent soil, water, and air pollution, as well as reduce the risk of diseases and damage to natural ecosystems.
5. Compliance with environmental regulations: Thermal treatment of drilling muds can be conducted by the requirements and standards established for environmental protection. This helps prevent violations of environmental standards and ensures the safety of the environment and human health.

In the production of agloporite, specialized furnaces are utilized to create optimal conditions for its formation process. These furnaces are designed with consideration for temperature requirements and structural characteristics specific to the agloporite sintering process.

One commonly employed type of a furnace in agloporite production is a tunnel kiln [10]. A tunnel kiln is a long and narrow structure through which loaded materials are transported. A defined temperature zone is established inside the kiln for the sintering agloporite. Temperature and sintering duration are controlled to achieve the desired physical and chemical properties of the material.

Another type of a furnace used in agloporite production is a rotary kiln [12]. These kilns possess a cylindrical shape and incorporate special rotating elements within them, facilitating uniform mixing and heating of the material. Rotary kilns

allow for more effective control of the sintering process and the attainment of the desired properties of agloporite.

It is important to note that the design and characteristics of the furnaces may vary depending on specific conditions in agloporite production. They can be tailored to meet the required parameters of temperature, sintering time, process speed, and other factors to achieve optimal results.

In addition to the specialized furnaces, screens play a significant role, with various types widely employed in production processes for classifying and sorting materials based on their size. Below are several options of production screens [13]:

- **Vibrating screens:** This type of screens is used with vibrating systems to separate materials into different fractions. Under the influence of vibration, particles pass through the screen holes depending on their size.
- **Rotary screens:** Rotary screens have a cylindrical shape and are equipped with a rotating rotor with openings. Material is fed into the screen, and the rotation of the rotor allows particles to pass through the openings according to their size.
- **Centrifugal screens:** Centrifugal screens are used to separate materials due to centrifugal force. They have a circular shape and rotate at high speeds, allowing particles to be separated depending on their size and shape.
- **Roller screens:** Roller screens are utilized in the metallurgical industry for the classification of metallic materials. They consist of rows of parallel rollers with openings through which particles pass.
- **Pneumatic screens:** Pneumatic screens use airflow for material sorting. Particles are fed into the airflow, which separates them based on their size and weight.

Each type of production screen has its characteristics and is applied depending on the requirements of the specific production process and the characteristics of the materials that need to be processed.

To determine the particle size distribution in the slurry, the granulometric analysis method [14] was used. The granulometric analysis is an important tool for studying the particle size composition of granulated materials. It allows determining the percentage content of particles of different sizes and constructing a granulometric curve that reflects the particle size distribution in the sample.

The process of granulometric analysis involves several stages. First, the material sample is broken down into smaller particles. Then, the obtained fractions pass through a series of screens with openings of various sizes, which separate the particles based on their size. Each fraction is weighed to determine its mass.

After sorting the particles by size, calculations are performed to determine the percentage content of particles of different sizes, and a granulometric curve is constructed. This curve shows the percentage of particles in each size range. The analysis of the granulometric curve enables to evaluate the structure and characteristics of the granulated material.

The granulometric analysis is widely used in various industries, including mining, construction, geology, and agriculture. It helps determine the physical properties of materials, such as particle size, size distribution, density, and permeability. These data are important for the design of production processes, quality control of materials, and assessment of environmental impact.

Particle size refers to the dimensions of particles within a given sample and serves as a critical parameter for characterizing particle distributions [15]. The measurement and analysis of particle size finds widespread utility across diverse fields, encompassing solid materials, suspensions, emulsions, and aerosols. A plethora of techniques exist for determining particle size, each possessing its own applicability depending on the sample type and intended objectives. Careful consideration must be given to selecting the most suitable method, as different approaches can yield disparate outcomes for the same material. The analysis of

particle size assumes a pivotal role in quality control measures employed across numerous industries. It holds particular significance in sectors involving grinding or pulverization processes, as particle size directly impacts the efficiency of production procedures and the ultimate properties of finished goods. Several industries and products heavily rely on the analysis of particle size, including:

- pharmaceutical industry;
- the construction materials sector;
- manufacturing of paints and coatings;
- food and beverage production;
- aerosol technology.

References

1. What will increase oil and gas production in Russia in 2021 [Electronic resource]. Vedomosti. 2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/12/22/902139-uvlichilas-dobicha-nefti> (accessed: 08.06.2023).
2. Samotlor oil field. Technical library Neftegaz.RU [Electronic resource]. Neftegaz.ru. 2012. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/141698-samotlorskoe-neftyanoe-mestorozhdenie> (accessed: 08.06.2023).
3. In 2019 Russia buried a record quantity of industrial wastes [Electronic resource]. Finexpertiza.ru. 2019. URL: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2020/1-2-mlrd-tonn-proizvodstv-otkhodov/> (accessed: 08.06.2023).
4. How Ancients Used Oil [Электронный ресурс]. Louisiana.gov. 2023. URL: https://www.dnr.louisiana.gov/assets/TAD/education/BGBB/2/ancient_use.html (accessed: 10.06.2023).
5. Neftegaz.RU. Oil in ancient and medieval history | Neftegaz.RU [Electronic resource]. Neftegaz.ru. 2011. URL: <https://neftegaz.ru/analysis/history/329233-neft-v-drevney-i-srednevekovoy-istorii/> (access date: 08.06.2023).
6. Oil and gas drilling bit [Electronic resource]. Snkoil.com. 2014. URL: <http://snkoil.com/press-tsentr/polezno-pochitat/naznachenie-i-klassifikatsiya-burovykh-dolot/> (accessed: 09.06.2023).
7. Team B. What is Drilling Mud and Why is it Important? | BOP Products [Электронный ресурс]. BOP Products. 2022. URL: <https://www.bop-products.com/blog/drilling/what-is-drilling-mud-and-why-is-it-important/#:~:text=The%20drilling%20mud%20helps%20to,move%20s moothly%20to%20the%20surface.> (accessed: 10.06.2023).

8. Functions of drilling mud [Electronic resource]. Burovoeremeslo.ru. 2013. URL: <https://burovoeremeslo.ru/burovye-rastvory/promyvka-skvazhiny/funkcii-burovogo-rastvora/> (accessed: 09.06.2023).
9. Composition of drilling mud - Sieve panels [Electronic resource]. Sieve panels. 2017. URL: <https://drillmesh.ru/stati/sostav-burovogo-rastvora/> (accessed: 09.06.2023).
10. Pad drilling. Neftegaz.RU Technical Library [Electronic resource]. Neftegaz.ru. 2013. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/tekhnologii/141806-kustovoe-burenie/> (accessed: 08.06.2023).
11. Environmental impact of drilling cuttings and approaches to their processing [Electronic resource]. Cyberleninka.ru. 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-vozdeystvie-burovyh-shlamov-i-podhody-k-ih-pererabotke/viewer> (accessed: 09.06.2023).
12. Tunnel kiln: device, principle of work, varieties, sphere of application [Electronic resource]. Furnace Guru. 2018. URL: <https://pechnoy.guru/pechi/promyshlennye/tunnelnaya-pech.html> (accessed: 09.06.2023).
13. Structure and principle of work of the rotary kiln [Electronic resource]. Cyberleninka.ru. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stroenie-i-printsip-raboty-vraschayuscheysya-pechi/viewer> (accessed: 09.06.2023).
14. A.M. Bashlachev, V.V. Karacharovskiy, V.S. Mazurov, A.V. Mikheev Handbook of Industrial Separations. [Electronic resource]. Worldofmaterials.ru. 2000.
15. Koktsinskaya E. The world of modern materials - The methods of particle size analysis [Electronic resource]. Worldofmaterials.ru. 2014. URL: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tests/109-metody-granulometricheskogo-analiza> (accessed: 09.06.2023).

16. Aatascientific. Basic Principles of Particle Size Analysis - ATA Scientific [Электронный ресурс]. ATA Scientific. 2019. URL: <https://www.atascientific.com.au/basic-principles-of-particle-size-analysis/#:~:text=What%20is%20particle%20size%20analysis,employed%20to%20measure%20particle%20size>. (accessed: 10.06.2023).