



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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки – Нефтегазовое дело  
Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Исследование инкапсуляторов глин на основе полиакриламида для систем буровых растворов</b>

УДК 622.24.063.2:678.745.842

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Курниаван Тэдди		15.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		18.06.2020

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Романюк В.Б.	к.э.н.		17.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Черемискина М.С.	–		17.06.2020

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		19.06.2020

Томск – 2020 г.

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики), самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы-в области интеллектуальной собственности</i> .
P3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.
P4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .
P5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов.
P6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .
P7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i> .
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности.
P9	Разрабатывать и внедрять инновационные решения при строительстве скважин.
P10	Обеспечивать технологический контроль и управление процессом бурения скважин.
P11	Разрабатывать проектную документацию на строительство скважин в осложненных горно-геологических условиях.

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ82	Курниаван Тэдди

Тема работы:

Исследование влияния биоразлагаемых брейкеров на реологические характеристики жидкостей гидроразрыва пласта
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 59-113/с от 28.02.2020
---	---------------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2020
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования: синтетическая полимерная система для буровых растворов. Область применения: системы полимеры буровых растворов ,позволяющих минимизировать влияние загрязнения соли.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обзор литературы</li> <li>• Объект и методы исследования</li> <li>• Описание экспериментальной части</li> <li>• Результаты проведенного исследования</li> <li>• Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>• Социальная ответственность</li> <li>• Заключение</li> </ul>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Необходимость в графических материалах отсутствует
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент отделения нефтегазового дела, к.э.н., Романюк В.Б.
Социальная ответственность	Ассистент отделения общетехнических дисциплин Черемискина М.С.
Часть на иностранном языке	Доцент отделения иностранных языков, к.п.н., Гутарева Н.Ю.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Investigation of polyacrylamide-based polymers using in drilling fluids	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	11.02.2020
---	------------

**Задание выдал руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.т.н.		11.02.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Курниаван Тэди		11.02.2020

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2БМ82	Курниаван Тэдди

<b>Инженерная школа</b>	ИШПР	<b>Отделение</b>	Нефтегазового дела
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление</b>	«Нефтегазовое дело»

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p> <p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p> <p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Работа с информацией представлена в российских и зарубежных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативных документах</i></p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p> <p>2. <i>Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ</i></p>	<p><i>SWOT- анализ проекта</i></p> <p>1. <i>Структура работ в рамках научного исследования</i></p> <p>2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ</i></p> <p>3. <i>Разработка графика проведения научного исследования</i></p> <p>4. <i>Расчет материальных затрат на проведение научно-исследовательских работ</i></p> <p>5. <i>Расчет затрат на специальные оборудования и компоненты</i></p> <p>6. <i>Затраты по основной заработной плате</i></p> <p>7. <i>Отчисления в государственные внебюджетные фонды</i></p> <p>8. <i>Расчет накладных расходов</i></p> <p>9. <i>Формирование бюджета научно-исследовательского проекта</i></p>
--	---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОНД	Романюк Вера Борисовна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2БМ82	Курниаван Тэдди		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2БМ82	Курниаван Тэди

<b>Школа</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение нефтегазового дела
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	21.04.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Исследование инкапсуляторов глин на основе полиакриламида для систем буровых растворов	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: системы полимерглинистых на основе полиакриламида для систем буровых растворов</p> <p>Предмет исследования: фильтрационные и реологические свойства бурового раствора.</p> <p>Методы и средства исследования: аналитические и экспериментальные (лабораторные)</p> <p>Рабочая зона: лаборатория буровых растворов.</p> <p>Область применения: Реагенты и рецептуры буровых растворов для снижения осложнений и аварий, вызванных набуханием и разупрочнением ствола скважины</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</p> <p>1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.</p> <p>1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.</p>	<p>Рассмотрим нормы правовых норм трудового законодательства для лабораторного работника, а также правила размещения рабочих мест в лаборатории.</p>
<p>2. Профессиональная социальная безопасность.</p> <p>2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.</p> <p>2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</p> <p>2.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</p>	<p>Анализ вредные и опасные факторы, возникающие в лаборатории во время исследований :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата в помещении</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>- Электричество</li> <li>- Движущиеся машины и оборудование машины</li> <li>- Термические ожоги</li> </ul>
<p>3. Экологическая безопасность.</p> <p>3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.</p> <p>3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</p> <p>3.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей</p>	<p>Проанализировать влияние объекта исследования на геологическую среду, гидросферу и литосферу и предложить возможные меры и способы устранения. Методы утилизации буровых отходов.</p>

среды.	
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.</p> <p>4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</p>	<p>Пожар считался самой распространенной аварийной ситуацией в лаборатории. Необходимо описать возможные причины этой чрезвычайной ситуации (ЧС), рассмотреть меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций (ЧС) и составить план действий в случае, если чрезвычайные ситуации (ЧС) уже произошли.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Курниаван Тэдди		

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело  
 Уровень образования – Магистратура  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения – осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

<b>Магистерская диссертация</b>
---------------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы	19.06.2020
---	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11 февраля 2020	1. Проведение литературного обзора	20
1 марта 2020	2. Утверждение методики проведения исследования и обработки данных	5
10 марта 2020	3. Проведение экспериментов по оценке влияния инкапсуляторов глин на основе полиакриламида для систем буровых растворов	20
15 апреля 2020	4. Анализ полученных экспериментальных данных, промежуточная аттестация	40
15 июня 2020	5. Предварительная защита диссертации	5

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		18.06.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		19.06.2020



## **Реферат**

Магистерская выпускная квалификационная работа содержит 102 страниц, 18 рисунка, 22 таблицу, 30 литературного источника, 1 приложения.

Ключевые слова: буровой раствор, полиакриламид, полимеры, соленость, реология.

Цель работы – исследование влияния соли на полимеры для систем буровых растворов.

Объект исследования: синтетическая полимерная система для буровых растворов.

В процессе исследования были рассмотрены основные факторы функционального бурового раствора, химически связанных, нейтральных или синтетических полимеров, загрязнения соли и того, как соль может воздействовать на полимер. Большинство разновидностей химического разрушения, которые закрыты для бурового раствора, были изучены. Описаны методы экспериментов, проведена обработка полученных данных. Анализируется влияние солей на синтетические полимеры и их изменение на реологическом инструменте.

В результате исследования сравнивали акрилитный и синтетический тип полимера с использованием различных концентраций соли NaCl. Показано, что соль оказывает воздействие на оба полимера, о чем свидетельствует пониженный уровень вязкости водно-полимерного раствора.

Область применения: системы полимеры буровых растворов ,позволяющих минимизировать влияние загрязнения соли.

Экономическая эффективность или значимость работы: оптимальные системы буровых растворов для снижения осложнений и аварий, вызванных набуханием и разупрочнением ствола скважины

В будущем планируется исследовать оптимальные системы буровых растворов позволят минимизировать затраты на ликвидацию возможных осложнений и аварий, вызванных набуханием и разупрочнением ствола

скважины. Это исследование будет полезно для химической компании, чтобы сделать лучший реагенты и рецептуры.

В данной работе использованы некоторые обозначения и сокращения с соответствующими расшифровками:

т.е. – то есть;

т.д. – так далее;

др. – и другие.

## Оглавление

Введение .....	13
1. Литературный обзор .....	15
1.1 Функция и производительность буровых растворов .....	16
1.1.1 Контролировать подповерхностное давление, хорошо поддерживать контроль	17
1.1.2 Удалите сверло из нижней части долота и направьте их на поверхность; .....	17
1.1.3 Поддержание устойчивости скважин, механически и химически; .....	18
1.1.4 Посылает гидравлическую энергию для буровых долот и дренажных инструментов .....	18
1.1.5 Охладить и смазать бурильную колонну и биты.....	18
1.2 вязкость.....	20
1.3 Сила геля.....	23
1.4 Фильтрация жидкости или потеря .....	23
1.5 Важность буровых растворов .....	25
1.6 Категория буровых растворов .....	26
1.7 Типы буровых растворов .....	27
1.8 Химия полимеров .....	29
1.9 Натуральные полимеры.....	30
1.10 Модифицированные природные полимеры .....	31
2. Методы исследований .....	36
2.1 Реологические свойства промывочных жидкостей.....	36
2.2 Оборудование, используемое в исследованиях .....	36
2.2.1 Измерение реологических свойств вискозиметра OFITE-900 .....	37
2.2.2 Методика приготовления модельного бурового раствора .....	38
3. Результаты экспериментов .....	41
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	48
4.1 Анализ SWOT.....	49
4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	54
5. Социальная ответственность.....	66
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	67
5.2 Профессиональная социальная безопасность .....	70

5.3	Экологическая безопасность .....	78
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	82
	Заключение .....	85
	Список литературы .....	86
	Приложение А .....	89

## **Введение**

В связи с продолжающимся ростом спроса на углеводороды операторы нефтегазовой отрасли всегда стремятся бурить более глубокие скважины, чтобы получить доступ к ранее недостижимым углеводородам. Значение разведки глубоких и сверхглубоких скважин быстро возрастает, чтобы удовлетворить растущие глобальные потребности в нефти и газе. Бурение на такой глубине ставит широкий спектр сложных задач. Одной из этих проблем является негативное влияние на реологические свойства буровых растворов при воздействии условий высокой температуры и высокого давления и загрязнении солями, которые часто встречаются при глубоком бурении или в морских операциях.

Инженер по бурению должен иметь точную оценку значений реологических характеристик бурового раствора, таких как вязкость, предел текучести и прочность геля, и это чрезвычайно важно для успешной операции бурения. Важно то, как изменяется стабильность бурового раствора из-за загрязнения солью, возникающего в процессе бурения.

Соленость - это сумма всех некарбонатных солей, растворяющихся в воде, в отличие от концентрации хлоридов, которая представлена только ее содержанием. Следовательно, сумма всех солей в буровом растворе может быть выражена соленостью. Роль бурового раствора заключается в прохождении через пласты с высокой пористостью при сохранении всех его реологических свойств и без повреждения скрепленных пластов.

Буровые растворы представляют собой смеси синтетических и природных химических соединений, которые выполняют несколько основных функций. Наиболее распространенными функциями являются охлаждение и смазка бурового долота, очистка дна отверстия от шлама, образованного сверлом, и перенос резания на поверхность, помощь в сборе и интерпретации информации, доступной из кернов, сверления, рубок и электрических

журналов. Контролировать давление в пласте и избегать повреждения продуктивного пласта. Буровые растворы на водной основе более экономичны и экологичны, хотя они очень чувствительны к характеристикам пласта, способствуют набуханию глины и гидратации, что приводит к увеличению затрат на строительство скважины.

Чтобы уменьшить токсичность грязи, была разработана грязь на водной основе. Обычно они использовали буровую жидкость, содержащую воду, природный или синтетический полимер и добавки. В настоящее время в нефтяной промышленности используются следующие полимеры: целлюлоза, ксантан, полиакрилаты, полиакриламиды и производные малеинового ангидрида.

В этой исследовательской работе были проведены эксперименты на полимерах типа акрилата с различной минерализацией NaCl (Хлорид натрия), CaCl<sub>2</sub> (Хлорид кальция ) и MgCl<sub>2</sub> (Хлорид магния) при различных концентрациях. Целью эксперимента является изучение того, как соленость может влиять на полимеры, буква которых влияет на буровые растворы.

## 1. Литературный обзор

Бурение является одним из способов найти углеводороды в форме газа, масло или конденсат. Наиболее важной целью является достижение глубины безопасно, быстро и экономно. Буровые работы проводятся как в этапы разведки и эксплуатации в нефтяной промышленности.

В процессе бурения Нередки случаи, когда скважины оставляются рано и возникают препятствия в буровых работах, такие как защемление контуров, потеря циркуляции, увеличенные скважины, дикие взрывы, продуктивные пласты повреждены. Все это риски которыми приходится сталкиваться в нефтяной промышленности. Поэтому это успех бурение скважин через различные слои породы зависит от планирования программы бурения. Планирование системы бурового раствора не может быть отделено от буровых работ, потому что это планирование и использование бурового раствора также является абсолютным вопросом определить успех или провал операции бурения. Использование бурового раствора неточное может представлять большой риск. Поэтому в операции бурение должно быть сделано хорошее планирование системы ила на основе анализа данные в поле.

Шлам, который используется для проникновения в соляной пласт, может использовать грязь на водной основе, но грязь, полученная из бентонита, будет реагировать с солеобразованием и может вызывать флокуляцию грязи.

Грязь на водной основе, которую можно использовать, представляет собой насыщенный солевой водный раствор, насыщенный NaCl, и содержит другие соли с различными концентрациями. Используется для образования солей и может предотвращать обрушение из-за растворенной соли и действует как насыщенный водно-солевой разбавитель. Фильтрат потеря достаточно мала, так что вам не нужно устанавливать корпус на соленую воду из солеобразования, просто смешайте органические коллоиды.

Эта грязь с соленой водой может быть сделана из грязи с пресной водой или соляного раствора, с половиной Откажитесь и замените разбавленной соленой водой с концентрацией 125 фунтов / баррель. Потери фильтрации контролируются с помощью органических коллоидов и консервантов, если шлам поступает из воды насыщенная соль плюс около 10 фунтов / баррель аттапульгита с консервантом. В дополнение к соленой насыщенной воде грязи, грязи на масляной основе (нефтяной грязи), может использоваться при проникновении в слой соли, потому что в масляной основе содержится грязь так мало воды, что он не будет реагировать с солью кпк, когда он проникает в слой соль. Но несмотря на свою эффективность, когда он проникает в реактивный пласт, грязь на нефтяной основе имеет довольно высокую стоимость и не наносит вреда окружающей среде.

Отходы, образующиеся при использовании грязи на нефтяной основе, не должны утилизироваться немедленно. в окружающую среду, должны пройти специальную обработку, чтобы грязь отработанного масла не была плохо влияет на окружающую среду. Это конкретное, а не произвольное обращение потребует больше затрат во время бурения

### **1.1 Функция и производительность буровых растворов**

Буровые растворы варьируются от только воды или масла до сжатого воздуха и пневматической жидкости до более сложных систем на основе воды или масла. Буровой раствор чаще всего циркулирует через бурильную колонну, удаляя биты и поддерживая кольцевое пространство на поверхности, так что буровой шлам удаляется из буровой скважины.

Основными функциями буровых растворов являются:



### **1.1.1 Контролировать подповерхностное давление, хорошо поддерживать контроль.**

Буровой раствор очень важен для поддержания контроля над скважиной. Шлам прокачивается через бурильную колонну, через биты и поддерживает кольцевое пространство. В открытых скважинах гидростатическое давление, создаваемое колонной бурового раствора, используется для компенсации увеличения пластового давления, которое в противном случае могло бы привести к образованию пластовой жидкости в скважине, что может привести к потере контроля над скважиной. Однако давление, оказываемое буровым раствором, не должно превышать давления самого трещиноватости породы; в противном случае грязь перейдет в состояние пласта, известное как потеря циркуляции.

### **1.1.2 Удалите сверло из нижней части долота и направьте их на поверхность;**

Циркуляционный буровой раствор выводит на поверхность куски - фрагменты породы, образованные битами. Поддержание способности жидкости транспортировать эту твердую деталь через отверстие - ее пропускная способность - является ключом к эффективному бурению и минимизации вероятности перегруженности труб. Чтобы достичь этого, специалисты по буровым растворам работают с бурильщиком, чтобы тщательно сбалансировать реологию и скорость потока суспензии, чтобы отрегулировать пропускную способность, избегая при этом эквивалентной плотности циркуляции - фактической плотности ила плюс перепад давления в затрубном пространстве выше определенной точки в скважине. Неконтролируемая высокая плотность может привести к исчезновению циркуляции.

### **1.1.3 Поддержание устойчивости скважин, механически и химически;**

Основные компоненты устойчивости буровых скважин включают регулировку плотности, минимизацию гидравлической эрозии и контроль глины. Плотность поддерживается путем небольшого уравнивания веса столба бурового раствора и давления пор в пласте. Инженеры минимизируют гидравлическую эрозию, уравнивая геометрию отверстия с требованиями очистки, пропускной способностью жидкости и скоростью кольцевого потока. Процесс контроля глины сложен. Глина в одних образованиях простирается до воды, в то время как другие рассеяны. В некоторой степени этими эффектами можно управлять, изменяя свойства бурового раствора. Независимо от используемого подхода, контроль воздействия жидкости на пласт помогает контролировать буровое отверстие и целостность шлама, а также обеспечивает более чистое и простое обслуживание буровых растворов.

### **1.1.4 Посылает гидравлическую энергию для буровых долот и дренажных инструментов**

Буровой раствор сливается через форсунки на торце долота. Гидравлическая энергия, выделяемая из пласта, ослабляет и поднимает деталь из пласта. Эта энергия также усиливает забойные двигатели и другое оборудование, которое приводит в действие долота и получает данные бурения или пласта в режиме реального времени. Данные, собранные в скважине, часто передаются на поверхность с помощью телеметрии с использованием бурового импульса, метод, который основывается на импульсах давления через колонну бурового раствора для отправки данных на поверхность.

### **1.1.5 Охладить и смазать бурильную колонну и биты**

Когда буровой раствор проходит через буровую установку и вокруг нее, он помогает охлаждать и смазывать биты. Тепловая энергия передается буровому раствору, который переносит тепло на поверхность. В очень жарких

условиях бурения теплообменники могут использоваться на поверхности для охлаждения бурового раствора.

Другая функция, связана с :

- позволяет адекватно оценивать пласты;
- Обеспечить полное ствол скважины, который будет добывать углеводороды;
- Задержка или сокращение завершения сверления или тяжелый материал при остановке циркуляции, но возможно удаление бурового шлама в системе обработки поверхностной жидкости; а также
- образуют низкую проницаемость фильтрационной корки, тонкую и прочную через проницаемые пласты. Выполнение этих функций зависит от типа пробуренных пластов и различных свойств буровой раствор.

Часто компромисс необходим из-за различных факторов. Выбор и конструкция определенных буровых растворов и их свойств зависит от сложности пробуренной скважины, подповерхностного давления и температуры, логистики, затрат и местного опыта. На производительность бурового раствора также влияет используемое буровое оборудование.

Свойства бурового раствора должны быть скорректированы в соответствии с гидравликой, доступной для буровых работ и проектирования скважины. Скорость проникновения (ROP) и срок службы битов могут быть увеличены путем оптимизации гидравлической мощности у свеклы, особенно для роликового конуса. ROP и возраст битов для поликристаллических алмазных компактных режущих долот (PDC) увеличиваются при использовании адекватного расхода с минимальным избыточным балансом. Бурение природы жидкости и скорость циркуляции определяют паразита потери давления в бурильной колонне и давление, доступное на долоте, для оптимизации производительности бурения. ROP также зависит от плотности

ила и природы взвешенных веществ. Регулярные и полные тесты очень важны для контроля грязевые свойства. Интерпретация этих результатов испытания и обработки для поддержания надлежащих свойств жидкости очень важны для успеха программы бурения.

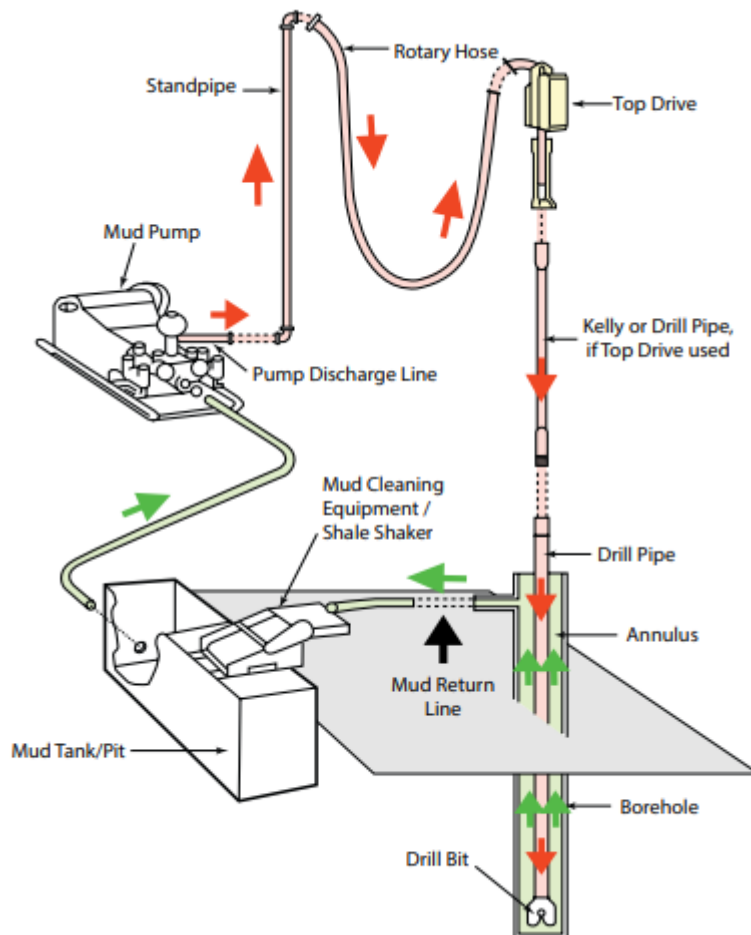


Рисунок 1.1 Базовая система циркуляции наземных буровых установок

## 1.2 вязкость

Вязкость - это мера внутренней текучей среды бурового раствора, или ее толщина или толщина. Буровые растворы являются неньютоновскими, что означает, что вязкость не постоянна для всех скоростей сдвига. Эта неньютоновская жидкость ведет себя совершенно иначе, чем жидкости, такие как вода или масло, которые являются ньютоновскими с постоянной вязкостью независимо от скорости сдвига. Неньютоновские буровые растворы разжижаются при сдвиге, поэтому они имеют более низкую вязкость при

высоких скоростях сдвига и более высокую вязкость при низких скоростях сдвига. Это желательно для бурения, где минимальная потеря давления желательна для условий высокого сдвига внутри узкого отверстия бурильной колонны. Более высокая вязкость желательна в условиях меньшего сдвига, чем большее кольцо. Вязкость зависит от вязкости базовой жидкости, а также от типа и концентрации твердых веществ в буровом растворе. Вязкость обычно выше для жидкостей с более высокой плотностью из-за повышенных концентраций тяжелых материалов, таких как барит. Как правило, более толстая жидкость необходима для отверстий большего диаметра, а более жидкая - для отверстий меньшего размера, имеющих меньшие площади кольцевого потока. Вязкость измеряется двумя основными инструментами;

а) болотная воронка , которая часто используется для измерения относительных изменений вязкости,

б) вискозиметр прямого считывания , который используется для измерения вязкости, прочности геля и невязкости. Ньютоновские характеристики, чтобы быть точными. Болотные воронки используются для мониторинга относительных изменений вязкости и обычно обозначаются как «воронкообразные воронки». Который

Вязкость воронки Марша указывается как количество секунд, необходимое для того, чтобы данная жидкость стекала объемом 1 кварт в многоуровневую грязевую посуду. Дизайн и калибровка могут быть проверены с помощью воды. Один литр пресной воды должен быть собран за  $26 (\pm 0,5)$  секунд при температуре  $70 (\pm 5) ^\circ \text{F}$ . Вращательные вискозиметры показывают, что они непосредственно используются для измерения вязкости при различных скоростях сдвига, чтобы определить коэффициенты реологических моделей. Для полевых работ контролируются коэффициенты пластической реологической модели Бингхэма пластической вязкости (PV) и предела текучести (YP). Эти два коэффициента используются для контроля

неньютоновской природы бурового раствора. Этот вискозиметр показывает напряжение сдвига в виде «единицы вращения» или «градуса» ( $\Theta$ ) при определенной скорости сдвига (одна единица вращения равна примерно 1 фунт / 100 кв. Фут). Размеры вискозиметра с прямым указателем выбираются таким образом, чтобы PV и YP можно было быстро рассчитать по значениям напряжения сдвига, измеренным при скоростях сдвига 600 и 300 об / мин. PV на Сантипуаз (cps) рассчитывается по показанию циферблата 600 об / мин ( $\Theta 600$ ) минус показание циферблата 300 об / мин ( $\Theta 300$ ). YP в фунтах / 100 кв. Футах затем рассчитывается по показаниям набора на 300 об / мин минус PV.

$$PV \text{ (cps)} = \Theta 600 - \Theta 300 \quad (1)$$

$$YP \text{ (lb/100 sq ft)} = \Theta 300 - PV \quad (2)$$

Вязкость должна измеряться и сообщаться при стандартной температуре, которая обычно составляет 120 ° F для большинства скважин или 150 ° F для высокотемпературных скважин. Значение напряжения сдвига также необходимо измерять при других скоростях сдвига, чтобы повысить точность измерения тока.

Рассчитать потерю давления и при чистке отверстий. Типичная скорость сдвига с шестью скоростями берется при 600, 300, 200, 100, 6 и 3 об / мин. Bingham plastic YP переоценивает реальный YP для большинства буровых растворов и значения напряжения сдвига при более низких скоростях сдвига. По этой причине для улучшения точности рекомендуется использовать лучшую реологическую модель, такую ​​как модель Herschel-Bulkley.

PV в основном зависит от концентрации твердых веществ и вязкости базовой жидкости. Это представляет собой высокую вязкость при сдвиге, как в скважине. YP является мерой уровня поведения неньютоновского разжижения при сдвиге (повышенное утолщение на самом низком уровне, обозначенном более высоким YP). YP является результатом сил притяжения между частицами в жидкости при более низких скоростях сдвига. Это также мера способности

очищать отверстия для жидкости в вертикальных интервалах. Часто точка результатов с низкой скоростью сдвига рассчитывается с использованием значений напряжения сдвига при 6 об / мин и 3 об / мин, чтобы лучше оценить реальный YP, потенциал для очистки отверстия и тенденцию к провалу барита.

### **1.3 Сила геля**

Сила геля относится к напряжению сдвига, необходимому для запуска потока после статического периода времени. Они являются мерой степени гелеобразования, возникающего из-за силы притяжения между частицами с течением времени. Более высокая прочность геля сообщалась в той же единице, что и YP (фунт / 100 кв. Фут). Достаточная прочность геля задержит сверление и взвешивание материала во время соединений и других статических условиях. Прочность геля напрямую влияет на выбросы и давление трения при выполнении соединений, проходных труб или рабочих оболочек. Они также влияют на давление, необходимое для «прекращения циркуляции» и облегчения выделения захваченного газа или воздуха. Гель определяют с использованием того же вискозиметра с прямым вращением, который использовали для определения вязкости. Они измеряются путем наблюдения значения максимального напряжения сдвига при медленном вращении ротора или с использованием установки 3 об / мин после статического в течение некоторого периода времени. Стандартные значения прочности геля берутся через 10 секунд, 10 минут, а иногда и через 30 минут. Изменения значений прочности геля между этими периодами времени также дают представление о том, продолжает ли жидкость гелеобразоваться в течение более длительного периода времени (называемого прогрессивным гелем) или достигла относительно постоянного значения (называемого плоским гелем).

### **1.4 Фильтрация жидкости или потеря**

Фильтрация или потеря жидкости - это относительная мера жидкости, которая может воздействовать на проницаемые пласты через твердые остатки

ила. Эта жидкость называется фильтратом, а хранящееся твердое вещество называется фильтрацией кека или грязевым кеком. Существует два стандартных фильтрационных теста, которые измеряют объем собранного фильтрата.

через 30 минут используйте фильтровальную бумагу. Этот тест представляет собой тест на потерю жидкости при низких / низких температурах, который часто называют тестом Американского нефтяного института (API), и тест при высоких температурах (НТНР). Результаты представлены в миллилитрах (мл), протекающих через площадь 7,1 кв. Тестовый блок НТНР для фильтрации - это полуширина (3,5 кв. Дюйма); следовательно, измеренное значение фильтрата удваивается для отчетности. Толщина фильтра-кека измеряется и указывается в единицах 1/32 дюйма (или миллиметрах, где используются единицы СИ). Толщина фильтра для кека 3 означает 3/32 дюйма.

Базовый тест на фильтрацию называется тестом на потерю жидкости или низкой температурой / низким давлением или API и проводится при температуре окружающей среды и 100 фунт / кв.дюйм. Более сложный тест - тест фильтрации НТНР, который проводится при температурах, близких к температуре нижнего отверстия, и при перепаде давления 500 фунтов на квадратный дюйм. Хотя стандартной температуры нет

для испытаний НТНР температуры между 275 ° F и 325 ° F часто устанавливаются как стандартные. Это, конечно, зависит от района и оператора. Испытания НТНР должны проводиться при фактических температурах забоя и перепаде давления в стволе скважины, если это возможно. Уровень фильтрации и толщина фильтрационной корки контролируются

и заявленная собственность. Высокие потери жидкости и толстый осадок на фильтре значительно увеличивают вероятность заедания труб по-разному.



Желаемый фильтр для кека - это фильтр с ультранизкой проницаемостью, тонкий, прочный, сжимаемый и скользкий (смазочный материал). Это желаемое свойство не может быть определено

Из значения только потери жидкости и большого количества бурового раствора низкая потеря жидкости не имеет фильтрационной корки хорошего качества. Желаемый осадок на фильтре достигается путем минимизации содержания твердых веществ в буровом растворе (твердых частиц коллоидного размера) от буровых растворов и содержания текучих сред

концентрация фильтрующих добавок, которые являются точными. Для большинства шламов на основе атера лучший осадок на фильтре достигается при использовании достаточного количества высококачественного бентонита. Есть много факторов, которые влияют на контроль фильтрации, включая: термостабильность системы; концентрация, размер и тип твердых веществ; тип и концентрация используемой добавки для контроля фильтрации; и наличие загрязнений в грязи. Контроль фильтрации сопровождается повышением затрат. Необходимо использовать местный опыт и частоту перегруженности труб. установить целевое значение для потери жидкости и фильтрационную корку для пластов и интервалов между отверстиями.

### **1.5 Важность буровых растворов**

Производительность бурового раствора очень важна для всех, кто участвует в операции, и для всех аспектов операции бурения. Буровые растворы являются основным средством предотвращения взрыва скважин и отвечают за поддержание скважин в хорошем состоянии, чтобы буровые работы могли продолжаться до желаемой глубины. Бурение и заканчивание жидкостей является одной из наиболее важных частей процесса строительства скважины, и в конечном итоге производительность жидкости будет определять успех или неудачу операции. Ответственность за правильный выбор и

применение буровых растворов несут совместно поставщики буровых растворов подрядчик и оператор.

## **1.6 Категория буровых растворов**

Существует три широких категории буровых растворов:

- пневматическая жидкость, в которой используется сжатый воздух или газ, пена и аэрационный шлам;
- грязь на водной основе, в которой в качестве базовой жидкости используется вода или соленая вода; а также
- NAF, который использует масло или другие неводные базовые жидкости, называемые OBM или SBM.

В рамках каждой из этих трех широких категорий существует множество вариаций в природе жидкостей и продуктов, которые могут использоваться в зависимости от практики в данном районе и поставщика буровых растворов. Многие распространенные названия, аббревиатуры, сокращения и торговые названия могут описывать конкретную используемую систему.

Выбор системы бурового раствора для конкретной скважины основан на многих факторах, включая: местную практику; предпочтения оператора; различные системы поставщиков и продукты; плотность, необходимая для контроля подземного давления; отверстие размер; характеристики пласта, подлежащего бурению (включая устойчивость ствола скважины); ожидаемая температура и давление; тип населенного пункта; общие региональные проблемы бурения; логистика; стоимость и качество; и здоровье, безопасность и окружающая среда рассмотрение.

## 1.7 Типы буровых растворов

Многие виды буровых растворов используются каждый день. Некоторые скважины требуют использования разных типов в разных частях скважины, или что некоторые типы используются в сочетании с другими. Различные типы жидкостей обычно делятся на несколько широких категорий: В соответствии с различной литологией и стратиграфией для каждого месторождения и различными целями бурения (разведка, разработка, переработка) мы распознаем различные типы / системы травы, такие как:

1) Нерассеянная грязевая система. К ним относятся вспаханная грязь для поверхностей и неглубоких скважин с очень ограниченной обработкой.

2) Система дисперсного ила для более глубоких скважин, которые требуют более высокого удельного веса или проблемных условий. Шлам необходимо диспергировать с использованием диспергаторов, таких как соединения лигносульфоната, лигнита и танина

3) Грязь с известью (грязь, обработанная кальцием), грязевая система, которая опирается на ионы кальция для защиты слоя сланцевого образования, который легко разрушается, поскольку поглощает воду.

4) Грязевая система с соленой водой, основанная на солевых растворах (NaCl, KCl) для уменьшения смачивания пласта водой.

5) Система полимерной грязи, которая использует полимеры, такие как полиакрилат, ксантановая камедь, целлюлоза, для защиты пласта и предотвращения растворения шлама в буровом растворе. Эта система может быть улучшена путем добавления KCl или NaCl, поэтому эта система называется соль полимерная система.

6) Нефтяная основа грязи. Для бурения пласта, который очень чувствителен к воде, используется система ила, в которой в качестве растворителя используется нефть. Используемые химические вещества должны

быть растворимыми или совместимыми с маслом, в отличие от химических веществ, которые растворимы в воде. Эта система буровых растворов Эта система буровых растворов очень надежна для защиты от расслаивания пласта, выдерживает высокие температуры, но, если она не дорогая, она также менее экологична.

7) Система синтетического ила использует синтетические жидкости из сложных эфиров, простых эфиров и полиалефинов для замены масла в качестве растворителя. Эта грязь сшита с грязью на масляной основе, экологически чистая, но считается слишком дорогой.

#### *Химический состав осадка*

Как мы знаем, различные добавки в форме химикатов (как те, которые производятся специально для нужд бурового раствора, так и обычных химикатов) и минералов необходимы для обеспечения характеристик в буровом растворе. Эти материалы можно классифицировать следующим образом:

- 1) Загустители (загустители), такие как бентонит, КМЦ, аттапульгит и полимер
- 2) утяжелители (вес): барит, карбонат кальция, растворенная соль.
- 3) Разбавители (разбавители): фосфаты, лигносульфонаты, лигниты, полиакрилаты
- 4) Фильтрат-восстановители: крахмал, КМЦ, ПАК, акрилат, бентонит, диспергатор
- 5) Потерянные материалы обращения: гранулированный, хлопьевидный, волокнистый, жидкий раствор
- 6) Специальные добавки: флокулянт, контроль коррозии, пеногаситель, контроль pH, смазка

## 1.8 Химия полимеров

Полимер представляет собой макромолекулу, которая включает небольшие идентичные повторяющиеся звенья - мономеры. Полимеризация происходит, когда мономеры соединяются вместе в форме большой молекулы полимера. Полимеры могут иметь молекулярную массу миллионов единиц или они могут содержать только несколько повторяющихся единиц. Полимеры, которые имеют только несколько повторяющихся мономерных фрагментов, называются олигомерами.

Для представления письменных формул полимерной формулы эмпирическая формула простейшего повторяющегося звена представлена ссылкой  $n$ . Полимер, полученный в результате полимеризации, содержит « $n$ » - повторяющиеся звенья в форме длинной цепи. Число « $n$ » указывает на степень полимеризации. Полимеры обычно имеют степень полимеризации более 1000.

Гомополимеры содержат только один мономер. Примерами гомополимеров являются полиэтилен, полипропилен и полистирол. Сополимеры представляют собой полимеры, которые синтезируются из двух или более типов мономеров. Мономеры могут присутствовать в различных соотношениях и в разных положениях в полимерной цепи. Сополимеризация открывает гораздо большую гибкость при конструировании полимеров .

Полимеры по структуре делятся на линейные, разветвленные и сшитые.



Структура	Вид	Примеры
Линейная		КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза), ЧГПА (частично гидролизованный полиакриламид), ГЭЦ (гидроксиэтилцеллюлоза).
Разветвленная		Крахмал, ксантановая смола
Сшитые		подшитая ксантановая смола.

Рисунок 1.2 - Структура полимеров

### ***Классификация полимеров***

Полимеры для буровых растворов можно классифицировать по химическому составу, использованию в составе КБК и по происхождению. Химически , они являются анионные и неионные; по своим функциям: регуляторы вязкости и потери воды, или они могут быть классифицированы просто по происхождению: природные и синтетические.

### **1.9 Натуральные полимеры**

Природные полимеры (биополимеры) - это полимеры, получаемые в природе без вмешательства человека (растительного, животного и бактериального происхождения). Природные полимеры имеют более сложную структуру и более высокую молекулярную массу, чем синтетические. Натуральные природные полимеры имеют пониженную термостойкость по сравнению с синтетическими полимерами и низкую устойчивость к бактериальному разложению (разрушению).

## 1.10 Модифицированные природные полимеры

Модифицированные природные полимеры наиболее широко используются в буровых растворах. Целлюлоза и крахмал являются двумя природными полимерами, которые широко используются для производства модифицированных природных полимеров. Модифицированные версии могут иметь существенно отличающиеся свойства от исходного природного полимера. Для буровых растворов неионные природные полимеры, такие как целлюлоза и крахмал, превращаются в полиэлектролиты.

**Полиэлектролиты.** Многие полимеры нерастворимы в воде, и из-за этого они не применимы в буровых растворах на водной основе - если они не модифицированы. Для достижения растворимости в воде полимеры иногда превращают в полиэлектролиты. Эта модификация влечет за собой изменение повторяющихся структурных единиц полимера. Полиэлектролиты - это полимеры, которые растворяются в воде, образуя полиион и, наоборот, ионы противоположного заряда. Полиион имеет заряды, которые повторяются вдоль полимерной цепи. Заряды могут быть положительными, как в катионных полимерах, так и отрицательными, как в анионных полимерах. Эффективность полиэлектролита зависит от количества полезных участков на полимере, которые зависят от следующих факторов: концентрация полимера; концентрация и расположение ион-способных групп; соленость и жесткость жидкости; рН жидкости.

С увеличением количества ионизированных групп в полимере наблюдается тенденция к растяжению и раскручиванию его цепи. Это является следствием взаимного отталкивания зарядов, которое удлиняет и растягивает полимер внутри конфигурации и дает максимальное расстояние между такими зарядами. При выпрямлении полимер выявляет максимальное количество зараженных групп, что позволяет ему связывать глинистые частицы и увеличивать вязкость жидкой фазы.

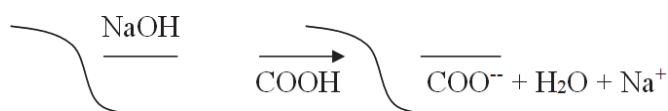
Когда полимеры растворяются в водной фазе бурового раствора, они принимают форму вытянутой и вытянутой конфигурации. В разбавленных растворах полимер гидратируется густой оболочкой воды (около 3 или 4 молекул воды). Между этими оболочками происходит электростатическое отталкивание, поверхность которого становится большой, когда они принимают форму полностью вытянутой цепи. Эта большая поверхность способствует вязкому воздействию полимера.

Когда концентрация полимера увеличивается, возабая оболочка, окружающая молекулы полимера, уменьшается. Чем больше полимер борется за уменьшающееся количество воды, тем больше эффект увеличения вязкости.

Растворимость полимеров зависит от рН, который определяет наличие ионизации функциональных групп вдоль полимерной цепи. Например, наиболее распространенные функциональные группы, встречающиеся в водорастворимых полимерах, представляют собой карбоксильные группы.

Как видно на рисунке 1.8, ионизированная карбоксильная группа имеет двойную связь одного атома кислорода и одинарную связь другого атома кислорода с конечным атомом углерода. Ионизация происходит в результате реакции карбоксильной группы со щелочным материалом, таким как каустическая сода. При ионизации преимущественно нерастворимой карбоксильной группы появляется растворимость полимера.

Карбоксилированные группы натрия привлекают воду к себе через свои отрицательно заряженные анионные центры. Когда полимер добавляют в воду, ион натрия удаляется из полимерной цепи и остается за отрицательно заряженной частью. Полимер становится анионным и способен гидратироваться водой, оболочка, окружающая полимер, увеличивается в размерах, что приводит к увеличению вязкости.





### Рисунок 1.3 - Внешний вид растворимости полимера

Оптимальная растворимость карбоксильной группы достигается при рН от 8,5 до 9,5. Этого достаточно для достижения едкого рН 8,5, который необходим для ионизации, и полимер становится растворимым. Если добавляется большое количество едкого, характеристики вязкости слегка подавляются. Если происходит обратное изменение рН, например, рН раствора падает до кислой среды (менее 7), то карбоксильная группа возвращается в исходное положение, и полимер теряет свою растворимость.

Очень большую роль в определении эффективности полимера играет соленость. Соль подавляет удлиняющие эффекты разматывания, возникающие при добавлении водорастворимого полимера в воду. Вместо того чтобы разматываться и растягиваться, полимер принимает относительно небольшую спиральную форму, и его растворимость также уменьшается. Это связано с большей конкуренцией за воду. Соль связывает часть свободной воды, в результате чего полимер не может гидратироваться и разворачиваться таким образом.

Когда соль добавляется в систему на основе пресной воды, в которой молекулы полимера уже полностью развились (растворились), добавка оказывает экстремальное влияние на вязкость, то есть с горбом. Когда соль гидратируется водой и отнимает ее у молекул полимера, система может быть, по меньшей мере, временно, дестабилизирована, и может произойти увеличение вязкости. Молекулы полимера запутываются с черенками и другими молекулами полимера, пока они не будут сжаты обратно в их сложенное положение. Как только молекулы полимера принимают свои свернутые формы, вязкость значительно снижается.

Как правило, эффективность полимеров в соленой среде снижается, но это может быть преодолено путем дополнительной обработки. Например, ПАА (полианионная целлюлоза) может потребовать вдвое больше своей

нормальной концентрации или даже больше, чтобы выполнять свои функции в соленой среде.

Когда двухвалентные катионы, такие как кальций или магний, попадают в раствор, их влияние на систему может быть отрицательным. Подобно иону натрия, который также гидратируется водой и ограничивает чрезвычайную доступность воды, ионы кальция и магния гидратируются даже больше, чем ион натрия. Это делает гидратацию полимеров в их присутствии очень трудной.

Анионные полимеры имеют дополнительные проблемы с кальцием, потому что кальций реагирует с анионной группой в молекуле полимера. Это проявляется в том, что полимер становится флокулированным и может высвободиться из системы. В этом случае соду часто рекомендуется для удаления кальция из системы. Полимеры, которые проявляют только слегка анионные свойства, такие как ксантановая смола, и неионные полимеры, такие как крахмал, не осаждаются кальцием. Озабочено их эффективность снижается в присутствии кальция.

### **Гидроксиэтилцеллюлоза**

ГЭК (гидроксиэтилцеллюлоза) является другим типом модифицированного целлюлозного полимера. Его получают путем пропитки целлюлозы в растворе едкого натра, когда щелочная целлюлоза реагирует с этиленоксидом. В результате гидроксиэтильная группа замещает гидроксильные и гидроксиметильные центры. Хотя полимер неионный, гидроксиэтильные группы обладают значительным сродством к воде, что делает полимер водорастворимым. В дополнение к степени замещения на структуру полимера также влияет степень полимеризации боковых цепей этиленоксида. Степень полимеризации боковых цепей называется молярным замещением (МЗ), или это среднее число молекул этиленоксида, которые реагируют с каждой единицей целлюлозы. Как только гидроксиэтильная группа присоединена к каждой структурной единице целлюлозы, она может

дополнительно реагировать с дополнительными молекулами этиленоксида, образуя их непрерывную цепь. Эта реакция может продолжаться до тех пор, пока присутствует избыток этиленоксида. Чем больше молярное замещение, тем выше растворимость полимера в воде и, следовательно, тем выше устойчивость к солям и поливалентным катионам. Как правило, МЗ находится в диапазоне от 1,5 до 2,5 для ГЭЦ.

**Карбоксиметилированный крахмал (КМЦ).** Другим примером модифицированного полимера является карбоксиметилированный крахмал. Как и КМЦ, карбоксиметилированный крахмал подвергается карбоксильному замещению в каждой гидроксиметильной группе или в каждой из двух гидроксильных групп в кольцевой структуре. Также, как и КМЦ, замены происходят в большей степени с гидроксиметильными группами.

Карбоксиметилированный крахмал контролирует фильтрацию в большей степени с минимальным увеличением вязкости в буровых растворах на водной основе. Это альтернативный материал для РАС в системах, требующих жесткого контроля фильтрации и низких реологических свойств. КМЦ имеет термическую стабильность, аналогичный КМЦ и РАС (от 300 до <sup>примерно</sup> 149 °F или 149 °C) и не требует бактерицида. КМК более эффективен при использовании в буровых растворах, содержащих менее 20000 мг / л ионов хлора и 800 мг / л ионов кальция. Он применим в широком диапазоне pH и совместим со всеми системами на водной основе.

## **2. Методы исследований**

### **2.1 Реологические свойства промывочных жидкостей**

Глубокие нефтяные скважины с продуктивными пластами были увеличены во всем мире из-за ограниченной доступности нефти и газа в приповерхностных резервуарах, а также потому, что сырая нефть является основным источником энергии. Одним из аспектов, связанных с бурением в глубоких скважинах, является сохранение соответствующих реологических характеристик буровых растворов во время буровых работ.

Реология - это исследование потока и деформации материалов под действием приложенных сил, которое обычно измеряется с помощью реометра. Измерение реологических свойств применимо ко всем материалам - от жидкостей, таких как разбавленные растворы полимеров и поверхностно-активных веществ, до концентрированных белковых составов, до полутвердых веществ, таких как пасты и кремы, до расплавленных или твердых полимеров, а также асфальта. Реологические свойства могут быть измерены по объемной деформации образца с использованием ротационного вискозиметра или в микромасштабе с использованием микрокапиллярного вискозиметра <sup>1</sup> или оптического метода, такого как микрореология

### **2.2 Оборудование, используемое в исследованиях**

В данной исследовательской работе используется следующее оборудование: лабораторные весы AND AND EK-300i, смесительное устройство ES-8300 D, ротационный вискозиметр Brookfield DV-II + PRO, настольный фильтр-пресс с давлением CO<sub>2</sub> модуль (компания OFITE), устройство для определения набухания сланцев в динамических условиях с помощью компактора (компания OFITE).

## 2.2.1 Измерение реологических свойств вискозиметра OFITE-900

Вискозиметр OFITE-900 (рис. 2.1) представляет собой ротационный вискозиметр, который представляет собой переносное и автоматизированное устройство, предназначенное для определения реологических свойств буровых и цементных растворов, а также жидкостей для гидравлического разрыва пласта.



Рисунок 2.1 - Вискозиметр OFITE-900

Принцип действия основан на измерении угла кручения пружины кручения. Скручивание вызвано появлением крутящего момента на внутреннем цилиндре, который возникает в результате вращения внешнего в испытательном растворе. Устройство работает под управлением программного обеспечения, расположенного в памяти измерительного блока, которое осуществляет сбор, передачу, обработку и представление измерительной информации.

Техника измерения:

- убедитесь, что бин ротора R1B2 и внешний цилиндр установлены, включите устройство;

- нажатием кнопки «Ввод» устройство устанавливается на «ноль»;
- залить буровую жидкость в стакан до отметки;
- установить стекло в обогреватель;
- установите нагреватель в пазы подставки, поднимите подставку так, чтобы буровой раствор был равен отметке на наружном цилиндре, и закрепите ее;
- при нажатии кнопки «Грязь» прибор начнет измерять, через 14 минут записать показания пластической вязкости (PV), динамического напряжения сдвига (YP), значения SNS 10 с / 10 мин, температура бурового раствора;
- при 12 фиксированных скоростях, нажимая соответствующие кнопки, снимают показания касательных напряжений;
- выключите прибор, снимите и промойте внешний цилиндр, роторную часть, протрите термопару, затем снова соберите для последующих измерений.

### **2.2.2 Методика приготовления модельного бурового раствора**

Следующие растворы готовят из веществ. Требуемая масса вещества измеряется на лабораторных весах марки ИЭК-300и (рис. 2.2) со следующими техническими характеристиками:

Лабораторные весы AND EK-300i - это надежный, простой в использовании и точный измерительный прибор с набором основных функций. Весы ИЭК-300i идеально подходят для статического измерения массы, учета и подсчета различных мелких деталей, элементов.

Лабораторные весы AND EK-i / EW-i отличаются экономичностью, надежностью и простотой в эксплуатации. Они послужат отличным выбором для выполнения основных операций взвешивания как в научных и производственных лабораториях, так и в коммерческих организациях - банках,

мастерских, ломбардах, ювелирных магазинах и т. Д. Это действительно надежный и эффективный инструмент для быстрого и точного взвешивания различных предметов. ,

Лабораторные весы AND EK-300i выполнены в компактном корпусе, оснащены платформой из нержавеющей стали, а также пылезащитным и водонепроницаемым корпусом и защитой от радиопомех. Измерительный прибор может работать в нескольких режимах, можно отображать результаты в 9 единицах измерения. Оснащен легко читаемым крупносимвольным ЖК-дисплеем и подсветкой. Для подключения к ПК используется стандартный интерфейс RS-232C (поставляется программное обеспечение). Калибровка весов выполняется внешним весом.

Модельный ряд серии EK-i / EW-i включает 16 моделей весов с различными пределами и диапазонами взвешивания, что позволит вам выбрать вариант, наиболее подходящий для решения конкретных задач.

Государственный реестр средств измерений под № 25313-06.

–□класс точности - высокий - II (ГОСТ 53228-08);

–□предел взвешивания 300 гр;

Унитс□9 единиц измерения (граммы, караты, фунты, унции и т. Д.);

–□разрешение 0,01 г;



Рисунок 2.2 - Лабораторные весы И ЭК-300i.

В начале приготовления растворов дистиллированная вода, в объеме 1000 мл, ставится на постоянное перемешивание под перемешивающееся устройство ES-8300 D (рисунок 2.3) со скоростью перемешивания 600 об/мин. Вещества добавляются в воду маленькими порциями, с целью наилучшего растворения, в следующей последовательности: сначала добавим полимеры и потом перемешивается не менее 15 минут при скорости оборота 1200 об/мин . а после этого добавим соли и перемешивается не менее 10 минут при скорости оборота 1000 об/мин.



Рисунок 2.3 - Смесительное устройство ES-8300 D (цифровой дисплей).



### **3. Результаты экспериментов**

В связи с научной новизной полученных результатов исследований текст данной главы отсутствует

#### **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью магистерской работы является изучение возможности по исследованию инкапсуляторов глин на основе полиакриламида для систем буровых растворов. Особенно то, как полимеры могут влиять на буровые растворы. Таким образом, в этой части выпускной квалификационной работы необходимо оценить перспективы и экономическую эффективность использования нескольких типов полимеров в буровых растворах.

Потенциальными потребителями этой работы являются компании, которые работают в буровых компаниях и химических компаниях.

Для этого необходимо:

- составление SWOT-анализа;
- Запланируйте исследование
- оценить стоимость полимера
- сравнение стоимости полимеров в России и зарубежного производства;
- оценка экономической эффективности с использованием полимеров от отечественных производителей

## 4.1 Анализ SWOT

Первым этапом SWOT-анализа является знание сильных и слабых сторон исследовательской работы и поиск потенциальных угроз для реализации проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.1.

	<b>Сильные стороны:</b>	<b>Слабые стороны:</b>
	<p>С1. Финансирование из бюджета;</p> <p>С2. Не требуется закупка материалов и оборудования;</p> <p>С3. Применение специализированного оборудования ( ротационный вискозиметр OFITE-900, верхнеприводная мешалка ES-8300D, Весы лабораторные AND EK-300i</p> <p>С4. Применение высококачественных материалов и реагентов;</p> <p>С5. Персонал с высокой квалификацией.</p>	<p>Сл1. Использование полимеров с реагентами одного производителя (по типу реагента);</p> <p>Сл 2. Возможные неточности из-за измерения пробы каждого раствора</p> <p>Сл 3. Возможные неточности из-за многократного использования прибора.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Сотрудничество с производителями реагентов для буровых растворов;</p> <p>В3. Появление дополнительных исследовательских запросов;</p> <p>В4. Получить грант для продолжения исследований;</p> <p>В5. Больше инноваций в подобных исследованиях.</p>		
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие интереса к</p>		

результатам исследований; У2. Развитие конкуренции (создание новых реагентов и или составов буровых растворов). У3. Снижение исследовательского бюджета; У4. Неточность данные.		
---	--	--

На втором этапе SWOT-анализ должен выявить сильные и слабые стороны исследовательского проекта условий внешней среды. Это событие поможет определить стратегические изменения. На основании результатов были составлены интерактивные матрицы, которые представлены в таблице 4.2-4.5.

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица «возможности-сильные стороны»

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта					
		1	2	3	4	5
Возможности	1	-	-	-	-	+
	2	-	-	+	+	+
	3	-	-	+	+	+
	4	-	-	+	+	+
	5	+	-	-	-	+

В результате анализа интерактивной таблицы «возможности-сильные стороны» выделяются коррелирующие позиции: В1С5, В2С3С4С5, В3С3С4С5, В4С3С4С5, В5С1С5.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица «возможности-слабые стороны»

	Слабые стороны научно-исследовательского проекта			
		Слаб 1	Слаб 2	Слаб 3
Возможности	Возм 1	-	-	+
	Возм 2	+	-	-
	Возм 3	+	-	-
	Возм 4	-	-	-
	Возм 5	-	-	-

Анализируя интерактивную таблицу «возможности-слабые стороны» выделяются следующие коррелирующие позиции научно- исследовательского проекта: В2Сл1, В3Сл1.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица «угрозы-сильные стороны»

<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>						
<b>Угрозы</b>		Сил 1	Сил 2	Сил 3	Сил 4	Сил 5
	Угр1	-	-	-	-	-
	Угр 2	-	-	-	-	-
	Угр 3	-	+	-	-	-
	Угр 4	-	-	+	-	-

Результатами анализа матрицы «угрозы-сильные стороны» является выделение следующих сильно коррелирующих угроз и сильных сторон: У3С2, У4С3.

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица «угрозы-слабые стороны»

<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>				
<b>Угрозы</b>		Слаб 1	Слаб 2	Слаб 3
	Угр 1	+	+	+
	Угр 2	-	-	-
	Угр 3	-	-	-
	Угр 4	-	+	+

В результате анализа интерактивной таблицы «угрозы-слабые стороны» можно выделить следующие соответствия: У1Сл1Сл2, У2Сл1Сл2, У4Сл3.

На третьем этапе анализа составляется итоговая матрица SWOT- анализа (таблица 4.6).

	<p align="center"><b>Сильные стороны:</b></p> <p>C1. Финансирование из бюджета;</p> <p>C2. Не требуется закупка материалов и оборудования;</p> <p>C3. Применение специализированного оборудования ( ротационный вискозиметр OFITE-900, верхнеприводная мешалка ES-8300D, Весы лабораторные AND EK-300i</p> <p>C4. Применение высококачественных материалов и реагентов;</p> <p>C5. Персонал с высокой квалификацией.</p>	<p align="center"><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Использование полимеров с реагентами одного производителя (по типу реагента);</p> <p>Сл 2. Возможные неточности из-за измерения пробы каждого раствора</p> <p>Сл 3. Возможные неточности из-за многократного использования прибора.</p>
<p align="center"><b>Возможности:</b></p> <p>V1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>V2. Сотрудничество с производителями реагентов для буровых растворов;</p> <p>V3. Появление дополнительных исследовательских запросов;</p> <p>V4. Получить грант для продолжения исследований;</p> <p>V5. Больше инноваций в подобных исследованиях.</p>	<p>Выявленные совпадения из интерактивной матрицы</p> <p>«Возможности-сильные стороны»:</p> <p>V1C5 - лаборатории ТПУ используются для изучения конкретного проекта, доступ к которому имеет квалифицированный персонал;</p> <p>V2C3C4C5 - исследования, проводимые квалифицированным персоналом с использованием специализированного оборудования и</p> <p>Производитель реактивов может потребовать высококачественные материалы и реагенты.</p> <p>V4C3C4C5 - грант связан с актуальностью решаемой задачи с участием квалифицированного персонала, наличием оборудования и материалов для работы.</p>	<p>Выявленные соответствия из интерактивной матрицы</p> <p>«возможности-слабые стороны»:</p> <p>V3Сл1 –</p> <p>возможно Появление дополнительных исследовательских запросов в случае возможности использования реагентов различных производителей;</p> <p>V2Сл1 – в случае возможности исследования Сотрудничество с производителями реагентов для буровых растворов; чтобы получить разные полимеры для сравнения в исследовании</p>

	<p>B5C1C5 -          квалифицированный          Персонал получит больше          поддержки Финансирование          из бюджета для инноваций в          подобных исследованиях</p>	
<p><b>Угрозы:</b>          У1. Отсутствие интереса к          результатам исследований;          У2. Развитие конкуренции          (создание новых реагентов и          или составов буровых          растворов).          У3. Снижение          исследовательского          бюджета;          У4. Неточность данные.</p>	<p>Выявленные соответствия из          интерактивной матрицы          «угрозы - сильные стороны»:          У3С2 - при уменьшении          бюджета исследований может          возникнуть необходимость          закупки материалов;          У4С3 - возможные ошибки в          полученных данных из-за          неисправности используемого          оборудования.</p>	<p>Выявленные соответствия из          интерактивной матрицы          «угрозы- слабые стороны»:          У1Сл1Сл2Сл3 –          Возможен недостаток          интереса к результатам          исследования: из-за          отсутствия использования          полимеров с реагентами того          же производителя; и          возможные неточности          данных неточными          устройствами.          У4Сл3 – возможно получение          неточных данных из-за          многократного использования          порций раствора и устройств</p>

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Процедура планирования исследовательских работ по изучению исследование инкапсуляторов глин на основе полиакриламида для систем буровых растворов заключается в следующем:

- определение структуры работы в рамках научных исследований с установлением исполнителей каждого этапа проекта;
- расчет продолжительности каждого этапа работ;
- построение календарного графика научных исследований;
- составление бюджета исследовательского проекта.

Список этапов работы над исследовательским проектом и распределение исполнителей по видам работ приведены в таблице 4.7.

Этапы работ	№ раб	Содержание работ	Исполнитель
Определение направления и целей исследования	1	Определение направления исследования	Руководитель
	2	Подбор литературных источников и их изучение	Магистрант
	3	Календарное планирование работ	Руководитель, Магистрант
Проведение теоретических и экспериментальных исследований	4	Составление литературного обзора	Магистрант
	5	Проведение экспериментальных исследований в лабораторных условиях	Магистрант, аспирант
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка результатов исследования и формулировка выводов	Руководитель, магистрант, аспирант
Оформление отчета по исследовательской работе	7	Написание магистерской диссертации	Магистрант



## 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Затраты на оплату труда в основном составляют основную часть затрат на исследования, поэтому определение сложности работы каждого из участников является важным моментом.

Оценка сложности научных исследований проводится специалистами в человеко-дни и носит вероятностный характер по причине зависимости от множества различных факторов, которые сложно принять во внимание. Следующая формула используется для расчета ожидаемой (средней) стоимости трудозатрат

$t_{ожі}$ :

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимальная трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка – предполагается наиболее благоприятное стечение обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимальная трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка – предполагается наиболее неблагоприятное стечение обстоятельств), чел.-дн.

Далее рассчитывается продолжительность каждой работы, рассчитывается в рабочих днях  $T_p$  (исходя из ожидаемой сложности работы) с учетом параллельной работы, выполняемой несколькими исполнителями. Определение рабочего дня необходимо для разумного расчета заработной платы, поскольку доля заработной платы в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность работы одного вида, раб. дн.;

$t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость работы одного вида, чел.-дн.;

$Ч_i$  – количество исполнителей, параллельно выполняющих работу одного вида, чел.

#### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для построения графика проведения научных исследований используется наиболее наглядная и удобная ленточная диаграмма - в виде диаграммы Ганта.

Эта диаграмма представляет собой горизонтальную полосовую диаграмму, где работа каждого этапа представлена отрезками времени, которые характеризуются датами начала и окончания этих работ. Для составления графика продолжительность каждого из этапов работы от рабочих дней должна быть переведена в календарные. Для этого используется следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (4)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэфф. календарности.

Коэффициент календарности находится согласно формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - (T_{вых} + T_{пр})}, \quad (5)$$

где  $T_{кал} = 365$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых} + T_{пр} = 118$  – количество выходных и праздничных дней в 2020 году.

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

Значения, полученные в календарных днях для каждой работы  $T_{ki}$ , округляются до ближайшего целого. Все полученные значения представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Временные показатели проведения научного исследования

Виды работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Продолжительность работ в раб. днях, $T_{pi}$	Продолжительность работ в календ. днях, $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ож}$ , чел-дни			
Определение направления исследования	7	12	9	Руковод.	9,0	13
Подбор литературных источников и их изучение	8	16	11,2	магистр.	11,2	17
Календарное планирование работ	2	4	2,8	Руков., магистр.	1,4	2
Составление литературного обзора	14	22	17,2	магистр.	17,2	25
Проведение экспериментальных исследований в лабораторных условиях	32	46	37,6	Магистр., аспирант	18,8	28
Оценка результатов исследования и формулировка выводов	16	26	20	Руковод., аспирант, магистр.	6,7	10
Написание магистерской диссертации	11	14	12,2	Магистр.	12,2	18

На основании таблицы 4.8 строится календарный план график проведения научно - исследовательских работ (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Календарный план-график проведения научно-исследовательских работ по исследованию инкапсуляторов глин на основе полиакриламида для систем буровых растворов заключается в следующем:

№	Вид работ	Исполнит.	Т <sub>к</sub> , кал. дни	Продолжительность выполнения работ			
				февраль	март	апрель	май
1	Определение направления исследования (02.02.20-14.02.20)	Руков.	13	■			
2	Подбор литературных источников и их изучение (15.02.20-03.03.20)	Магистр.	17	■			
3	Календарное планирование работ (04.03.20-05.03.20)	Руков., Магистр	2	■			
4	Составление литературного обзора (06.03.20-30.03.20)	Магистр	25	■			
5	Проведение экспериментальных исследований в лабораторных условиях (31.03.20-27.04.20)	Магистр., аспирант	28	■ ■			
6	Оценка результатов исследования и формулировка выводов (28.04.20-7.05.20)	Руков., Магистр., аспирант	10	■ ■ ■			
7	Написание магистерской диссертации (8.05.20-10.06.20)	Магистр	18	■			

■ – руководитель; ■ – магистрант; ■ – аспирант.

#### 4.2.4 Расчет материальных затрат научно-исследовательского проекта

Величина расходов, затраченных на приобретение реагентов, используемых при исследовании фильтрационных свойств бурового раствора, рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{расхи}} = (1 + k_t) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N \quad , \quad (6)$$

где  $m$  – кол-во видов материальных ресурсов, применяемых в процессе выполнения научного исследования;

$N_{\text{расхи}}$  – кол-во материальных ресурсов  $i$ -го вида, требуемых для выполнения научного исследования (шт.);

$C_i$  – стоимость единицы  $i$ -го потребляемого материального ресурса (руб./шт.);

$k_T$  – коэффициент для учёта транспортно-заготовительных расходов. Коэффициент  $k_T$ , описывающий транспортные расходы на доставку материалов принимается минимальным, равным 15% (т.е.  $k_T = 0,15$ ) от самой стоимости этих материалов. Минимальный уровень стоимости доставки объясняется тем, что все составляющие бурового раствора поставляются местными компаниями и лицами.

Все рассчитанные материальные затраты, необходимые для исследования понизителей фильтрации на основе полисахаридных реагентов, представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Рассчитанные материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена, руб.
СМС LV	Кг	1	160
РАС LV	Кг	1	190
СМС	Кг	1	50
ПБМБ	Кг	5	100
NaCL	Кг	1	92
CaCL <sub>2</sub>	Кг	1	28
MgCl <sub>2</sub>	Кг	0.6	112
Ксантановая смола	Кг	0,5	90
Мраморная крошка	Кг	2	10
Суммарная стоимость			832
Итого, с учетом транспортных расходов (15% от суммарной стоимости материалов)			956,8

Таким образом, стоимость приобретения реагентов для исследования фильтрационных свойств буровых растворов составила 956.8 руб.

#### **4.2.5 Расчет затрат на специальные оборудования и компоненты для проведения научных исследования и экспериментальных работ**

Расходы на специальное оборудование не требуются, поскольку данное исследование проводилось в научно-инновационном лабораторном испытании «Буровые промывочные и тампонажные растворы» Томского политехнического университета.

#### **4.2.6 Затраты по основной заработной плате**

Время, отведенное для научно-технических исследований, представлено в таблице 4.11. Руководитель обеспечивает информационную поддержку для проведения научных исследований каждый рабочий день, что следует учитывать при расчете заработной платы.

Таблица 4.11 – Продолжительность работ каждого исполнителя при проведении исследований

Показатели рабочего времени		Руководитель	Аспирант	Магистрант
Календарное количество дней	с 02.02 по 10.06 2020 г.	113		
Количество нерабочих дней – выходные + праздничные дни	с 02.02 по 10.06 2020 г.	20	25	
Продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником в период с 02.02.2020 по 10.06 2020 г., раб. дн.		93	38	88

Перед тем, как рассчитать основную заработную плату работников, задействованных в научно-техническом исследовании, требуется подсчитать их месячный должностной оклад. В данном проекте такими работниками являются руководитель, аспирант и дипломник.

Прежде чем рассчитывать базовую заработную плату работников, занятых в научно-технических исследованиях, необходимо рассчитать их месячный официальный оклад. В этом проекте такими сотрудниками являются руководитель, аспирант и дипломник.

Расчет месячного должностного оклада исполнителя производится по формуле:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (7)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата согласно тарифной ставки,

руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэфф., принимается 0,3;

$k_d$  – коэфф. доплат и надбавок, принимается 0,2;

$k_p$  – районный коэфф. к заработной плате,  $k_p = 1,3$  (для г. Томска).

Таблица 4.12 – Рассчитанные должностные месячные оклады

Исполнители	Разряд	$Z_{tc}$ , руб.	$Z_m$ , руб.
Руководитель	4	15091	29420
Аспирант	2	11281	21995
Дипломник	1	0	0

Среднедневную заработную плату определяем по следующей формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад исполнителя, руб. (таблица 22);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  мес, 5-дн. раб. неделя; (при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  мес, 5-дн. раб. неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  мес, 6-дн. раб. неделя);

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб. дн. (таблица 4.11).

Годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала представлен в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала в 2018 г.

<b>Показатели рабочего времени</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Аспирант</b>	<b>Магистрант</b>
Календарное количество дней	365		
Количество нерабочих дней – выходные + праздничные дни	98	118	118
Потери рабочего времени, дни			
– отпуск	48	24	24
– невыходы по болезни	18	16	12
Действительный годовой фонд рабочего времени, дни	201	207	211

Произведя расчет по формуле 8 с учетом годового фонда рабочего времени, получим среднедневную заработную плату для каждого рабочего (таблица 4.14).



Таблица 4.14 – Среднедневная заработная плата исполнителей научно-исследовательского проекта

Исполнитель	Руководитель	Аспирант	Магистрант
Среднедневная ЗП, руб.	1520	1195	0

Расчет основной заработной платы выполняется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

Произведя расчет по формуле 16 с учетом продолжительности работ для каждого научно-технического работника, получим основную заработную плату работника за период с 02.02.2020 по 10.06.2020 г.

Таблица 4.15 – Основная заработная плата для научно-технического персонала за период с 02.02.2020 по 10.06.2020 г

Исполнитель	Руководитель	Аспирант	Магистрант
Основная ЗП, руб.	141546	45220	0

Общие затраты на основную заработную плату научно-технического персонала, непосредственно участвующего в проводимых работах, составляют 186700 руб. (сто восемьдесят шесть тысяч семьсот рублей).

#### 4.2.7 Отчисления в государственные внебюджетные фонды

Данная статья расходов отражает обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам в Фонд социального страхования (ФСС), Пенсионный фонд России (ПФР) и Федеральный фонд

обязательного медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (10)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На основании пункта 1.1. ст. 284 Налогового кодекса РФ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность по хозяйственному договору, в 2017 году введена ставка – 30, 2% [4.16].

Таблица 4.16 – Размер обязательных отчислений страховых взносов

Вид затрат	Руководитель	Аспирант	Магистрант
Основная ЗП, руб.	141546	45220	0
Единоразовые выплаты, руб.	0	0	0
Размер страховых взносов, руб.	42746,9	13656,4	0
Суммарные страховые взносы для всего персонала составили			56400

#### 4.2.8 Накладные расходы

Величина накладных затрат обуславливается расходами, не попавшими в предыдущие статьи расходов, такие как ксерокопирование и печать материалов исследований, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Она рассчитывается согласно формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{пр}} \cdot \sum_5^1 Z_i, \quad (11)$$

где  $k_{пр}$  – коэфф., учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% (т.е. 0,16).

$$\begin{aligned} Z_{накл} &= 0,16 \times (186700 + 56400 + 956,8) \\ &= 39005 \text{ руб.} \end{aligned}$$

#### 4.2.9 Формирование бюджета научно-исследовательского проекта

Величина бюджета на разработку научно-исследовательской продукции является нижним пределом по уровню затрат, который защищается научной организацией при формировании договора с заказчиком.

Бюджет включает в себя учет всех ранее рассчитанных необходимых затрат для проведения научных исследований и получения, в конечном итоге, продукта, который и является целью работы.

Таблица 4.17 – Перечень работ и их стоимость, относящихся к НТИ

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	0,95	Пункт 4.2.4
2. Затраты на специальные оборудования и компоненты	0	Пункт 4.2.5
3. Затраты по основной заработной плате	186,7	Пункт 4.2.6
4. Затраты по дополнительной заработной плате	0	
5. Отчисления во внебюджетные фонды	56,4	Пункт 4.2.7
6. Накладные расходы (16% от суммы расходов, рассчитанных в пунктах 7.1 – 7.5)	39	Пункт 4.2.8
7. Итоговая величина затрат	283,05	Сумма ст. 4.2.4-4.2.8

Бюджетный фонд, сформированный для проведения научно-исследовательской работы по исследованию понизителей фильтрации буровых растворов на основе карбоксиметильных эфиров крахмала и целлюлозы, составил 283,05 тыс. руб.

## 5. Социальная ответственность

Целью магистерской диссертации является изучение возможности по исследованию инкапсуляторов глины на основе полиакриламида для систем буровых растворов. В этом разделе магистерской диссертации проводится анализ возможных опасных и вредных факторов при использовании объекта исследования и при работе с реологическими приборами в лаборатории.

В качестве работника рассматривается лаборант, рабочее место - лаборатория буровых растворов.

В процессе проведения научных исследований лаборант проводит экспериментальные исследования, собирает и обрабатывает материалы в соответствии с утвержденной методологией, подготавливает, корректирует используемые приборы в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Объектом исследования являются реагенты и рецептуры буровых растворов для снижения осложнений и аварий, вызванных набуханием и разупрочнением ствола скважины. Среди используемых реагентов:  $MgCl_2$  (хлорид магния),  $NaCl$  (хлорид натрия),  $CaCl_2$  (хлорид кальция).

Цель этого раздела - обеспечить безопасность работников и охрану окружающей среды

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства**

На должность лаборанта назначается лицо, имеющее профессиональное образование без опыта работы по специальности не менее 2 лет.

Лаборант должен знать:

- справочные и нормативные материалы по тематике выполненных работ;
- методы исследования;
- лабораторное оборудование и правила его эксплуатации;
- правила и нормы охраны труда, техники безопасности, основы трудового законодательства Российской Федерации, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Трудоустройство работником должно быть выполнено путем ознакомительного инструктажа. Чтобы получить допуск к самостоятельной работе, сотрудник должен освоить:

- проверка знаний инструкций по охране труда;
- начальный инструктаж на рабочем месте;
- действующие инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями;
- инструктаж по использованию средств защиты, необходимых для правильного выполнения работ.

Лаборант должен оказать первую помощь пострадавшему в результате несчастного случая до оказания медицинской помощи. Если авария произошла с самим лаборантом, ему следует обратиться за медицинской помощью.

Каждый сотрудник лаборатории должен иметь возможность пользоваться аптечкой.

Лаборант должен сообщить своему непосредственному руководителю о выявленных неисправностях приборов, инструментов и средств защиты.

Согласно отраслевым стандартам, химический лаборант должен бесплатно получить следующие средства индивидуальной защиты:

- хлопковый халат (на 12 месяцев);
- резиновые и вязаные перчатки (на 1 месяц);
- фартук прорезиненный (на 6 месяцев);
- резиновые сапоги (на 12 месяцев);
- очки (до ношения);
- респиратор (до ношения).

Период износа рабочей одежды должен быть удвоен при выпуске двойного сменного комплекта.

Допустимы рабочие условия в лаборатории (класс 2), при которых вредные и / или опасные производственные факторы влияют на работника, при этом уровни воздействия не превышают уровни, установленные гигиеническими стандартами условий труда, и измененное функциональное состояние тело работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены) [2].

При допустимых условиях труда (2 класс) заработная плата не увеличивается по сравнению с нормальными условиями труда, дополнительный отпуск «за вредность» не предоставляется, рабочее время не сокращается (статьи 92, 117, 147, 219 Трудового кодекса Российской Федерации [3]).

Перед началом работ сотрудник химической лаборатории должен:

- наденьте защитную одежду, уберите волосы под плотно прилегающие головные уборы;
- проверить исправность приточно-вытяжной вентиляции;
- проверить работоспособность освещения рабочего места;
- убедитесь, что электроприборы находятся в хорошем рабочем состоянии и заземлены;
- проверьте наличие прозрачных этикеток на бутылках с реагентами;
- проверить наличие и целостность посуды, бюреток, пипеток, адекватности реагентов и реагентов [4].

### **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя**

Эта лаборатория должна иметь источник питания, подводную и холодную воду. Все электрооборудование должно быть заземлено.

Разъемы для связи и переноски, а также для стационарного оборудования должны быть открыты гибкими проводниками и шлангами, прикрепленными к металлическим хомутам.

Электрическое освещение помещений и вытяжных шкафов должно выполняться во взрывозащищенном исполнении. Выключатели установлены снаружи вытяжных шкафов.

Помещение лаборатории должно быть оборудовано местным отводом воздуха из вытяжных шкафов или отдельных приборов и оборудования в общую приточно-вытяжную вентиляцию.

Рабочие столы и вытяжные весы для работы с химически активными веществами (кислотами, щелочами и т. Д.) должны быть покрыты материалами, стойкими к агрессивным средам и иметь боковые стенки, предотвращающие капание жидкости на пол.

Выхлопные весы, в которых выброс вредных и горючих паров и газа во время работы должны выполняться верхним и нижним всасыванием воздуха. Для обеспечения сцепления дверные капоты должны оставаться закрытыми с небольшим зазором во время работы.

Металлические весы для хранения химикатов должны быть изношены и запечатаны.

Специальные технико-санитарные средства (предусматривающие устранение или сокращение) включены в конструкцию производственного оборудования. Уровни и вредные производственные факторы, которые допускают приемлемые значения, не должны препятствовать осуществлению трудовых действий [5].

## **5.2 Профессиональная социальная безопасность**

### **5.2.1 анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования**

Объект исследования: системы полимер-глинистых на основе полиакриламида для систем буровых растворов. Работа с данными буровыми растворами не оказывает негативного воздействия на человека.

### **5.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований**

Согласно (ГОСТ 12.0.003-2015) [1], вредные и вредные факторы рабочей среды представлены, как показано в таблице 1.



Возможные вредные и опасные факторы, которые потенциально могут возникнуть в процессе исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные Документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплу тация	
1.Токсические и раздражающие действия химических веществ	+	+	-	Требования безопасности к вредным веществам устанавливаются ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ, ГН 2.2.5.1313–03 [ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; ГН 2.2.5.1313-03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны].
2.Превышение уровня шума	+	+	-	Санитарные нормы к параметрам шума устанавливаются ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ, ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ [ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности].
3.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	-	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.].

4.Отклонение показателей микроклимата	+	+	-	Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 [СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений].
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	-	Требования по электробезопасности описаны в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ, ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ [ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов; ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты].
6. Психофизические опасные и вредные производные факторы, физические перегрузки и неверно-психические перегрузки	-	+	-	ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
7. Повышенный уровень электромагнитных излучений. Источником излучений является компьютер	-	+	-	Согласно нормативному документу [СанПиН2.2.4/2.1.8.055-96], продолжительность работы с компьютером не должно превышать 1 ч.)
8.Термические ожоги	-	+	-	ГОСТ Р 51337-99. Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей
9.Механические прохождение	+	+	-	ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

### *Отклонение показателей микроклимата в помещении*

Микроклиматические показатели должны обеспечивать тепловой баланс с окружающей средой и поддерживать оптимальные или приемлемые тепловые условия организма.

Показатели, характеризующие микроклимат в промышленной зоне:

- температура воздуха;
- температура поверхности;
- относительная влажность;
- скорость воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Оптимальные условия микроклимата определяются в соответствии с оптимальными тепловыми и функциональными условиями человека. Они обеспечивают ощущение общего и локального теплового комфорта в течение 8-часовой смены с минимальной нагрузкой на механизм терморегуляции, не вызывают нарушения в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня производительности и предпочтительны на работе. ,

Оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиН 2.2.4.548- 96 [6] на работе должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2, разрешенным в таблице 3, в отношении производительности различных категорий работ зимой и в тепле.

Различия в температуре воздуха по высоте и горизонтали, а также изменения температуры воздуха во время смен для обеспечения оптимального микроклимата на рабочем месте не должны быть превышает 2 ° С и превышает предел.

Таблица 2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Іб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Допустимые микроклиматические условия устанавливаются в соответствии с критериями допустимого термического и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не наносят ущерба или нарушения самочувствия, но могут приводить к появлению общих и местных ощущений теплового дискомфорта, натяжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и снижению работоспособности.

Допустимые значения показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3 в отношении выполнения работ различных категорий в холодное и теплое время года.

Категория Іб была выбрана в качестве категории работы, которая включает в себя работу с энергоемкостью 121-150 ккал / ч (140-174 Вт), которые сопровождаются некоторыми физическими нагрузками и выполняются сидя, стоя или связанные с ходьбой.

Помещение аудитории не оборудовано системами кондиционирования или вентиляции, воздухообмен в нем обеспечивается естественной вентиляцией помещения (открывающимися окнами) на основе субъективных ощущений персонала. В результате температура в комнате колеблется неравномерно от 20 до 25° С, влажность от 30 до 60%. В лаборатории есть различные оборудование, в том числе нагревательное действие (духовка), и, при использовании, можно нагревать воздух в лаборатории и снижать влажность. Из таблиц 2, 3 можно сделать вывод, что рабочее место находится в диапазоне допустимых значений показателей микроклимата для работы.

Таблица 3 – Допустимые величины показателей микроклимата в лаборатории

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон оптимальных величин ниже	Диапазон оптимальных величин выше			Для диапазона температур воздуха оптимальных ниже	Для диапазона температур воздуха оптимальных выше
Холодный	Іб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	Іб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Для соблюдения и поддержания оптимальных показателей микроклимата необходимо использовать систему кондиционирования, увлажнитель воздуха.

#### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Нерациональное расположение рабочих столов в лаборатории может привести к тому, что в рабочей зоне уменьшится естественное освещение. Также возможно, что лаборатория находится в комнате без окон. Недостаточное количество источников искусственного освещения для рабочего места лаборанта также будет иметь отрицательный эффект.

Несовершенное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительные характеристики. Это также влияет на психику человека, его эмоциональное состояние. В результате усилий по выявлению четких или сомнительных световых сигналов возникает усталость центральной нервной системы. Люди могут чувствовать усталость глаз и

переутомление при работе при низком уровне освещения, что приводит к снижению производительности. В некоторых случаях это приводит к головным болям. Стандарты искусственного, естественного и смешанного типов освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1 / 2.1.1.1278-03 [6] представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Нормы освещения для аналитической лаборатории

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО, %		КЕО, %		Освещенность, лк			Показатель дискомфорта (не более)	Коэффициент пульсации освещенности, % (не более)
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении	От общего	При общем освещении		
Аналитическая лаборатория	$\Gamma^* - 0,8$	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	40	10

Примечание:  $\Gamma^*$  – горизонтальная плоскость. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке помещения к одновременной освещенности точки, находящейся на горизонтальной плоскости вне помещения и освещенной рассеянным светом всего небосвода.

### 5.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

#### *Электричество*

Опасность поражения электрическим током несут все электрические устройства, подключенные к сети (вискозиметры, смесители, духовка). Это

может произойти, если изоляция проводов под напряжением или частей оборудования повреждена, или если оборудование не заземлено.

Ток в организме человека оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Тепловые эффекты выражаются в ожогах, нагревании и повреждении капилляров, кровеносных сосудов и вен. Электролитический эффект выражается в разложении крови и нарушении ее состава. Биологические эффекты выражаются в нервных спазмах и раздражении тканей [7].

Значения напряжения и тока прикосновения при нормальной (неаварийной) электрической установке по ГОСТ 12.1.038-82 [8] имеют следующие значения (не более):

- переменный ток 50 Гц: напряжение - 2 В, сила тока - 0,3 мА;
- постоянный ток: напряжение - 8 В, сила тока - 1 мА.

Согласно ПУЭ [11], согласно классификации помещений по опасности поражения электрическим током для людей, лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности, поскольку нет условий, которые могли бы создать повышенную или особую опасность (влажность воздуха не более 75%, керамические непроводящие полы, отсутствие возможности одновременного прикосновения человека к металлическим конструкциям зданий, имеющих технологические соединения с землей, технологическим устройствам, механизмам и т. д., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой стороны, напряжение меньше 380 В переменного тока и 440 В постоянного тока).

Для исключения поражения электрическим током по ГОСТ Р 12.1.019-2009 [9] в качестве коллективного средства защиты необходимо применять усиленную изоляцию токоведущих частей электрооборудования. Также во всей лаборатории обязательно защитное заземление всех электрических установок.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим непроводящим частям, которые могут быть под напряжением в результате повреждения изоляции, необходимо использовать диэлектрические перчатки (поскольку все электрооборудование в лаборатории является настольным, и к электроустановкам можно прикасаться только с руки, проводов на полу в зоне движения лаборатории нет).

#### *Движущиеся машины и оборудование машины*

Этот фактор возникает при работе с подвесными мешалками, поскольку их вращающиеся части не закрыты защитными кожухами (не предусмотренными конструкцией) по ГОСТ 12.2.003-91 [13]. Меры безопасности, в большинстве своем, сводятся к соблюдению мер безопасности при работе в лаборатории.

Верхняя мешалка, вискозиметр, роликовая мельница не должны использоваться для других целей, и они не должны использоваться при неисправности. При этом необходимо использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, защитные очки, лабораторный халат) [14].

#### *Термические ожоги*

Поскольку существует опасность ожогов из-за высокой температуры поверхностей во время работы вальцовой мельницы (допустимая температура поверхностей представлена в таблице 3 согласно [10]), необходимо принять меры для предотвращения эксплуатации печи без использования термостойких перчаток [14].

### **5.3 Экологическая безопасность**

#### **5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Согласно ГОСТ 17.1.3.06-82 [15] в перечень источников загрязнения подземных вод входят скважины и другие горные работы. Объект исследования - полимерно-глинистые системы на водной основе, содержащие



фильтрационные редуторы на основе карбоксиметилированной целлюлозы и крахмала. В зависимости от состава растворов используются следующие компоненты:  $MgCl_2$  (хлорид магния),  $NaCl$  (хлорид натрия),  $CaCl_2$  (хлорид кальция).

Во время бурения буровой раствор обогащается илом, нефтепродуктами, возникает опасность загрязнения окружающей среды. Существует два метода бурения - амбар и безамбара. В первом случае буровые отходы размещаются в специальных иловых амбарах, оборудованных антифильтрующим экраном, который предотвращает проникновение опасных веществ в подземные воды. В общем, процесс удаления иловых ям выглядит следующим образом:

- удаление масляной пленки с поверхности;
- очистка жидкой фазы отходов от масла;
- доочистка жидких компонентов отходов;
- обезвоживание бурового шлама;
- утилизация бурового шлама (утилизация и переработка).

Концепция бесщелевого бурения означает систему с высокой степенью очистки буровых растворов, которая отвечает экологическим требованиям, предотвращая выбросы жидких и твердых отходов в окружающую среду, используя специальное оборудование и технологии.

Согласно [16], для защиты подземных вод от загрязнения при бурении скважин необходимо предусмотреть меры по предотвращению кольцевых потоков в водоносные горизонты и насыпи устьев скважин; Химикаты для приготовления буровых растворов должны находиться под навесом на гидроизоляционных настилах, резервуары для буровых растворов и отстойники должны быть водонепроницаемыми.

### 5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Лабораторные исследования могут оказать негативное влияние на все компоненты окружающей среды - биосферу, атмосферу, гидросферу и литосферу. В результате воздействия загрязнителей воздух, почва и вода загрязняются. Негативные явления. Примерами являются кислотные осадки в атмосфере, разрушение озонового слоя, нарушение кислотности почвы и другие явления. Это отрицательно сказывается на здоровье населения.

Воздействие в атмосферу происходит, когда химические пары всасываются через вытяжную вентиляцию. Однако стоит отметить, что объемы реагентов, использованных в одном эксперименте, генерируют небольшое количество вредных газов / аэрозолей. Значения предельно допустимых концентраций регулируются [16] и для использования в исследованиях веществ представлены в таблице 5.

Таблица 5 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	№ CAS	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Преимуществ. агр. состояние	Класс опасности
Натрий хлорид	7647-14-5	5	а	3
Калий хлорид	7447-40-7	5	а	3
Натрий карбоксиметилцеллюлоза	–	10	а	3
Щелочи едкие (в пересчете на гидроксид натрия)	–	0,5	а	2

Модели буровых растворов утилизируются через систему водоотведения и канализации, воздействие на гидросферу характеризуется качеством обработки стоков городскими очистными сооружениями. Воздействие на литосферу может быть также оценено качеством обработки стоков, после очистки вода попадает в окружающую среду.

### 5.3.3 Обоснование мероприятий по защите

При проведении экспериментов следует соблюдать инструкции и правила безопасности, разработанные для этой лаборатории.

Поскольку концентрации образующихся газов невелики, достаточным методом защиты атмосферного воздуха будет распыление очищенных газов в атмосферном воздухе за счет вытяжной вентиляции. Для удаления возможных механических примесей вы можете использовать угольный фильтр в канале вытяжной вентиляции (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Угольный фильтр «Клевер» для вытяжной вентиляции для очистки воздуха от механических примесей

Для защиты гидросферы в лаборатории необходимо применение приборов с физико-химическими методами очистки. Распространена технология адсорбции с использованием активированного угля, которая позволяет получать остаточные концентрации основных загрязняющих веществ ниже нормативных значений. Также необходимы процессы флотации и ионного обмена. Так как площадь комнаты поскольку лаборатории недостаточно для установки полноценных очистных сооружений, будет достаточно заключить договор с компанией по очистке сточных вод. В подвале планируется установить резервуар с объемом ежедневного потребления воды, куда будут поступать стоки из лаборатории. Оттуда сточные воды будут собираться специальной машиной для очистки сточных вод от химикатов и загрязнений.

## **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований**

Объектом научных исследований являются полимерно-глинистые системы. Аварийные ситуации, инициируемые объектом исследования, отсутствуют.

### **5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований**

Возможные аварийные ситуации в лаборатории включают пожар. Такая ситуация может возникнуть в случае короткого замыкания в проводке или в случае неисправности электрических устройств. Пожар также может возникнуть, если печь не используется должным образом. Нормы и требования пожарной безопасности установлены ГОСТ 12.1.004-91 [12].

Согласно НПБ 105-03 [17] исследовательская лаборатория может Отнести к категории помещений В -4 "пожароопасно", так как в нем есть твердые горючие и негорючие вещества и материалы (деревянная мебель, бумага и т. д.).

Чтобы предотвратить проявление вышеуказанной аварийной ситуации, необходимо провести организационные, технические, эксплуатационные и эксплуатационные мероприятия по предотвращению пожаров. Организационные мероприятия включают проведение огневой подготовки один раз в год.

Ежедневные работы должны быть очищены от горючих исследовательских отходов. Работы, связанные с выделением токсичных веществ, следует проводить только в исправных вытяжных шкафах. Персонал лаборатории должен знать местонахождение средств пожаротушения и иметь возможность использовать их в случае пожара. В лаборатории запрещено:

- загромождать проход, а также переход к средствам пожаротушения;
- мыть полы с использованием легковоспламеняющихся жидкостей;
- оставлять бумагу и ветошь в рабочей зоне;
- хранить любые вещества с неизвестными пожароопасными свойствами в лабораторных помещениях;
- использовать электронагреватели с открытой спиралью;
- при включении электронагревателей удалите случайно пролитые горючие жидкости.

Технические меры предусматривают установку и эксплуатацию электроустановок в соответствии с правилами электроустановок [11]. Обязательным условием является наличие пожарной сигнализации, которая при срабатывании незамедлительно оповестит людей о необходимости эвакуации. Лаборатория должна быть оснащена противопожарным оборудованием, таким как огнетушители. Углекислотные огнетушители ОУ-2 предназначены для тушения воспламенения различных веществ, за исключением тех, чье горение происходит без доступа воздуха, а также в электроустановках под напряжением до 1000В.

Профилактические меры включают запрет курения в лаборатории. Эксплуатационные меры заключаются в том, что при обнаружении дефектов в изоляции приборов, неисправностей, штекеров, розеток, а также, при необходимости, незамедлительно уведомлять лицо, ответственное за противопожарное состояние лабораторий. Все неисправности существующего электрооборудования должны устраняться серьезным специалистом-энергетиком.

Запрещено ремонтировать и нести живое электрооборудование. Порядок действий в экстренных случаях:

- выключить электрооборудование;
- отключить вентиляцию;
- немедленно сообщить об инциденте по телефону в пожарную часть - 01, 101, 112 (необходимо указать адрес объекта, место пожара, свою фамилию);
- сообщить начальнику лаборатории охраны и охраны здания №19 по телефону;
- при необходимости отключить электричество;
- принять меры по борьбе с пожарами с использованием основных средств пожаротушения;
- при необходимости удалить горючие вещества и материалы из огня .

## Заключение

По результатам теоретического анализа литературных источников определена важность и сложность исследуемой проблемы. Бурение является одним из способов найти углеводороды в форме газа, масло или конденсат. Наиболее важной целью является достижение глубины безопасно, быстро и экономно. использование бурового раствора также является абсолютным определить успех или провал операции бурения. Использование бурового раствора неправильный может вызвать большие проблемы. Одной из этих проблем является негативное влияние на реологические свойства буровых растворов при воздействии высоких температур и условий высокого давления и загрязнении солями, которые часто встречаются во время бурения в или на морских операциях.

В результате исследования сравнивали акрилитный и синтетический тип полимера с использованием различных концентраций соли NaCl. Показано, что соль оказывает воздействие на оба полимера, о чем свидетельствует пониженный уровень вязкости водно-полимерного раствора.

В данной работе предложена формула для дальнейших исследований. Мы узнали, как соль влияет на них в растворе полимера. В этом исследовании уже изучалось влияние соли на полимеры на основе акриламида, которые коммерчески представлены и используются в промышленности, однако их низкая солеустойчивость является одним из больших недостатков, когда в буровом растворе присутствует загрязнение соли.

После этого исследования планируем работать над жидкостями и оценивать их в бентонитовом буровом растворе. Следующим шагом является предложение нового полимера, который борется с этим разрушительным действием солей.

## Список литературы

1. B. Basirat, C. Vipulanandan, D. Richardson, Proceedings of THC-IT Conference & Exhibition, 2013.
2. F. Wang, X. Tan, R. Wang, M. Sun, L. Wang, J. Liu, Pet. Sci. 9 (2012) 354–362.
3. J.K. Fink, Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids, first ed., Elsevier, GPP, Oxford, UK, 2012.
4. J. Nasser, A. Jesil, T. Mohiuddin, M. Al-Ruqeshi, G. Devi, S. Mohataram, World J. Nano Sci. Eng. 3 (2013) 57–61.
5. K. Ali, C. Vipulanandan, D. Richardson, Proceedings of CIGMAT Conference & Exhibition, 2013.
6. K. J. Hassiba, and M. Amani. 2013. The effect of salinity on the rheological properties of water based mud under high pressures and high temperatures for drilling offshore and deep wells. Earth Science Research 2 (1): 175–86.
7. Минибаев В.В., Ильин И.А., Пестерев С.В. Эффективность полисахаридных реагентов в буровых растворах различной степени минерализации среды. // Бурение и нефть. – 2009. – № 10. – С. 48-55.
8. M. Amani, M. Al-Jubouri, A. Shadravan, Adv. Petrol. Explor. Dev. 4 (2) (2012) 18–27.
9. M.K.G. Alaskari, R.N. Teymoori, IJE Trans. B: Appl. 20 (3) (2007) 283–290.
10. Mustafa, V. K., and A. K. Tolga. 2004. Determination of rheological models for drilling fluids (a statistical approach). Energy Sources 26 (2):153–65.
11. Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Каменский Л.А., Федоровская В.А. Полимерные буровые растворы. Эволюция «из грязи в князи». // Бурение и нефть. – 2014. – № 12. – С. 25-30.
12. Сагитов Р.Р., Минаев К.М., Захаров А.С., Королев А.С., Минаева



Д.О. Исследование понизителей фильтрации буровых растворов на основе карбоксиметильных эфиров крахмала и целлюлозы. // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 11. – С. 102-105.

13. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные факторы производства»

14. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы

15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий

16. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)

17. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

18. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров / С.В. Белов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2013. – 682 с.

19. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве

20. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

21. Инструкция о мерах пожарной безопасности в научно-инновационной лаборатории «Буровые промывочные и тампонажные растворы»

22. Инструкция № 13-107 по охране труда для работающих с химическими веществами. Научно-инновационная лаборатория «Буровые промывочные и тампонажные растворы»

23. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие

требования и номенклатура видов защиты

24. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

25. Правила устройства электроустановок. Шестое издание, переработанное и дополненное, с исправлениями, 2002

26. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением №1)

27. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности

28. ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

29. ГОСТ 17.1.3.06–82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

30. СП 2.1.5.1059–01 Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения.

## Приложение А

# Investigation of polyacrylamide-based polymers using in drilling fluids

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Курниаван Тэдди		

Руководитель ВКР Минаев Константин Мадестович

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Минаев Константин Мадестович	к. х. н,		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гутарева Надежда Юрьевна	к. п. н		

The success of the construction of oil and gas wells mainly depends on the composition and properties of drilling fluids, which should ensure safety, trouble-free drilling and high-quality opening of the reservoir. The use of drilling fluids and the regulation of their properties requires significant cash costs, time spent on their chemical treatment and cleaning.

Flushing fluids have a huge range of functions, they not only remove the fracture products from the well, cool the rock cutting tool, transfer hydraulic energy to the downhole motor, contribute to the destruction of the bottom hole, but also provide prevention and elimination of complications, opening of reservoirs and generally improves the quality of drilling operations oil and gas and perform many more additional special functions. A large number of drilling fluid functions, restrictions and application requirements, the complication of geological and technical drilling conditions due to increasing depths and access to the sea and the far north have contributed to the development of the drilling fluid market and the list of drilling systems and reagents is currently huge and amounts to more than 1,500 items.

The preparation of complex drilling fluid systems, the determination of parameters and the operational control of their quality during drilling, processing with various chemical reagents, require knowledge of physical, colloidal inorganic and organic chemistry.

## **1. The function of drilling fluids**

### **1.1 Destruction the bottom of the well**

One of the most important operations of well construction is the destruction of the bottom of the well. Flushing cannot be considered a secondary operation in the destruction of the face, especially when drilling loose rocks, when they are washed out on the face due to the hydro-monitor effect by a high-speed jet of drilling mud flowing from the bit nozzles, makes no less contribution to the speed of the well bore than mechanical destruction of the face by rotating cutting elements chisels. In order to intensify the erosion of the face by circulating drilling fluid, compositions of

highly abrasive solutions (abrasive-jet drilling) are used. To maximize the use of the kinetic energy of the drilling fluid jet flowing out of the nozzles to destroy the face, the hydraulic power applied to the bit or the force of the hydraulic impact of the jet against the face are increased to the maximum. And in fact, and in other cases, they are trying to realize the necessary supply of mud pumps while bringing the drilling fluid injection pressure to the upper limit.

### **1.2 Control subsurface pressures, maintaining well control**

Drilling fluid is very important to maintain control of the well. Sludge is pumped through the drill string, through the bits and supports the annular space. In open wells, the hydrostatic pressure generated by the mud string is used to compensate for the increase in reservoir pressure, which otherwise could lead to formation of formation fluid in the well, which could lead to loss of control of the well. However, the pressure exerted by the drilling fluid should not exceed the pressure of the rock fracture itself; otherwise, the mud will go into a reservoir state known as loss of circulation.

### **1.3 Remove drill cuttings from beneath the bit and circulate them to the surface**

Circulating drilling fluid brings pieces to surface rock fragments formed by bits. Maintaining the ability of fluid to transport this solid part through a hole its through put is key to efficient drilling and minimizing the likelihood of pipe congestion. To achieve this, drilling fluid specialists work with the driller to carefully balance the rheology and flow rate of the slurry to adjust the flow rate, while avoiding the equivalent circulation density the actual sludge density plus pressure drop in the annulus above a certain point in the well. Uncontrolled high density can cause circulation to disappear.

### **1.4 Maintain wellbore stability, mechanically and chemically**

Key components of borehole stability include density adjustment, minimizing hydraulic erosion, and clay control. Density is maintained by slightly balancing the

weight of the mud column and pore pressure in the formation. The engineers minimize the effect of hydraulic erosion by balancing the hole geometry with cleaning requirements, fluid flow, and annular flow rates. The clay control process is complex. Clay in some formations extends to water, while others are scattered. To some extent, these effects can be controlled by changing the properties of the drilling fluid. Regardless of the approach used, monitoring the effects of the fluid on the formation helps to control the drill hole and the integrity of the cuttings, and also provides cleaner and easier maintenance of drilling fluids.

### **1.5 Transmit hydraulic energy to the drill bit and downhole tools**

Drilling fluid is drained through nozzles at the end of the bit. Hydraulic energy released from the reservoir weakens and raises the part from the reservoir. This energy also enhances downhole motors and other equipment that drives bits and receives real-time drilling or formation data. Data collected in the well is often transmitted to the surface using telemetry using a drill pulse, a method that uses pulses of pressure through a mud column to send data to the surface.

### **1.6 Cool and lubricate the drill string and bit**

When drilling fluid passes through and around the rig, it helps cool and lubricate the bits. Thermal energy is transferred to the drilling fluid, which transfers heat to the surface. In very hot drilling conditions, heat exchangers can be used on the surface to cool the drilling fluid.

Another function, related to:

- Allow adequate formation evaluation.
- Provide a completed wellbore that will produce hydrocarbons.
- Suspend or minimize the settling of drill cuttings or weight material when circulation is stopped, yet allow the removal of drill cuttings in the surface fluids processing system.

- Form a low permeability, thin and tough filter cake across permeable formations.

The performance of these functions depends upon the type of formation being drilled and the various properties of the drilling fluid. Often, compromises are necessary due to a variety of factors. The selection and design of a particular drilling fluid and its properties depends on the complexity of the well being drilled, subsurface pressures and temperatures, logistics, cost and local experience. Drilling fluid performance is also affected by the drilling equipment being used.

The properties of the drilling fluid should be adjusted to the hydraulics available for the drilling operation and the well design. Rate of penetration (ROP) and bit life can be improved by optimizing the hydraulic horsepower at the bit, especially for roller cone bits. The ROP and bit life for polycrystalline diamond compact (PDC) cutter bits is improved when an adequate flowrate is used with minimal overbalance. Drilling fluid properties and circulation rates determine the parasitic pressure losses in the drill string and the available pressure at the bit for optimized drilling performance. The ROP is also affected by the density of the mud and nature of the suspended solids. Regular and complete tests are essential to the control of mud properties. The interpretation of the results of these tests and treatments to maintain appropriate fluid properties is vital to the success of the drilling program.

## **2. Viscosity**

Viscosity is a measure of the drilling fluids internal resistance to flow, or how thick or thin it is. Drilling fluids are non-Newtonian, meaning that their viscosity is not constant for all shear rates. These non-Newtonian fluids behave very differently than liquids like water or oil which are Newtonian with a constant viscosity regardless of shear rate. Non Newtonian drilling fluids are shear thinning such that they have lower viscosity at high-shear rates and higher viscosity at low-shear rates. This is desirable for drilling where minimum pressure losses are wanted for the high-

shear conditions inside the narrow bore of the drill string. Higher viscosity is wanted in the low-shear conditions of the larger annulus.

Viscosity depends on the viscosity of the base liquid and the type and concentration of solids in the drilling fluid. Viscosity is usually higher for higher density fluids due to the increased concentration of weight material such as barite. As a general rule, thicker fluids are needed for larger diameter hole sizes and thinner fluids are needed for smaller hole sizes which have smaller annular flow areas.

Viscosity is measured with two primary tools;

a) the Marsh funnel (Figure 1) which is used to frequently measure relative changes in viscosity.

b) a direct reading viscometer (Figure 2), which is used to measure the viscosity, gel strengths, and non-Newtonian characteristics precisely.



Figure 1: Drilling fluid balance and Marsh funnel are used to measure fluid viscosity





Figure 2: Direct indicating viscometer (6 speed).

The Marsh funnel is used to monitor relative changes in viscosity and is commonly reported as “funnel viscosity”. The Marsh funnel viscosity is reported as the number of seconds required for a given fluid to flow a volume of 1 qt into a graduated mud cup. Its design and calibration can be verified using water. One quart of fresh water should be collected in 26 ( $\pm 0.5$ ) sec at a temperature of 70 ( $\pm 5$ ) °F.

A direct indicating rotational viscometer is used to measure the viscosity at different shear rates to determine the rheology model coefficients. For field operations, the Bingham plastic rheology model coefficients of plastic viscosity (PV) and yield point (YP) are monitored. These two coefficients are used to monitor the non-Newtonian properties of the drilling fluid. These viscometers indicate the shear stress as a “dial unit” or “degree” ( $\Theta$ ) at a given shear rate (one dial unit equals about 1 lb/100 sq ft). The dimensions of the direct indicating viscometer are selected so that the PV and YP can be quickly calculated from the shear stress values measured at shear rates of 600 and 300 rpm. The PV in centipoise (cps) is calculated from the 600-rpm dial reading ( $\Theta_{600}$ ) minus the 300-rpm dial reading ( $\Theta_{300}$ ). The YP in lb/100 sq ft is then calculated from the 300-rpm dial reading minus the PV.

Viscosity should be measured and reported at standard temperatures which are usually 120°F for most wells or 150°F for high-temperature wells. Shear stress values should also be measured at other shear rates for improved accuracy when calculating pressure losses and when cleaning the hole. Typical six speed shear rates are taken at 600, 300, 200, 100, 6 and 3 rpm. The Bingham plastic YP overestimates the real YP for most drilling fluids as well as the shear stress values at lower shear rates. For this reason, using better rheology models such as the Herschel Bulkley model is recommended for improved accuracy.

The PV depends mainly on the concentration of solids and the viscosity of the base liquid. It is representative of high shear rate viscosity such as is present inside the bore of the drill string. The YP is a measure of the degree of non-Newtonian shear thinning behavior (increased thickening at low shear rates is implied from higher YPs). The YP is a result of the attractive forces between particles in the fluid at lower shear rate conditions. It is also a measure of the hole cleaning capabilities of a fluid in vertical intervals. Often, a low shear-rate yield point (LSRYP) is calculated using the shear stress values at 6 rpm and 3 rpm to better evaluate the real YP, the hole cleaning potential and the propensity for having barite sag.

### **3. Gel strengths**

Gel strengths refer to the shear stress required to initiate flow after static periods of time. They are a measure of the degree of gelation that occurs due to the attractive forces between particles over time. Higher gel strengths are reported in the same units as YP (lb/100 sq ft). Sufficient gel strength will suspend drill cuttings and weighting materials during connections and other static conditions. Gel strengths directly affect surge and swabbing pressures when making connections, tripping pipe or running casing.

They also affect the pressure required to “break circulation” and the ease of releasing entrained gas or air. Gels are determined using the same direct indicating rotational viscometer as is used for viscosity. They are measured by observing the

maximum shear stress value while slowly turning the rotor or by using the 3-rpm setting after being static for some period of time. Standard values for gel strength are taken after 10 second, 10 min and sometimes after 30 min. The change in gel strength values between these time periods also give an indication if the fluid is continuing to gel with longer periods of time (called progressive gels) or if it has reached a relatively constant value (called flat gels).

#### **4. Filtration or fluid loss**

Fluid loss is a relative property of liquids that can attack permeable formations through stored solids of mud. This liquid is called filtrate and stored solids are called cake filters. There are two standard filtration tests that are used to measure the volume of filtrate which is done after 30 minutes after using filter paper. This test is a low temperature / low pressure fluid loss tested, they are called by name of the American Petroleum Institute (API) test. Results are reported as the milliliters (ml) which flow through a 7.1-sq in. area. The HTHP filtration test unit is a half-area (3.5-sq in.) press; therefore, the measured filtrate value is doubled for reporting. Filter cake thickness is measured and reported in units of 1/32 in. (or millimeters where SI units are used). A filter cake thickness of 3 means 3/32 in.

The basic filtration test is called the low-temperature/ low-pressure or API fluid loss test and is performed at ambient temperatures and 100 psi. The more advanced test is the HTHP filtration test that is performed at a temperature closer to the bottom-hole temperature and at a 500-psi differential pressure. While there is no standard temperature for the HTHP test, temperatures between 275°F and 325°F are often set as the standard. This, of course, is dependent on the area and operator. The HTHP test should preferably be run at the actual bottomhole temperatures and differential pressures existing in the wellbore, if possible.

Filtration rate and filter cake thickness are both monitored and reported properties. High fluid loss and thick filter cakes significantly increase the possibility of having differentially stuck pipe. A desirable filter cake is one that has ultralow

permeability and is thin, tough, compressible and slick (lubricious). These desirable properties cannot be determined from the fluid loss values alone and many low fluid loss drilling fluids do not have a good quality filter cake. A desirable filter cake is achieved by minimizing the drill solids content (colloidal-sized solids) of the drilling fluid and maintaining the proper concentration of filtration control additives. For most WBMs, the best quality filter cake is achieved by using an adequate quantity of high-quality bentonite. There are many factors affecting filtration control including: thermal stability of the system; concentration, size, and type of solids; the type and concentration of filtration control additives being used; and the presence of any contaminants in the mud. Filtration control comes with increased cost. Local experience and the frequency of stuck pipe should be used to establish the target values for fluid loss and filter cake for the formation and hole interval.

## **5. Polymers**

A polymer is a macromolecule that includes small, identical, repeating unit monomers. Polymerization takes place when the monomers are joined together in the form of a large polymer molecule. Polymers may have a molecular weight of millions of units, or they may contain only a few repeating units. Polymers that have only a few repeating monomer fragments are called oligomers.

To represent the written formulas of the polymer formula, the empirical formula of the simplest repeating unit is represented with a link  $n$ . The polymer obtained as a result of polymerization contains “ $n$ ” repeating units in the form of a long chain. The number “ $n$ ” indicates the degree of polymerization. Polymers typically have a degree of polymerization of greater than 1000.

Homo-polymers contain only one monomer. Examples of homo-polymers are polyethylene, polypropylene and polystyrene. Monomers can be present in various ratios and at various positions in the polymer chain. Copolymerization opens up much greater flexibility in the design of polymers.

## **5.1 Polymer Classification**

Polymers for drilling fluids can be classified by chemical composition, or they can be classified simply by their origin: natural and synthetic.

### **5.1.1 Natural polymers**

Natural Polymers are polymers that occur naturally. They are compounds produced from the metabolic processes of living things. Simple examples of natural polymers are natural rubber, starch, cellulose and protein. The limited amount and nature of natural polymers that are less stable when heating, easy to absorb water, and difficult to form causes the use of polymers to be limited.

Most common of the types of polymer that used in drilling:

#### **Guar gum**

Guar gum is natural polymer which before needed using only a little processing. The source of guar gum are grains of frost-resistant annual bean culture cultivated in pcs. Texas. The plant has pods containing five grains. The resin containing endosperm accounts for approximately 40% of the grain weight.

Guar gum is a branched chain non-ionic polysaccharide, or galactomannan (Figure 8.5). The molecular weight of the product is approximately 200 thousand. On average, every second mannose group in a straight chain contains a galactose branch. Each repeating element of the chain has nine reactive hydroxyl groups, due to which guar gum can form derivatives with substances such as ethylene oxide and the like. However, in the preparation of derivatives, a relatively small number of hydroxyl groups enter the reaction; therefore, the new guar polymer retains its basic structure, but has improved characteristics for certain applications (for example, for hydraulic fracturing).

Guar gum forms viscous solutions in both fresh and mineralized water at concentrations from 3 to 6 kg / m<sup>3</sup>. This means that guar gum should be used in low solids solutions. Guar gum is added to reduce filtration and increase wellbore stability. It quickly decomposes at temperatures above 65 ° C, which allows it to be

used only in shallow wells. The effect of this resin on viscosity decreases with increasing temperature.

Like starch, guar gum is susceptible to the action of microorganisms if high pH and mineralization are not maintained, and bactericides are absent. Enzymes that are usually present in the resin or coming into it from the environment, destroy the resin with the formation of substances with acidic properties. When using guar gum in water drilling, acid formation is considered a sign of destruction of the filter cake deposited on the aquifer. When methylene blue is added with guar gum, the disappearance of a blue color indicates that substances with acidic properties have formed. Sometimes the gas generated by the decomposition of the resin affects the results of standard studies on the presence of putrefactive bacteria, and water is mistakenly declared unsuitable for drinking.

When guar gum is added in small concentrations to the water used to flush the borehole, flocculation of cuttings occurs. In this case, for its deposition, it is necessary that reserves have a large surface area on the rig. The concentration and colloidal activity of the sludge should be low, so the flocculation process is ineffective when quickly drilling shales, similar to those found in the northern coast of the Gulf of Mexico.

Borate ions are able to form cross-links between the chains of hydrated guar gum, which provides extremely viscous suspensions at low resin concentrations. For example, at pH = 9–10, the viscosity of a solution containing 0.25% guar gum and 0.05% sodium tetra-borate can be 6 Pa s. When the pH decreases to a neutral value, a reverse reaction occurs, and thickening occurs when the pH rises to –10. In some cases, it is possible to stop absorption in a shallow well by injecting a solution of hydrated guar gum and borate thickening in the absorption zone into it.

Guar gum derivatives formed during its reaction with alkaline oxides, such as ethylene and propylene oxides, are recommended as components of clay-free solutions for well overhaul.

- **Xanthan gum**

Xanthan gum is a natural polymer (biopolymer), although in fact it is obtained artificially rather than naturally. The bacterium *Xanthomonas campestris* produces resin throughout its life cycle through a complex enzymatic process. Xanthan is soluble in water, has weakly expressed anionic properties and the highest branching of its macromolecule. It has a molecular weight of 2 to 3 million units, which is relatively high for drilling fluids.

Xanthan polymer gives pseudo-plastic or liquefying fluid with increasing shear rate and gel-like structures. As soon as shear rate increases, viscosity gradually decreases. Under the influence of high shear rates, for example, in drill pipes, the viscosity of the drilling fluid decreases. Under the influence of very high shear rates observed in the drill bit nozzles, the fluid is liquefied. It is radically until it becomes almost like water. When exposed to low shear rates, in the annulus, for example, hydrogen bonds form again and the viscosity increases. Under static conditions, xanthan fluids exhibit thixotropic characteristics, providing gel structures.

### **5.1.2 Synthetic polymers**

Synthetic polymers are obtained by chemical means from the oil and gas products. In contrast, from natural and modified natural polymers, synthetic polymers constructed from relatively small molecules. Synthetic polymers provide almost unlimited flexibility in their design. Their size and chemical composition can be kinder us to obtain properties for ensuring almost all functions.

Many of these products are synthesized by direct polymerization, others as a result of second-order reactions. As an example of synthesis, consider acrylic polymers consisting of carbon, hydrogen, oxygen and nitrogen. A large number of water-soluble polymers can be synthesized from these elements. Acrylic acid can be formed from acrylonitrile ( $\text{CH}_2: \text{CHCN}$ ) as the starting compound, then it is polymerized and sodium polyacrylates is obtained by neutralization with sodium hydroxide. If the polymerized acrylonitrile is treated with sodium hydroxide, a

polymer containing amide groups ( $\text{CONH}_2$ ) and sodium carboxylate ( $\text{COONa}$ ) can be obtained. Acrylamide ( $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$ ) can be obtained from acrylonitrile, and neutral polyacrylamide can be obtained after polymerization. A copolymer can be synthesized from acrylic acid and acrylamide [8–9].

The conversion of amide groups to carboxylic groups is called hydrolysis. Regardless of whether the polymer is nonionic, cationic or anionic, the percentage of hydrolyzed groups and molecular weight are considered important factors that influence sludge inhibition. The industry supplies polyacrylamide with a molecular weight of 1 million to 15 million.

The behavior of synthetic compounds in drilling fluids is affected not only by the composition, structure and molecular weight of a particular polymer, but also by the composition and temperature of the system to which they are added. A particular polymer can work as a flow at low concentrations and as a filter reducer at high. These variable factors make it necessary to have an extensive test program before a new product arrives on the market.

Acrylic polymers are more resistant to temperature and microbes than polysaccharides, because acrylic polymers have carbon-carbon bonds in the main chain.