

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Отделение нефтегазового дела

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ НА СООРУЖЕНИЕ РАЗВЕДОЧНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 3300 МЕТРОВ НА ГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b>

УДК 622.143:622.243.22:622.324.5(24:181m3300)(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б52Т	Козлов Александр Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ковалев Артем Владимирович	к. т. н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГСН ШБИП	Киселева Елена Станиславовна	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Фех Алина Ильдаровна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

Инженерная школа природных ресурсов  
 Специальность Нефтегазовое дело 21.03.01  
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
Максимова Ю.А.  
 (Подпись) (Дата)    (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б52Т	Козлов Александр Юрьевич

Тема работы:

<b>ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ НА СООРУЖЕНИЕ РАЗВЕДОЧНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 3300 МЕТРОВ НА ГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1017/с от 08.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30 мая
--	--------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	Геолого-технические условия бурения скважины на нефтяном месторождении (Томская область), с ожидаемым притоком 75000 т/сутки
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Обоснование и расчет профиля (траектории) скважины</b></li> <li>- <b>Обоснование конструкции скважины</b>            (Обоснование конструкции эксплуатационного забоя и выбор способа заканчивания скважины; построение совмещенного графика давлений; определение числа обсадных колонн и глубины их спуска; выбор интервалов цементирования; расчет диаметров скважины и обсадных колонн; разработка схем обвязки устья скважины).</li> <li>- <b>Углубление скважины</b></li> </ul>

	<p>(Выбор способа бурения; выбор породоразрушающего инструмента; расчет осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент; расчет частоты вращения породоразрушающего инструмента; выбор и обоснование типа забойного двигателя; расчет расхода промывочной жидкости; выбор компоновки и расчет бурильной колонны; обоснование типов и компонентного состава буровых растворов; выбор гидравлической программы промывки скважины; технические средства и режимы бурения при отборе керна).</p> <p><b>- Проектирование процессов заканчивания скважин</b> (Расчет обсадных колонн на прочность; расчет наружных избыточных давлений; расчет внутренних избыточных давлений; конструирование обсадной колонны по длине; расчет процессов цементирования скважины; выбор способа цементирования обсадных колонн; расчет объемов и компонентного состава буферной жидкости, тампонажного раствора и продавочной жидкости; выбор типа и расчет необходимого количества цементировочного оборудования; выбор технологической оснастки обсадных колонн; проектирование процесса испытания и освоения скважины; выбор жидкости глушения; выбор типа перфоратора и расчет количества рейсов; выбор типа пластоиспытателя).</p> <p><b>- Выбор буровой установки</b></p> <p><b>- Обзор современных производителей вибрационных сит.</b></p>
<b>Перечень графического материала:</b>	<p>1. ГТН (геолого-технический наряд).</p> <p>2. КНБК (компоновка низа бурильной колонны).</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОГСН ШБИП Киселева Елена Станиславовна
Социальная ответственность	Ст. преподаватель Фех Алина Ильдаровна

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

**Задание выдал руководитель / консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Ковалев Артем Владимирович	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б52Т	Козлов Александр Юрьевич		

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Уровень образования: бакалавриат  
 Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения: осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>8 февраля</i>	<i>Общая и геологическая часть</i>	<i>10</i>
<i>5 апреля</i>	<i>Технологическая часть</i>	<i>40</i>
<i>31 апреля</i>	<i>Специальная часть</i>	<i>20</i>
<i>30 мая</i>	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>15</i>
<i>30 мая</i>	<i>Социальная ответственность</i>	<i>15</i>

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ковалев Артем Владимирович	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Б52Т	Козлову Александру Юрьевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	Нефтегазового дела
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление</b>	Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметы на строительство скважины, расчет механической, рейсовой и коммерческой скоростей бурения.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе бурения скважины согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 20%</i>

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

1. <i>Расчет нормативной продолжительности строительства скважин</i>	<i>Сроки строительства скважин</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Расчет сметной стоимости строительства скважины</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Расчет технико-экономической эффективности</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. <i>Организационная структура управления организацией</i>
2. <i>Нормативная карта</i>

<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 ОГСН ШБИП	Киселева Елена Станиславовна	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Б52Т	Козлов Александр Юрьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Б52Т	Козлов Александр Юрьевич

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Нефтегазового дела</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

<b>Технологические решения для строительства разведочной вертикальной скважины глубиной 3300 метров на нефтяном месторождении</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Данные технологические решения будут использоваться для строительства разведочной вертикальной скважины глубиной 3300 метров на нефтяном месторождении
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 21752-76 ГОСТ 21753-76 ГОСТ EN 894-1-2012 ГОСТ Р ИСО 14738-2007 ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 СП 51.13330.2011 ГН 2.2.5.3532-18 ГН 2.2.5.2308 – 07
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	<b>Вредные факторы:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень шума</li> <li>2. Повышенный уровень вибрации</li> <li>3. Недостаточная освещенность</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul> <p>2.3. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>рабочей зоны</p> <p>4. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе</p> <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся части машин и механизмов,</li> <li>2. Пожаровзрывобезопасность,</li> <li>3. Электробезопасность</li> <li>4. Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)</li> </ol>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>-анализ воздействия объекта на литосферу</p> <p>-анализ воздействия объекта на гидросферу</p> <p>-анализ воздействия объекта на атмосферу</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>-перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</p> <p>-разработка действий в результате возникающей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p> <p>Пожаровзрывоопасность.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику



**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Б52Т	Козлов Александр Юрьевич		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Приобретение <i>профессиональной эрудиции и широкого кругозора</i> в области <i>математических, естественных и социально-экономических наук</i> и использование их в профессиональной деятельности
P2	Уметь анализировать <i>экологические последствия</i> профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение <i>безопасных условий труда</i>
P3	Уметь <i>самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности
P4	Грамотно решать <i>профессиональные инженерные задачи</i> с использованием современных образовательных и информационных технологий
P5	Управлять <i>технологическими процессами</i> , эксплуатировать и обслуживать <i>оборудование нефтегазовых объектов</i>
P6	внедрять в практическую деятельность <i>инновационные подходы</i> для достижения конкретных результатов
P7	Эффективно работать <i>индивидуально и в коллективе</i> по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику
P8	Осуществлять <i>маркетинговые исследования</i> и участвовать в создании проектов, повышающих <i>эффективность использования ресурсов</i>
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые <i>данные для экспериментально-исследовательской деятельности</i> в нефтегазовой отрасли
P10	<i>Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать</i> экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием <i>современных методов моделирования и компьютерных технологий</i>
P11	Способность применять знания, современные методы и <i>программные средства проектирования</i> для составления <i>проектной и рабочей и технологической документации</i> объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 117 страниц, 29 рисунков, 26 таблицы, 45 литературных источников, 7 приложений.

Ключевые слова: бурение, буровая установка, буровой раствор, породоразрушающий инструмент, скважина, конструкция скважины, цементирование, заканчивание скважин.

Цель работы – проектирование вертикальной разведочной скважины глубиной 3300 метров.

В процессе работы был составлен проект на строительство вертикальной разведочной скважины на газ глубиной 3300 м (по вертикали).

Разработаны мероприятия по организации строительству, охране труда и окружающей среды.

В работе рассмотрен вопрос: Обзор современных производителей гидроциклонов и вибрационных сит (формирование списка производителей, модельного ряда, выделение характерных особенностей)

Дипломная работа выполнена с учетом современных достижений в области техники и технологии строительства нефтегазовых скважин.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word. Расчеты проведены с помощью программного обеспечения Microsoft Excel, презентация представлена в программе Microsoft Office PowerPoint, графический материал выполнен в программе «CoreIDRAW».

## СОКРАЩЕНИЯ

- ВЗД – винтовой забойный двигатель;
- ОТТМ – муфтовое резьбовое соединение обсадной трубы, трапецеидальная;
- ОТТГ – муфтовое резьбовое соединение обсадной трубы, герметичная;
- КПО – кумулятивное перфорационное оборудование;
- МСП – механическая скорость проходки;
- КНБК – компоновка низа бурильной колонны;
- УБТ – утяжеленные бурильные трубы;
- ТБВК – трубы бурильные стальные бесшовные с высаженными внутрь концами и коническими стабилизирующими поясками;
- ОЗЦ – ожидания затвердения цемента;
- СПО – спуско-подъемные операции;
- ЗУМППФ – зона успокоения механических примесей пластового флюида;
- ПВО – противовыбросовое оборудование;
- УВ – условная вязкость;
- ПВ – пластическая вязкость;
- БУ – буровая установка;
- БК – башмак колонный;
- ЦКОД – центральный клапан обратного действия;
- ЦЦ – центратор цементирующий;
- ГЦУ – головка цементирующая универсальная;
- ПРП-Ц – пробка разделительная продажная цементирующая.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1 ОБЩАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>17</b>
1.1 Геологические условия бурения скважины .....	17
1.2 Характеристика нефтеводоносности месторождения (площади).....	18
1.3 Зоны возможных осложнений .....	19
<b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА .....</b>	<b>20</b>
2.1 Обоснование и расчет профиля (траектории) скважины .....	20
2.2.1 Построение совмещенного графика давлений.....	20
2.2.2 Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска .....	21
2.2.4 Расчет диаметров скважины и обсадных колонн .....	22
2.2.5 Проектирование обвязки обсадных колонн .....	22
2.3 Углубление скважины.....	22
2.3.1 Выбор способа бурения.....	22
2.3.2 Выбор породоразрушающего инструмента .....	23
2.3.3 Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород.....	23
2.3.4 Расчет частоты вращения породоразрушающего инструмента.....	23
2.3.5 Выбор и обоснование типа забойного двигателя .....	27
2.3.6 Выбор компоновки и расчет бурильной колонны .....	28
2.3.7 Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов .....	29
2.3.8 Выбор гидравлической программы промывки скважины .....	31
2.3.9 Технические средства и режимы бурения при отборе керна .....	31
2.4 Проектирование процессов заканчивания скважин .....	32
2.4.1 Расчет прочностных характеристик обсадных колонн.....	32
2.4.1.1 Расчет наружных избыточных давлений .....	33
2.4.1.2 Расчет внутренних избыточных давлений .....	34
2.4.1.3 Конструирование обсадной колонны по длине .....	35
2.4.2 Расчет и обоснование параметров цементирования эксплуатационной колонны .....	36
2.4.2.1 Обоснование способа цементирования .....	36

2.4.2.2 Расчет объёмов и компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора. ....	36
2.4.3 Выбор типа и расчёт необходимого количества цементирующего оборудования.....	37
2.4.5 Проектирование процесса испытания и освоения скважины .....	39
2.4.5.1 Проектирование перфорационного оборудования для вторичного вскрытия продуктивного пласта .....	39
2.4.5.2 Проектирование пластоиспытателя.....	40
2.5 Выбор буровой установки .....	40
<b>3 ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИОННЫХ СИТ.</b> .....	<b>42</b>
<b>4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>64</b>
4.1 Основные направления деятельности ОАО «Востокгазпром».....	64
4.1.1 Организационная структура управления предприятием.....	65
4.2 Расчет нормативной продолжительности строительства скважин.....	66
4.2.1 Расчет нормативного времени на механическое бурение .....	67
4.2.2 Расчет нормативного времени на спускоподъемные операции.....	67
4.2.4 Расчет нормативного времени ожидания затвердевания цемента.....	70
4.2.5 Расчет нормативного времени на разбуривание цементной пробки.....	70
4.2.6 Расчет нормативного времени на геофизические работы.....	72
4.2.7 Расчет затрат на прочие вспомогательные работы, не учтенные укрупненными нормами.....	72
4.2.8 Расчет нормативных затрат времени на проведение ремонтных работ.....	72
5. Расчет технико-экономических показателей.....	73
<b>5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....</b>	<b>75</b>
5.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	76

5.2. Производственная безопасность.....	77
5.2.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	
Расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли.....	79
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия.....	85
5.3 Экологическая безопасность.....	86
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	87
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>90</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>91</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>95</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</b>	<b>100</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В.....</b>	<b>103</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....</b>	<b>108</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....</b>	<b>111</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ З .....</b>	<b>116</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Добыча нефти и газа играет важную роль в развитии инфраструктуры страны, добытые ископаемые являются не только отличными горюче-смазывающим материалам, но и хорошо применяются в химической промышленности.

Одним из эффективных средств разведки и эксплуатации нефти-газовых месторождений является бурение глубоких скважин. Важно отметить что бурение нефтегазовых скважин – это трудоемкий и сложный технологический процесс, который состоит из многочисленных операций. Проектирование конструкции скважины, выбор бурового инструмента и гидравлической программы являются важнейшим технологическим этапом перед бурением. Они определяют эффективность и успех строительства скважины, экономическую эффективность разведки и разработки месторождений газа и степень развития нефтегазовой промышленности в целом.

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой проект на строительство вертикальной разведочной скважины. Данная работа включает в себя решение многих вопросов в основных сферах проектирования скважины, а это, технологические, экономические и социальные. В специальной части работы рассматриваются современные производители гидроциклонов и вибрационных сит.



# 1 ОБЩАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Геологические условия бурения скважины

В подразделе приводятся стратиграфический разрез скважины, элементы залегания и коэффициент кавернозности пластов, литологическая характеристика и физико-механические свойства горных пород по разрезу скважины, сведения по градиентам пластового, порового, горного давлений и давления гидроразрыва пород, приведенных к глубине исследования, данные представлены в приложении А.

Стратиграфический разрез скважины, элементы залегания и коэффициент кавернозности интервалов представлен в таблице А.1 приложения А.

Литологическая характеристика разреза скважины – в таблице А.2 приложения А.

Физико-механические свойства пород по разрезу скважины – в таблице А.3 приложения А.

Физико-механические свойства. Продуктивный пласт в интервале 3235–3330 метров представлен известняком, плотностью 2750 кг/м<sup>3</sup>.

Давление по разрезу скважины представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Давление по разрезу скважины

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Градиент			
			пластового давления	порового давления	гидроразрыва пород	горного давления
	от	до	доли ед.	кгс/см <sup>2</sup> на м	кгс/см <sup>2</sup> на м	кгс/см <sup>2</sup> на м
1	2	3	4	5	6	7
Q	0	20	0,1	-	0,200	0,22
Pg <sub>3</sub> nk	20	180	0,1	-	0,200	0,22
Pg <sub>2-3</sub> cg	180	350	0,1	-	0,190	0,22
Pg <sub>2</sub> ll	350	370	0,1	-	0,190	0,22
Pg <sub>1</sub> tl	370	410	0,1	-	0,190	0,22
K <sub>2</sub> gn	410	480	0,1	-	0,190	0,22
K <sub>2</sub> sl	480	530	0,1	-	0,190	0,22
K <sub>2</sub> ip	530	700	0,1	-	0,190	0,22

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
K <sub>2</sub> kz	700	720	0,100	-	0,190	0,22
K <sub>1-2</sub> pk	720	1595	0,100	-	0,190	0,23
K <sub>1</sub> al	1595	1605	0,100	-	0,190	0,23
K <sub>1</sub> kls	1605	2335	0,100	-	0,160	0,23
K <sub>1</sub> tr	2335	2410	0,100	-	0,160	0,23
K <sub>1</sub> klm	2410	2670	0,100	-	0,160	0,23
J <sub>3</sub> bg	2670	2695	0,101	-	0,160	0,24
J <sub>3</sub> vs	2695	2780	0,101	-	0,160	0,24
J <sub>1-2</sub> tm	2780	3095	0,101	-	0,160	0,24
J <sub>1</sub> slt	3095	3120	0,101	-	0,160	0,24
J <sub>1</sub> tg	3120	3140	0,101	-	0,160	0,24
J <sub>1</sub> urm	3140	3235	0,105	-	0,160	0,24
Pz (к.в.)	3235	3250	0,105	-	0,160	0,25
Pz	3250	3330	0,105	-	0,160	0,25

### 1.2 Характеристика нефтеводоносности месторождения (площади)

Характеристика нефтеводоносности, нефтеносности, газоносности месторождения (площади) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Нефтеводоносность, нефтеносность, газоносность по разрезу скважины

Интервалы залегания, м		Тип коллектора	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Свободный дебит, м <sup>3</sup> /сут
от	до			
<b>Водоносность</b>				
0	20	поровый	1,00	20-160
20	180	поровый	1,00	до 300
720	1595	поровый	1,01	100
1605	2670	поровый	1,014	20
2710	2715	поровый	1,02	1-20
2780	3095	поровый	1,02	1-10
3280	3300	поровый	1,02-1,1	0,1-36,7
<b>Нефтеносность</b>				
2695	2710	поровый	0,681	5-10
2715	2745	поровый	0,681	5-10
3140	3165	поровый	0,683	5-10
3185	3270	поровый	0,683	5-10
3235	3270	Порово-трещинновато-каверновый	0,733	5-10
<b>Газоносность</b>				
3235	3250	Порово-трещинновато-каверновый	0,802	96000-300000

### 1.3 Зоны возможных осложнений

Поглощение бурового раствора, осыпи и обвалы стенок скважины, нефтегазоводопроявление, прихватопасные зоны осложнения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Возможные осложнения по разрезу скважины

Прогнозируемые интервалы поглощения по вертикали, м		Тип осложнения	Характеристика и условия возникновения
От	До		
2	3	4	5
0	180	Поглощения бурового раствора	Интенсивность поглощения 1 м <sup>3</sup> /час. Увеличение плотности бурового раствора против проектной, репрессия на пласт более 20% гидростатического давления.
675	1560		
2622	3120		
3235	3330		
0	410	Осыпи и обвалы стенок скважины	Несоответствие параметров бурового раствора проектным значениям, недостаточное противодействие столба бурового раствора на стенки скважины, повышенная водоотдача бурового раствора, неудовлетворительная ингибирующая способность раствора по отношению к глинистым породам разреза, подъём бурильного инструмента с поршневанием, несоблюдение режима долива скважины, несоответствие режима бурения при прохождении отложений, склонных к осыпям и обвалам
720	1595		
1605	2410		
3235	3330		
0	350	Прихватопасные зоны	Несоблюдение проектных параметров бурового раствора, режима промывки, недостаточная очистка забоя от выбуренной породы; причина возникновения: от обвала неустойчивых пород
350	530		
720	1595		
1595	1605		
3235	3330		
0	310	Водопроявления	Несоблюдение параметров БР, снижение противодействия на пласт ниже гидростатического. Превышение скорости подъёма инструмента; тип проявления: перелив воды
720	1595		
1605	2670		
2695	2745	Нефтепроявления	
3140	3215		
3250	3330		
3235	3250	Газопроявления	

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

### 2.1 Обоснование и расчет профиля (траектории) скважины

По геологическому условию проектируется вертикальная разведочная скважина, поэтому профиль скважины принимается вертикальным и проектировочные расчеты не производятся.

### 2.2 Обоснование конструкции эксплуатационного забоя и выбор способа заканчивания скважин

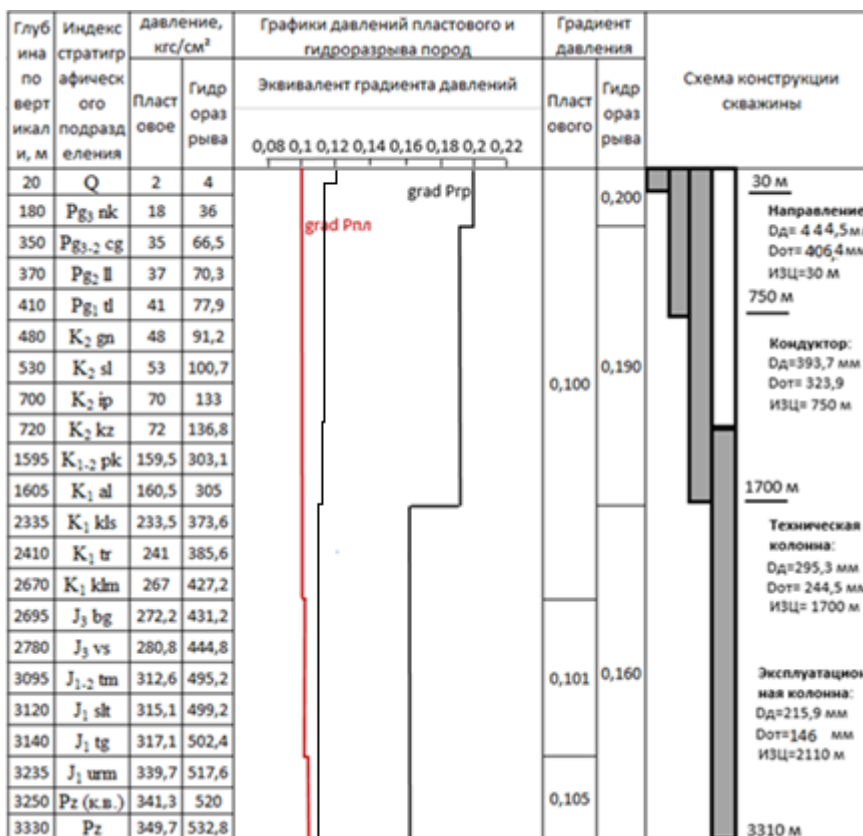
В связи с недостаточной геологической изученностью разреза месторождения и для последующего испытания пласта в закрытом стволе скважины для всех разведочных скважин принимается забой закрытого типа [38, 45].

#### 2.2.1 Построение совмещенного графика давлений

Совмещенный график давлений иллюстрирует изменение по глубине скважины градиентов пластовых давлений, градиентов давлений гидроразрыва пород и градиентов давлений столба бурового раствора [14-20].

Совмещенный график давлений представлен на рисунке 1.

Рисунок 1 – Совмещенный график давлений



Из анализа графика градиентов пластового давления и гидроразрыва пласта видно, что несовместимых интервалов по условию бурения не наблюдается, необходимость в спуске промежуточной (технической) колонны отсутствует.

### **2.2.2 Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска**

1. Направления спускается на глубину 30 м, так как мощность четвертичных отложений составляет 20 м (приложение А, таблица А.1) и с учетом величины перекрытия 10 м для посадки башмака в устойчивые породы. [15,43].

2. Кондуктор исходя из расчетов спускается на глубину 1700м, но это слишком большая глубина для спуска кондуктора (более 1400 м), необходимо дополнительно проектировать промежуточную (техническую) колонну. В итоге, кондуктор спускаем на глубину 750 м, т.к. с этой глубины, согласно прогнозу, физико-механический свойств ГП по разрезу скважины, начинаются породы средней твердости.

3. Техническая колонна спускается на глубину 1700 м с учетом предотвратить итервалы несовместимые по условиям бурения.

4. Глубину спуска эксплуатационной колонны выбираем 3310 м с учетом перекрытия подошвы самого нижнего продуктивного пласта на высоту, рассчитываемую из условия, что на каждые 1000 м. скважины величина перекрытия составляет 10 м, данное перекрытие подошвы последнего продуктивного пласта необходимо для ЗУМППФа

### **2.2.3 Выбор интервалов цементирования**

В соответствии с требованиями правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности предусматриваются следующие интервалы цементирования:

1. Направление: интервал цементирования 0–30 м;
2. Кондуктор: интервал цементирования 0–750 м;
3. Техническая колонна: интервал цементирования на всю глубину спуска и составляет 1700 м.

4. Эксплуатационная колонна цементируется с перекрытием предыдущего башмака на 500 м для газовой скважины. Значит интервал цементирования составляет 2110 м.

#### **2.2.4 Расчет диаметров скважины и обсадных колонн**

По условия геологического задания диаметр колонны под эксплуатационную колонну принимаем равным  $D_{хв} = 146,1$  мм. Диаметр скважины под каждую колонну рассчитывается с учетом габаритного размера колонны (по муфтам) и рекомендуемого зазора между муфтой и стенкой скважины. [41,44].

#### **2.2.5 Проектирование обвязки обсадных колонн**

При выборе противобросового оборудования и колонной обвязки необходимо учитывать величину максимального устьевого давления  $P_{му}$ :

$$P_{му} = 25,69 \text{ МПа.}$$

1. Колонная головка, соответствующая максимальному устьевому давлению: **ОКО2-35-146x245x324 К1 ХЛ.**

2. ПВО, соответствующее высокому пластовому давлению: **ОП5-230/80x35.**

### **2.3 Углубление скважины**

#### **2.3.1 Выбор способа бурения**

Целесообразность применения того или иного способа бурения определяется геолого-техническими условиями. Основные требования к выбору способа бурения, необходимость обеспечения успешной проводки скважины с высокими технико-экономическими показателями. Поэтому способ бурения выбирается на основе анализа статистического материала по уже пробуренным скважинам и соответствующих экономических расчётов.

Способ бурения определяет многие технические решения – режимы бурения, бурильный инструмент, гидравлическую программу, тип буровой установки и, как следствие, технологию крепления скважины.

Для бурения интервала под направление выбираем роторный способ бурения, так-как использование ВЗД не целесообразно, из-за небольшой протяженности интервала. Под кондуктор, техническую и эксплуатационную колонну вы-

бираем совмещенный способ бурения с применением ВЗД, для создания необходимой частоты вращения породоразрушающего инструмента, для эффективного разрушения горных пород.

Запроектированные способы бурения приведены в таблице 4. [16,17,19,20,35,36].

Таблица 4 – Способы бурения по интервалам скважины

Интервал, м	Обсадная колонна	Способ бурения
0–30	направление	роторный
30–750	кондуктор	совмещен с применением ВЗД (винтовой забойный двигатель)
750–1700	техническая колонна	совмещен с применением ВЗД (винтовой забойный двигатель)
1700–3330	эксплуатационная колонна	совмещен с применением ВЗД (винтовой забойный)

### 2.3.2 Выбор породоразрушающего инструмента

Из анализа физико-механических свойств горных пород по разрезу скважины по степени абразивности и по категории буримости для строительства проектируемой скважины выбраны долота типа РС для интервала бурения под направления и PDC для интервала бурения под кондуктор, эксплуатационную колонну и хвостовик, так как они позволяют обеспечить максимальное значение величины механической скорости бурения при минимальном количестве рейсов. [18-20,35].

Характеристики выбранных долот представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики буровых долот по интервалам бурения

Интервал		0-30	30-750	750-1700	1700-3330
Шифр долота		Ш 444,5 М-ЦГВ	БИТ 393,7 В 419 ТСР	БИТ 295,3 В 616 УМ.38	БИТ 215,9 В 713 У
Тип долота		Шарошечное	PDC	PDC	PDC
Диаметр долота, мм		444,5	395,3	295,3	215,9
Тип горных пород		М	М	СТ	СТ
Присоединительная резьба	ГОСТ	3 177	3 171	3 152	3 177
	API	7 5/8	6 5/8	6 5/8	4 1/2
Длина, м		0,52	0,45	0,5	0,3
Масса, кг		210	80	60	20

Продолжение таблицы 5

<b>G, тс</b>	<b>Рекомендуемая</b>	9-27	5-12	2-10	2-12
	<b>Предельная</b>	27	12	10	12
<b>n, об/мин</b>	<b>Рекомендуемая</b>	40–300	80–400	80-400	60-400
	<b>Предельная</b>	-	400	400	300

1. Для бурения интервала под эксплуатационную колонну проектируется долото БИТ 215,9 В 713 У марки СТ (по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения и требуемую проходку на долото. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен средне-твердыми горными породами.

2. Для бурения интервала под техническую колонну проектируется долото БИТ 295,3 В 616 УМ.38 марки СТ (по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения и требуемую проходку на долото. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен средне-твердыми горными породами.

3. Для бурения интервала под кондуктор проектируется долото PDC БИТ 393,7 В 419 ТСП марки М (по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения и требуемую проходку на долото. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен мягкими горными породами.

4. Для бурения интервала под направление проектируется шарошечное долото Ш 444,5 М-ЦГВ (по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен мягкими горными породами, а проектирование долота типа PDC для заданного диаметра скважины не рентабельно.

5. В приведенных первых 3-х случаях выбора долота при использовании шарошечного долота механическая скорость бурения будет меньше, чем с долотом PDC



### 2.3.3 Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород

При расчете осевой нагрузки на долото используют следующие методы:

1. Статистический анализ отработки долот в аналогичных геолого-технических условиях.

2. Аналитический расчет на основе качественных показателей механических свойств горной породы и характеристик долот, применения базовых зависимостей долговечности долота и механической скорости бурения от основных параметров бурения.

3. Расчет из условия допустимой нагрузки на долото, произведен для шарошечных долот и PDC по формулам с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и результат занесен в таблицу.

$$G_1 = \frac{\alpha P_{ш} F}{10^3}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент забойных условий;

$P_{ш}$  – средневзвешенная твердость горных пород по штампу;

$F$  – опорная площадь рабочей поверхности долота.

$$F = 0,03 D_c k_T, \quad (2)$$

где  $k_T$  – число зубцов на рабочей поверхности;  $D_c$  – средний диаметр зубцов, мм.

Расчет осевой нагрузки по интервалам бурения представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Расчет осевой нагрузки по интервалам бурения

Интервал	0-30	30-750	750-1700	1700-3330
<b>Исходные данные</b>				
$\alpha$	1	1	1	
$P_{шт}, \text{кг/см}^2$	200	350	1300	1500
$D_d, \text{см}$	44,45	39,37	29,53	21,59
$\eta$	1	1	1	1
$\delta, \text{см}$	1,5	1,5	1,5	1,5
$q, \text{кН/мм}$	0,2	0,2	0,4	0,6
$G_{пред}, \text{кН}$	270	117,6	98	117,6
<b>Результаты проектирования</b>				
$G_1, \text{кН}$	78	78	117	98
$G_2, \text{кН}$	89	79	118	129
$G_3, \text{кН}$	216	94,08	78,4	93,6
$G_{проект}, \text{кН}$	89	79	78,4	93,6

При бурении направления осевая нагрузка  $G_2$  равная 89 Кн является наибольшей в сравнении  $G_1$  и  $G_2$ . Сравниваем ее с  $G_3$  равной 216Кн, получаем  $G_2 < G_{пред}$ , следовательно берем значение  $G_2$ .

Для интервала бурения под кондуктор осевая нагрузка  $G_2$  равна 79Кн, она является наибольшей между  $G_1$  и  $G_2$ , сравниваем ее с  $G_3$  равной 94,08 Кн, отсюда следует, что  $G_2 < G_{пред}$ , следовательно берем данные  $G_2$ .

Для интервала под техническую колонну  $G_2$  равно 118 Кн, является наибольшей в сравнении  $G_1$  и  $G_2$ . Сравниваем ее с  $G_3$  равной 78,4 Кн, получаем  $G_2 > G_{пред}$ , следовательно берем значение  $G_3$ .

Для интервала под Эксплуатационную колонну  $G_2$  равно 109, является наибольшей в сравнении  $G_1$  и  $G_2$ . Сравниваем ее с  $G_3$  равной 93.6 Кн, получаем  $G_2 > G_{пред}$ , следовательно берем значение  $G_3$ .

### 2.3.4 Расчет частоты вращения породоразрушающего инструмента

Расчет частоты вращения долота по интервалам бурения представлен в таблице 7. [20,35].

Таблица 7 – Расчет частоты вращения долота по интервалам бурения

Интервал, м	0–30	30–750	750–1700	1700–3330
Исходные данные				
$V_d$ , м/с	2,8	2,8	1,8	1,3
$D_d$	м	0,49	0,3937	0,2953
	мм	490	393,7	295,3
$\tau$ , мс	7	-	-	-
$Z$	26	-	-	-
$\alpha$	0,9	-	-	-
Результаты проектирования				
$n_1$ , об/мин	120	136	117	115
$n_2$ , об/мин	214	-	-	-
$n_3$ , об/мин	790	-	-	-
$n_{проект}$ , об/мин	70	136	117	115

Для всех интервалов бурения проектируются частоты вращения породоразрушающего инструмента согласно известной методике, обеспечивающие требуемую линейную скорость на периферии долота и эффективность процесса разрушения горных пород. В интервале бурения под направление (0–30 м) проекти-

руем  $n_1$ , но здесь следует уделить внимание выдаваемой частоте вращения ротора. Для интервалов бурения под кондуктор, техническую и эксплуатационную колонну проектируются полученные расчетные значения, поскольку используются долота PDC. Частоту вращения для сохранения целостности отбираемого керна выбираем расчетную. Керноотборный снаряд производства ООО НПП «Буринтех» СКИ (СК) 178/100 позволяет отбор с применением ВЗД и проектируемой частотой вращения.

Проектирование областей допустимого расхода бурового раствора представлено в таблице Б.2 приложения Б.

### 2.3.5 Выбор и обоснование типа забойного двигателя

Тип забойного двигателя выбирается в зависимости от проектного профиля скважины, типоразмера долот, осевой нагрузки, плотности промывочной жидкости и удельного момента, обеспечивающего вращение долота.

Проектирование параметров забойного двигателя по интервалам бурения представлено в таблице 8. [20,35-36].

Таблица 8 – Проектирование параметров забойного двигателя по интервалам бурения

Интервал, м		0-30	30-750	750-1700	1700-3330
Исходные данные					
D <sub>д</sub>	м	-	0,3937	0,2953	0,2159
	мм	-	393,7	295,3	215,9
G <sub>ос</sub> , кН		-	98	98	98
Q, Н·м/кН		-	1,5	1,5	1,5
Результаты проектирования					
D <sub>зд</sub> , мм		-	240	240	172
M <sub>р</sub> , Н·м		-	4972,9	3766,7	2795,1
M <sub>о</sub> , Н·м		-	196,85	147,65	107,95
M <sub>уд</sub> , Н·м/кН		-	48,7	36,9	27,4

Для интервала бурения 30-750 м (интервал бурения под кондуктор) расчетное значение крутящего момента на долото составило 4,9 кН·м, из опыта бурения выбирается винтовой забойный двигатель Д-240М.5/6.50, который отвечает требованиям по диаметру забойного двигателя, а также позволяет при заданном расходе обеспечить момент для разрушения горной породы для достижения плановой механической скорости проходки.

Для интервала бурения 750-1700 м под техническую колонну проектируется винтовой забойный двигатель Д-240М.5/6.50, который отвечает требованиям по диаметру забойного двигателя, а также позволяет при заданном расходе обеспечить момент для разрушения мягких с прослоями средней твердости горных пород.

Для интервала бурения 1700-3330 м под техническую колонну проектируется винтовой забойный двигатель Д5-172 7/8, который отвечает требованиям по диаметру забойного двигателя, а также позволяет при заданном расходе обеспечить момент для разрушения пород средней твердости и твердых горных пород.

Спроектированные параметры забойных двигателей по интервалам бурения представлены в таблицах Б.1–Б.2 приложение Б.

### **2.3.6 Выбор компоновки и расчет бурильной колонны**

Проектирование КНБК по интервалам бурения выполнено в программном обеспечении для решения проектных, инженерных задач и задач оперативного контроля процесса строительства скважин «БурСофтПроект».

Выбор и расчет элементов КНБК производится согласно геологическим условиям, конструкции скважины, бурового раствора, профиля скважины. Для создания необходимой осевой нагрузки на долото и повышения жесткости бурильной колонны применяем УБТ, для бурения секции под кондуктор, эксплуатационную колонну и хвостовика применяем винтовой забойный двигатель для обеспечения наибольшего момента для разрушения горной породы и достижения плановой механической скорости проходки. [34,].

Результаты проектирование компоновки низа бурильной колонны по интервалам бурения, отбора керна, расчет параметров забойного двигателя по интервалам бурения и проектирование областей допустимого расхода бурового раствора приведены в таблицах В.1–В.5 приложения В.

### 2.3.7 Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов

Согласно геолого-технического условия бурения разведочной скважине, требованиям промышленной безопасности в нефтегазовой отрасли и технико-экономическим обоснованиям рекомендуется использовать тип и рецептуру промывочной жидкости для бурения интервалов под спуски обсадных колонн скважины и первичного вскрытия продуктивного пласта:

– интервал бурения 0–30 м под направление – бентонитовый буровой раствор.

– интервал бурения 30–750 м под кондуктор – полимер-глинистый буровой раствор.

– интервал бурения 750–1700 м под техническую колонну – полимер-глинистого буровой раствор.

– интервал бурения 1700–3330 м под эксплуатационную колонну – биополимерный буровой раствор.

Запроектированные параметры буровых растворов по интервалам бурения приведены в таблице 9. [23,26]. В таблице 10 представлен компонентный состав бурового раствора. [23,26].

Таблица 9 – Параметры бурового раствора по интервалам бурения

Тип раствора	Интервал по стволу, м		Параметры бурового раствора							
	от	до	плотность г/см <sup>3</sup>	УВ, с	ПВ, сПз	ДНС, сПз	СНС 10 сек / 10 мин,	Вод о-отдач а, см <sup>3</sup> / 30 мин	рН	со-дер-жа-ние песка , %
Бенто-ни-товый	0	30	1,22	120	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 9

Полимер-глинистый	30	750	1,15	60	15	25	5-15/ 12/25	< 10	8-9	< 2
Полимер-глинистый	750	1700	1,12	55	15	30	5-15/ 12/25	< 6	8-9	< 1
Биополимерный	1700	3330	1,06	45	10-25	43	5-10/ 10-20	< 5	9-10	< 1

Таблица 10 – Компонентный состав бурового раствора

Тип раствора	Интервал по стволу, м		Компонентный состав бурового раствора
	от	до	
Бентонитовый	0	30	Техническая вода, глинопорошок, каустическая сода, кальцинированная сода, барит.
Полимер-глинистый	30	750	Техническая вода, глинопорошок, каустическая сода, кальцинированная сода, барит, ПАЦ НВ, ПАЦ ВВ, Georan. DRILLING DETERGENT
Полимер-глинистый	750	1700	Техническая вода, глинопорошок, каустическая сода, кальцинированная сода, барит, ПАЦ НВ, ПАЦ ВВ, Georan. DRILLING DETERGENT
Биополимерный	1700	3330	Техническая вода, каустическая сода, кальцинированная сода, ксантановая смола, KCL, крахмал, смазывающая добавка, карбонат кальция 5 мкр, карбонат кальция 50 мкр, карбонат кальция 150 мкр, бактерицид, пеногаситель.

Потребное количество бурового раствора рассчитывается отдельно для каждого интервала бурения под все запроектируемые колонны и представляет собой сумму определенных объемов представленных в приложении Г.1 приложения Г.

При расчете потребного количества химических реагентов необходимо учесть выполнение условия: «запас бурового раствора на поверхности должен быть не менее двух объемов скважины».

Потребное количество химических реагентов представлено в таблице Г.2 приложения Г.

### **2.3.8 Выбор гидравлической программы промывки скважины**

Расход промывочной жидкости должен обеспечить:

- эффективную очистку забоя скважины от шлама;
- транспортирование шлама на поверхность без аккумуляции его в кольцевом пространстве между бурильными трубами и стенками скважины;
- предотвращение гидроразрыва горных пород;
- устойчивую работу забойного двигателя;
- обеспечение гидромониторного эффекта;
- предотвращение размыва стенки скважины и т.д. [38,28-29].

Расчет гидравлической программы промывки скважины выполнен в программном обеспечении для решения проектных, инженерных задач и задач оперативного контроля процесса строительства скважин «БурСофтПроект».

- Результаты расчета гидравлической программы промывки скважины представлены в таблицах Д.1–Д.3 приложения Д.

### **2.3.9 Технические средства и режимы бурения при отборе керна**

При строительстве проектируемой разведочной скважины планируется отбор керна для анализа газаносных пластов. Согласно геолого-техническому условию газаносность по разрезу скважины присутствует в интервале: 3235–3250 м. По условию задания скважина является разведочной и из-за неполноты геологических данных существует вероятность нахождения продуктивных пластов выше/ниже прогнозируемой вертикали, в следствие этого планируемыми интервалами отбора керна следующие:

- интервал отбора керна 3225–3260 м

Для отбора керна планируется использования бурголовки с PDC вооружением, для получения более качественного отобранного керна и обеспечения данной бурголовкой бурения данного интервала. [35].

Характеристика проектируемой бурголовки для бурения интервала отбора керна представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика проектируемой бурголовки для бурения интервала отбора керна

Типоразмер	Наружный диаметр, мм	Диаметр керна, мм	Присоединительная резьба по ГОСТ 21210-75 (муфта)	Масса, кг
Бурильная головка БИТ-215,9/100 В9122АМ 9	215,9	107	3-117	40

Тип и характеристика проектируемого кернотборного снаряда представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Тип и характеристика проектируемого кернотборного снаряда

Керноприемное устройство	Наружный диаметр корпуса, мм	Максимальная длина керна за 1 рейс, м (кол-во секций)	Диаметр керна, мм	Длина керноприема, мм	Резьба		Масса устройства в сборе, кг
					верхняя	нижняя	
НПП «Буринтех» СКИ (СК) 178/100	178	17.1 (2)	100	15000	3-133	3-133	2878

Технические средства и режимы бурения при отборе керна представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Технические средства и режимы бурения при отборе керна

Интервал, м	Тип керноотборного снаряда	Параметры режима бурения		
		осевая нагрузка, т	частота вращения инструмента, об/мин	расход бурового раствора, л/сек
3225–3260	НПП «Буринтех» СКИ (СК) 178/100	1-3	60-120	14-25

## 2.4 Проектирование процессов заканчивания скважин

### 2.4.1 Расчет прочностных характеристик обсадных колонн

Исходные данные к расчету обсадных колонн представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Исходные данные к расчету обсадных колонн

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Плотность продавочной жидкости $\rho_{прод}$ , кг/м <sup>3</sup>	1000	плотность буферной жидкости $\rho_{буф}$ , кг/м <sup>3</sup>	1100
Плотность облегченного тампонажного раствора $\rho_{тр обь}$ , кг/м <sup>3</sup>	1400	плотность тампонажного раствора нормальной плотности $\rho_{тр н}$ , кг/м <sup>3</sup>	1800



Продолжение таблицы 14

Плотность нефти $\rho_n$ , $кг/м^3$	784	глубина скважины, $м$	3330
Высота столба буферной жидкости $h_1$ , $м$	1200	высота столба тампонажного раствора нормальной плотности $h_2$ , $м$	700
Высота цементного столба $h_{cm}$ , $м$	10	динамический уровень скважины $h_d$ , $м$	2220

### 2.4.1.1 Расчет наружных избыточных давлений

Наружное избыточное давление – разность между наружным давлением, действующим на обсадную колонну со стороны кольцевого пространства, и внутренним, действующим внутри обсадной колонны. [38,41-42].

$$P_{ни} = P_n - P_в,$$

где  $P_n$  – наружное давление;

$P_в$  – внутреннее давление.

В разные периоды времени наружное избыточное давление достигает наибольших значений. Имеются два таких случая:

1. При цементировании в конце продавки тампонажного раствора и снятом на устье давлении;
2. В конце эксплуатации за счет снижения уровня флюида для нефтяных скважин и снижения давления для газовых скважин.

Эпюра наружных избыточных давлений представлена на рисунке 2.

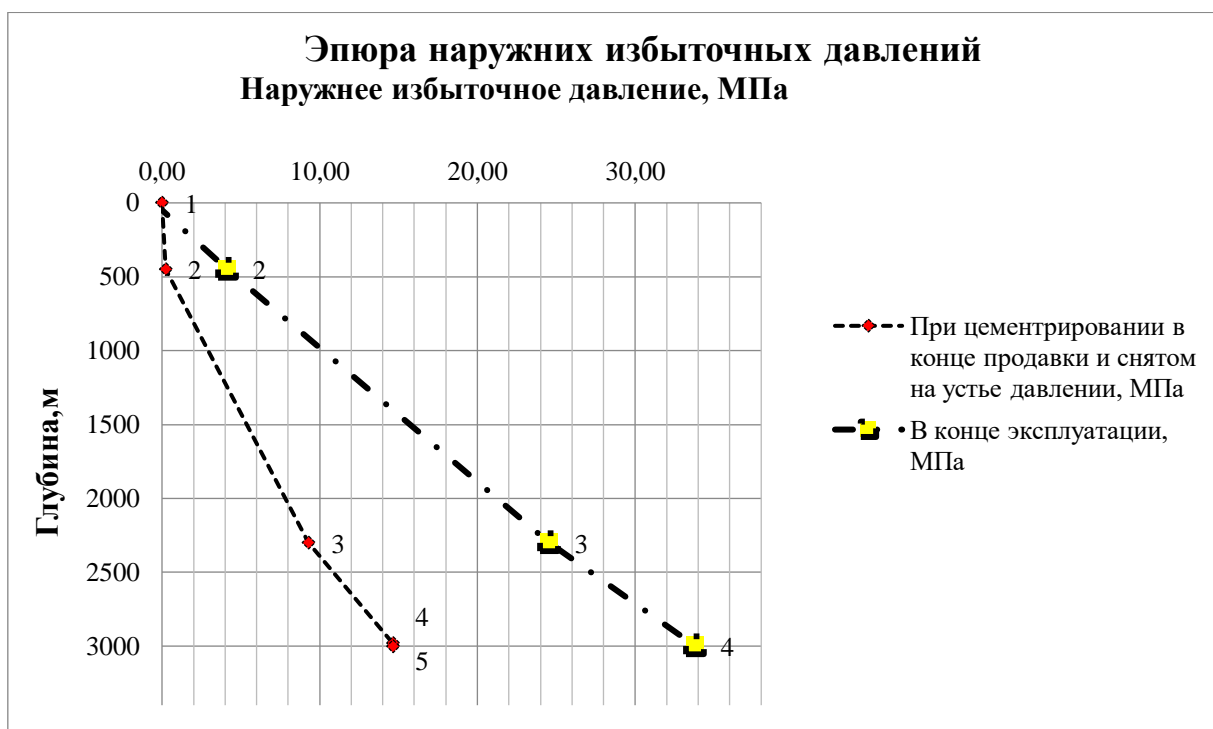


Рисунок 2 – Эпюра наружных избыточных давлений

#### 2.4.1.2 Расчет внутренних избыточных давлений

Внутреннее избыточное давление – разность между внутренним давлением, действующим внутри обсадной колонны, и наружным, действующим на обсадную колонну со стороны кольцевого пространства имеются два таких случая.

1. При цементировании в конце продавки тампонажной смеси, когда давление на цементирующей головке достигает максимального значения.

2. При опрессовке колонны с целью проверки её на герметичность. [42].

Эпюра внутренних избыточных давлений представлена на рисунке 3

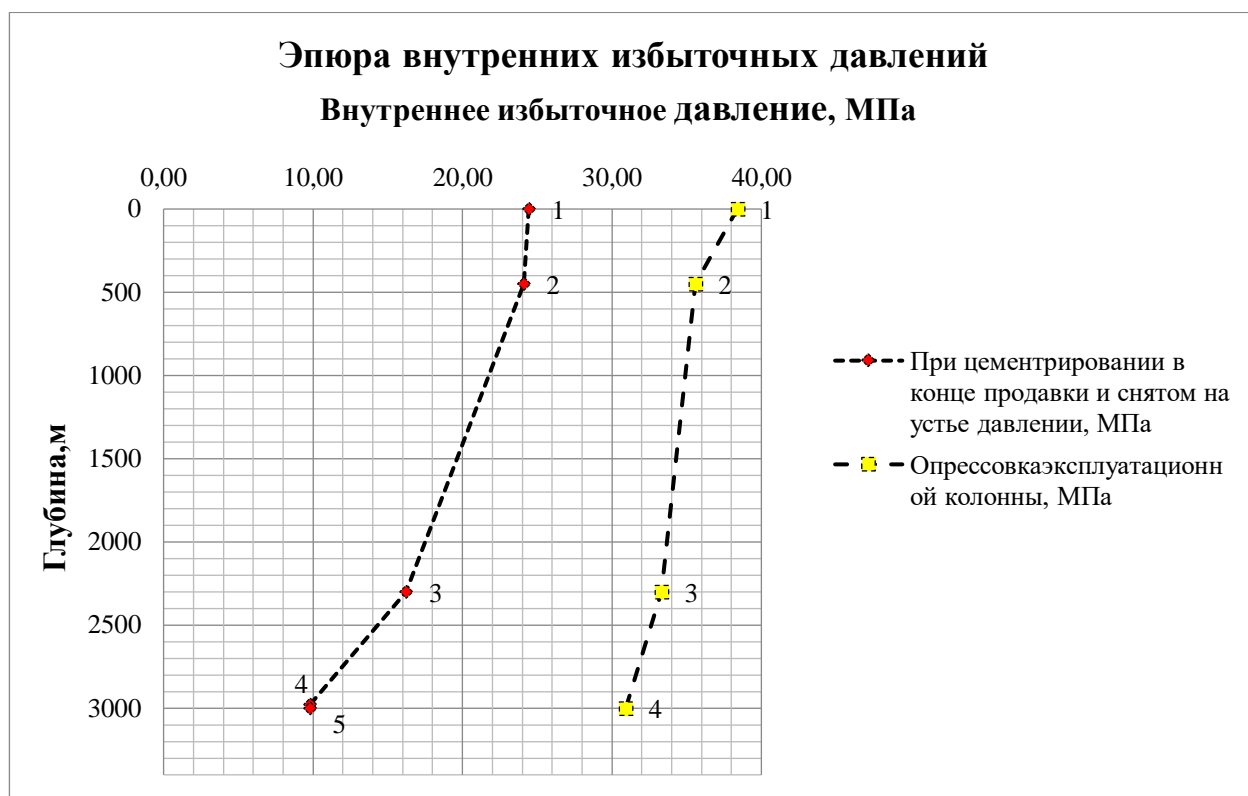


Рисунок 3 – Эпюры внутренних избыточных давлений

### 2.4.1.3 Конструирование обсадной колонны по длине

К параметрам обсадной колонны при заданном диаметре, при разработке конструкции скважины, относятся группа прочности материала труб, толщина стенок и длина секций с соответствующей группой прочности и толщиной стенки. [29,38,43].

Расчитанные характеристики секций представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристика обсадных колонн

Наружный диаметр, мм	Тип резьбового соединения	Группа прочности	Толщина стенки, мм	Длина, м	Вес, кг			Интервал установки, м
					1 м трубы	секций	суммарный	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Направление</b>								
406,4	ОТТМ	Д	8,5	30	68,25	2047,5	2047,5	0–30
<b>Кондуктор</b>								
323	ОТТМ	Д	8,5	750	68,5	51375	53422,5	0–750
<b>Техническая колонна</b>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
245	ОТТГ	Д	7,9	1700	48,1	81770	135192,5	0-1700

Продолжение таблицы 15

Эксплуатационная колонна								
146	ОТТГ	Е	8,5	2645	29,7	78556,5	213749	0-2645
	ОТТГ	Д	8,5	665	35,83	21831,95	235580	2645-3310

## 2.4.2 Расчет и обоснование параметров цементирования эксплуатационной колонны

### 2.4.2.1 Обоснование способа цементирования

Проверяется условие недопущения гидроразрыва пластов или поглощения раствора по формуле 3 [19,31,41]:

$$P_{гс\ кп} + P_{гд\ кп} \leq 0,95 * P_{гр}, \quad (4)$$

где  $P_{гс\ кп}$  – гидростатическое давление в кольцевом пространстве,  $P_{гс\ кп} = 44,94$  МПа;

$P_{гд\ кп}$  – гидродинамические потери давления в кольцевом пространстве,  $P_{гд\ кп} = 0,1525$  МПа;

$P_{гр}$  – давление гидроразрыва пород на забое скважины, МПа. Согласно геологическим данным  $P_{гр} = 20,08$  МПа.

Производим сравнения давлений  $45,102$  МПа  $\leq$   $52,19$  МПа.

Условия недопущения гидроразрыва пластов выполняется, принимается решение использовать прямое одноступенчатое цементирование.

### 2.4.2.2 Расчет объёмов и компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора.

Расчет количества компонентов сухой тампонажной смеси и жидкости для её затворения производят с учётом водоцементного отношения и оптимальной плотности цементного раствора [19,31,41]:

Объемы компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Объемы компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора

Наименование жидкости	Объем жидкости, м <sup>3</sup>	Плотность жидкости, кг/м <sup>3</sup>	Объем воды для приготовления жидкости, м <sup>3</sup>	Наименование компонента	Масса компонентов, кг	Наименование цемента	Масса цемента, т/ количество мешков
Буферная	13,7	1100	-	МБП-МВ	309	-	-
	4			МБП-СМ	53	-	-
Облегченный тампонажный раствор	48	1400	37	НТФ	20	ПЦТ-3-Об(4)-100	36 /36
Тампонажный раствор нормальной плотности	13	1800	8	НТФ	5	ПЦТ - 1 - 100	16/ 16
Продавочная жидкость	38,2	1000	-	-	-	-	-

### 2.4.3 Выбор типа и расчёт необходимого количества цементировочного оборудования

По формуле 10 рассчитывается давление на насосе «продавочного» цементировочного агрегата [19,31,41]:

$$P_{ца} \geq P_{цг} / 0,8, \quad (5)$$

где  $P_{цг}$  – давление на цементировочной головке в конце цементирования,

$$P_{цг} = 27,5 \text{ МПа};$$

$$32 \text{ МПа} \geq 27,4 \text{ МПа}.$$

Выбирается ближайшее большее давление, развиваемое цементировочным агрегатом СИН.

По формуле 11 рассчитывается необходимое число цементосмесительных машин исходя из суммарной массы тампонажной смеси, расположенной в их бункерах:

$$m = G_{\text{сух}} / G_6, \quad (6)$$

где  $G_{\text{сух}}$  – требуемая суммарная масса сухого тампонажного материала;

$G_6$  – вместимость бункера смесителя.

1. Для облегченной тампонажной смеси:  $m = 2$  машины типа УС6-30Н(У).
2. Для тампонажной смеси нормальной плотности:  $m = 2$  машина типа УС6-30Н(У).

По результатам расчёта количества и выбора цементирующей техники разрабатывается технологическая схема обвязки цементирующего оборудования, представлена на рисунке 4.

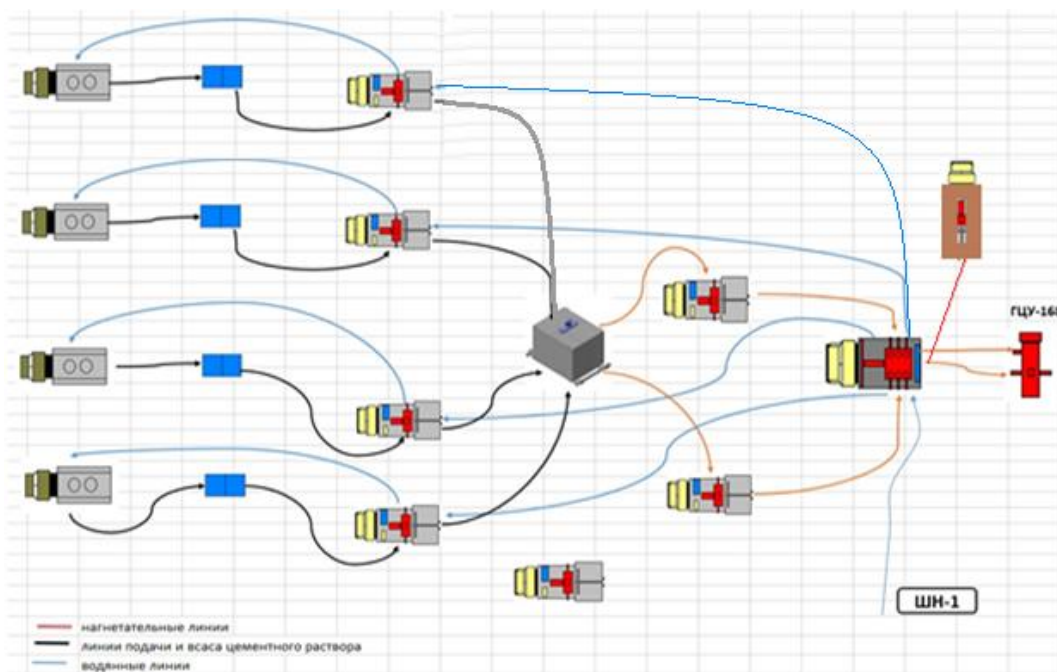


Рисунок 4 – Схема обвязки цементирующей техники при приготовлении тампонажного раствора с применением цементосмесительной установки и гидворонки

## 2.4.4 Выбор технологической оснастки обсадных колонн

Технологическая оснастка обсадных колонн представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Технологическая оснастка обсадных колонн

Тип колонны, D <sub>усл</sub> , мм	Башмак	Обратный клапан	Пробка разде- лительная продавочная	Центратор, (количество, шт)
Направление, D <sub>усл</sub> = 406 мм	БКМ-406 ОТТМ	ЦКОД -406 ОТТМ	ПРП-Ц- 406	ЦЦ-406/393 (2)
Кондуктор, D <sub>усл</sub> =324 мм	БКМ-324 ОТТМ	ЦКОД -324 ОТТМ	ПРП-Ц-324	ЦЦ-324/394) (26)
Тех.колонна, D <sub>усл</sub> =245 мм	БКМ-245 ОТТМ	ЦКОД -245 ОТТМ	ПРП-Ц-В-245 ПРП-Ц-Н-245	ЦЦ-245/295-320 (41)
Экспл. колонна D <sub>усл</sub> =146 мм	БКМ-146 ОТТМ	ЦКОД -146 ОТТМ	ПРП-Ц-В-146 ПРП-Ц-Н-146	ЦЦ-146\216 (129)

## 2.4.5 Проектирование процесса испытания и освоения скважины

### 2.4.5.1 Проектирование перфорационного оборудования для вторичного вскрытия продуктивного пласта

Для вторичного вскрытия продуктивного пласта будет использован кумулятивный перфоратор Скорпион 102. Мощность продуктивного пласта согласно геологическим данным составляет 15 м, глубина 3235–3250 м.

Основные технические характеристики перфорационных систем однократного применения Скорпион 102 представлены в таблице 18.

Для перфорации продуктивной зоны пласта перфоратором Скорпион 102 потребуется одна спуско-подъемная операция перфорационного комплекса.

Таблица 18 – Основные технические характеристики перфорационных систем однократного применения Скорпион 102

Технические характеристики	Скорпион 102
Наружный диаметр, мм	102
Фазировка, ° *	60
Плотность перфорации, отв./м **	10, 16
Максимально допустимое гидростатическое давление, МПа ***	80/130
Максимально допустимая температура, °С	150/170
Продолжение табл. Длина корпусов, м****	1/2/3/4/5/6

### 2.4.5.2 Проектирование пластоиспытателя

Комплекс пластоиспытательный ИПТ-110С предназначен для исследования скважин с целью определения гидродинамических характеристик пластов. Проведение испытаний в многоцикловом режиме, отбор герметизированных проб пластовой жидкости в конце подъема комплекса из скважины (при наличии контейнеров) [44].

Технические характеристики комплекса пластоиспытательного ИПТ-110С представлены в таблице 20.

Таблица 19 – Технические характеристики комплекса пластоиспытательного ИПТ-110С

Наружный диаметр, мм	110
Минимальный диаметр проходного канала, мм	18
Максимальный перепад давления, МПа	30
Максимальное давление, МПа	60
Температура в скважине, °С	150
Размер присоединительных резьб	3-62

### 2.5 Выбор буровой установки

Буровая установка выбирается, согласно действующим правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности, по её допустимой максимальной грузоподъёмности, позволяющей проводить спуско-подъёмные операции с наиболее тяжёлой буровой и обсадной колоннами. [35].

При выборе буровой установки должны выполняться следующие условия:

$$[G_{кр}] / Q_{бк} \geq 0,6; \quad (7)$$

$$[G_{кр}] / Q_{об} \geq 0,9; \quad (8)$$

$$[G_{кр}] / Q_{пр} \geq 1, \quad (9)$$

где  $G_{кр}$  – допустимая нагрузка на крюке, тс;

$Q_{ок}$  – максимальный вес буровой колонны, тс;

$Q_{об}$  – максимальный вес обсадной колонны, тс;

$Q_{пр}$  – параметр веса колонны при ликвидации прихвата, тс.

Параметр веса колонны при ликвидации прихвата определяется по формуле 9:



$$Q_{\text{пр}} = k \cdot Q_{\text{мах}}, \quad (10)$$

где  $k$  – коэффициент увеличения веса колонны при ликвидации прихвата ( $k=1,3$ );

$Q_{\text{мах}}$  – наибольший вес одной из колонн, тс.

Для расчета примем буровую установку Уралмаш 3Д - 76.

Расчет буровой установки производился с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и результаты расчета буровой установки представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Результат расчета буровой установки

Наименование БУ		Допустимая нагрузка на крюке, тс	Оснастка талевой системы
Уралмаш 3Д-76		225	5х6
Вес, тс		Условие соответствия	
Максимальный вес бурильной колонны	115,2	$[G_{\text{кр}}] / Q_{\text{бк}} \geq 0,6$	2,2
Максимальный вес обсадной колонны	100,38	$[G_{\text{кр}}] / Q_{\text{об}} \geq 0,9$	2,5
Веса колонны при прихвате	149,5	$[G_{\text{кр}}] / Q_{\text{пр}} \geq 1,0$	1,6

### **3 ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИОННЫХ СИТ.**

Наиболее важным устройством системы очистки бурового раствора является вибросито, которое является вибрирующим сепаратором с сетками и служит для удаления выбуренного шлама из раствора. Будучи первыми устройствами очистки, на которые поступает раствор, вибросита служат в качестве «передовой линии обороны» против загрязнения раствора шламом. Современные производители оборудования для системы очистки бурового раствора, предоставляют огромный выбор различных вариантов исполнения вибрационных сит, а так-же комбинации с гидроциклонами( ситогидроциклонные установки). Каждый из производителей имеет свои характерные особенности.

#### **3.1 Вибрационные сита от компании M-I SWACO**

##### **Mongoose PT**



Рисунок 5 – Вибрационное сито Mongoose PT

##### **Технические характеристики**

- Длина 3123
- Ширина 1600
- Высота перелива 737
- Высота 1295
- Вес 1724 кг

##### **Рама и ситовые панели**

- Площадь ситовой панели:
- Общая: 2,73 м<sup>2</sup>
- Рабочая (API): 1,97 м<sup>2</sup>
- Регулировка угла наклона рамы: от -3° до +3°
- Четыре ситовых панели на вибросито

#### **Изолирование виброрам**

- Стальные пружины с твёрдосплавным покрытием

#### **Технические характеристики двигателя**

- Два основных вибродвигателя
  - Один дополнительный вибродвигатель для модели двойного действия

#### **Базовая пропускная способность**

- 37,9 л/с (на воде)

### **Meerkat PT**

На многих проектах приоритет отдается малогабаритному оборудованию с высокой производительностью. При использовании дорогостоящих буровых растворов особое значение имеет возможность их максимального восстановления. Компания M-I SWACO предоставляет в своей линейке вибросито Meerkat PT



Рисунок 6 – Вибрационное сито Meerkat PT

### **Технические характеристики**

- Длина 2388
- Ширина 1842
- Высота перелива 566
- Высота 1118
- Вес 1345 кг

### **Рама и ситовые панели**

- Площадь сетки:
- Рабочая (API): 1,5 м<sup>2</sup>
- Регулировка угла наклона рамы: от -3° до +3°
- Тип сетки: каркасный

### **Изолирование виброрам**

- Стальные пружины с твёрдосплавным покрытием

### **Технические характеристики двигателя**

- Два основных вибродвигателя
- Один дополнительный вибродвигатель для модели двойного дей-

ствия

### **Базовая пропускная способность**

- 31,5 л/с (на воде)

## Вибросито MD-3 с тремя рамами



Рисунок 7 – Вибрационное сито MD3

Конструкция вибросита MD-3 позволяет не только производить отходы, соответствующие самым высоким требованиям по их сухости, но и обладает многими другими «стандартными» возможностями, которые другие производители относят к специальным заказам своих клиентов. Мы считаем, что гибкость, позволяющая виброситу соответствовать потребностям вашего проекта, является основным показателем, гарантирующим надёжность и высокую производительность. Автоматическое управление и вытяжной узел являются стандартными элементами при стремлении использовать все технологические возможности, но вибросито может быть поставлено и без указанных элементов. Конфигурация вибросита MD-3 может быть изменена при необходимости обрабатывать большие объёмы раствора или восстанавливать материалы для борьбы с поглощениями во время операций по укреплению ствола скважины.

Раствор и шлам движутся по всем трём рамам вибросита, что позволяет максимально использовать площадь сеток и увеличить пропускную способность. Возможность регулировать угол наклона рамы в соответствии с изменениями в условиях бурения является одной из многих характеристик, отличающих вибросито MD-3.

### Особенности и преимущества

Компания M-I SWACO объединила технологии линейного и сбалансированного эллиптического движения для создания принципиально нового вибросит двойного действия. При смене условий бурения вибросито с двумя режимами движения может быть отрегулировано «на ходу». Простым щелчком переключателя на блоке управления вы можете изменить линейное движение вибросита на сбалансированное эллиптическое. При этом нет необходимости в приостановке работы или отключении устройства. При функционировании вибросита Mongoose RT в умеренном режиме сбалансированного эллиптического движения воздействие сил перегрузки на шлам снижается, а время пребывания частиц на ситовых панелях увеличивается. В результате твёрдая фаза становится суше, показатели восстановления бурового раствора улучшаются, срок службы ситовых панелей увеличивается, а эксплуатационные расходы сокращаются.

### Линейное движение

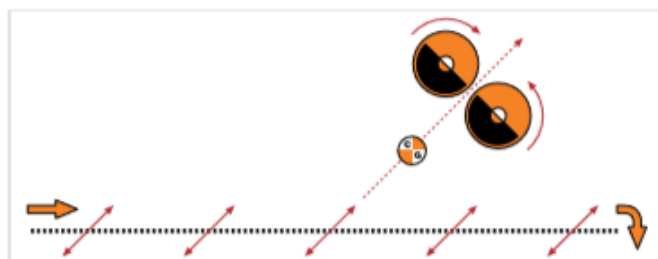


Рисунок 8 – Линейное движение

- Коэффициент перегрузки  $G$  достигает 6
- Ускоряется передвижение шлама

- Увеличивается пропускная способность вибросита
- Позволяет работать на высоких производительностях
- Увеличивает объёмы переработки шлама

### Сбалансированное эпилептическое движение

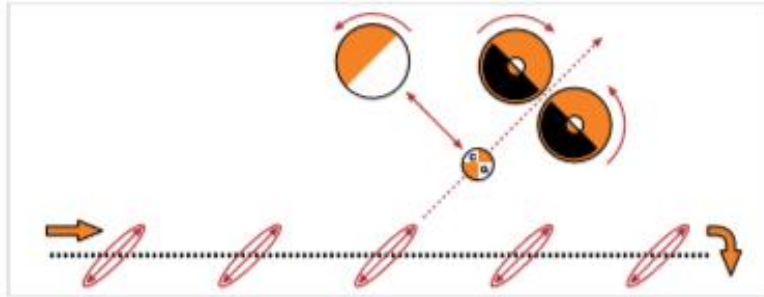


Рисунок 9 – Сбалансированное эпилептическое движение

- Однородное эллиптическое движение во всех точках виброрамы
- Снижает силу перегрузки (максимальный коэффициент перегрузки G - 5)
- Оптимизирует удаление твёрдой фазы
- Повышает объёмы восстановления буровых растворов
- Более сухой шлам
- Увеличивает срок службы ситовых панелей

## Ситовые панели на композитном каркасе



Рисунок 10 – Ситовые панели на композитном составе

- Запатентованная конструкция композитного каркаса
- Большое количество ячеек меньшего размера
- Вес ситовых панелей остаётся прежним
- Улучшенная система маркировки
- Стойкость к воздействию коррозионных растворов, которые укорачивают срок службы ситовых панелей на металлическом каркасе.
- Увеличенный срок службы
- Быстрый и лёгкий ремонт Снижение непроизводительного времени
- Система ремонта с помощью заглушек snP-lok



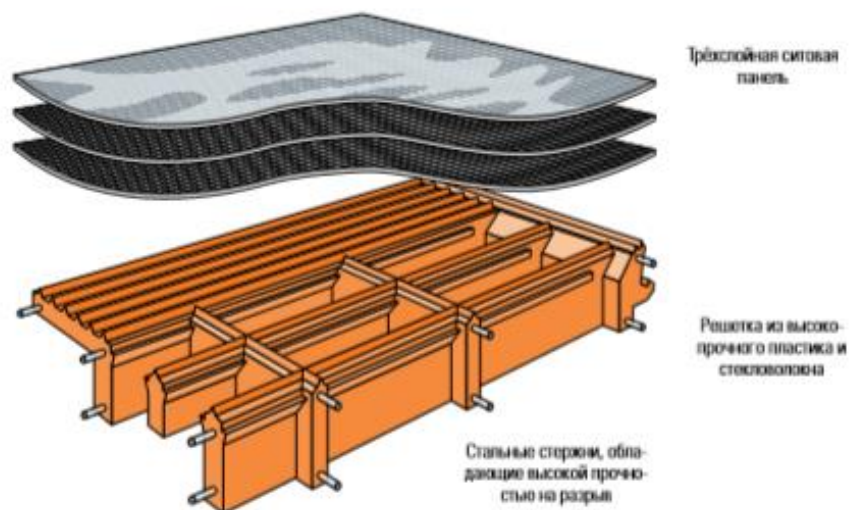


Рисунок 11 – каркас ситовых панелей DuraFlo

Каркасы ситовых панелей DuraFlo состоят из решетки из высокопрочного пластика и стекловолокна, армированной стальными стержнями, обладающими высокой прочностью на разрыв. Так как эти каркасы сочетают долговечность с прочностью, они являются более эффективными механизмами для транспортировки по сравнению со стальными каркасами по ряду причин. Ситовые панели DuraFlo обладают большей пропускной способностью и значительно более долгим эксплуатационным сроком службы. Они не подвержены воздействию коррозии или расслоению, поэтому их можно хранить после использования, а затем повторно использовать. Все модели композитных каркасов весят меньше, чем полностью стальные каркасы. Большая площадь рабочей поверхности обеспечивает более высокую скорость проводимости. Запатентованная технология композитного каркаса DuraFlo в сочетании с четырьмя типами сеточных полотен позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант, не жертвуя при этом сроком службы, пропускной способностью или любыми другими преимуществами ситовых панелей на композитном каркасе.

## Сепаратор для бурового раствора и шлама SCREEN PULSE



Рисунок 11 – Screen pulse

В сепараторе для бурового раствора и шлама SCREEN PULSE от компании M-I SWACO используется облегченный поддон, который при монтаже вставляется в посадочное место последней по потоку ситовой панели вибрационного сита. Облегченные поддоны сепаратора SCREEN PULSE доступны для вибросит производства M-I SWACO серий MONGOOSE† / MEERKAT†, а также скоро будут доступны для вибросит других основных производителей. Вставная конструкция исключает необходимость сварки. Сепаратор для бурового раствора и шлама SCREEN PULSE уникален. Он не увеличивает трение и силы перегрузки  $G$  в вибросите желобной линии, а использует всасывание для щадящего отделения остатков бурового раствора от поверхности частиц шлама. Это дает возможность предотвратить измельчение шлама и извлечь все преимущества эффективной ультратонкой сепарации. Кроме того, значительно снижается степень разбавления, т.к. больше не требуется добавление дорогих химреагентов, увеличивающих объем отходов, для пополнения объема раствора, потерянного на шламе. В то же время, дорогостоящий буровой раствор, ранее увлекаемый вместе со шламом, восстанавливается для повторного использования в системе циркуляции. Для получения перечисленных преимуществ разработана безопасная, компактная, суперэффективная конструкция, обеспечивающая легкость монтажа и эксплуатации. Система включает единое безопасное автоматизированное

устройство генерирования импульсов с пневматическим приводом, работающее от воздуха буровой установки или дополнительного передвижного воздушного компрессора. Восстановленные растворы остаются в циркуляционной системе, благодаря чему устраняется непроизводительное время. Применение сепаратора для бурового раствора и шлама SCREEN PULSE устраняет расходы, риски и потенциальные простои, связанные с использованием вспомогательного оборудования очистки и дополнительного персонала. Сепаратор SCREEN PULSE позволяет получить буровой шлам, отвечающий самым строгим экологическим стандартам, в том числе требованиям количественного анализа отфильтрованных жидкостей

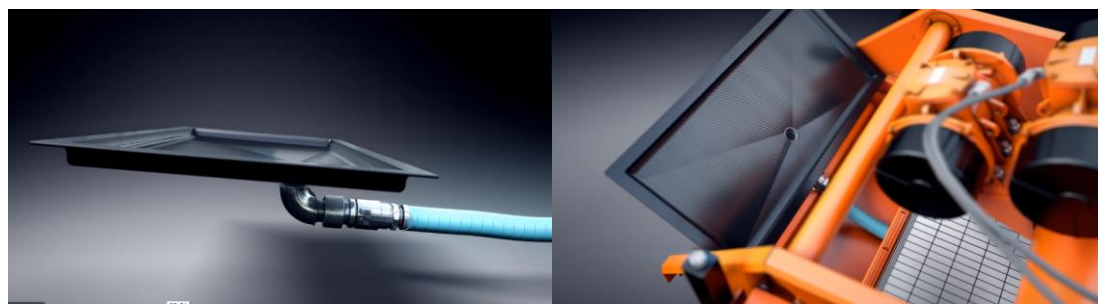


Рисунок 12 – Работа системы screen pulse

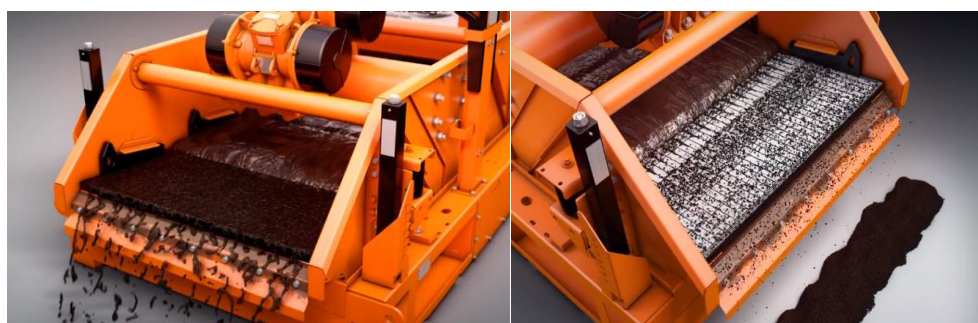


Рисунок 13 Наглядный пример работы технологии SCREEN PULSE

## 3.2 Виброционные сита от компании BRANDT™

### KING COBRA™ VENOM™



Рисунок 14 - KING COBRA™ VENOM™

#### Технические характеристики

- Размеры (Д x Ш x В) 3077 мм x 1711 мм x 1600 мм
- Вес 2177 кг
- Угол корзины Регулируемая -2 ° до + 2 °
- Угол колоды 0 °, + 5 °, + 5 °, + 5 °
- Площадь скрининга 33,4 м<sup>2</sup> (3,1 м<sup>2</sup>)
- Тип экрана (кол-во 4) Натяжные
- Тип двигателя (количество 2) Vibra-Моторс
- Вибрационное движение Линейный или двойной
- Конфигурация Dual Motion Позволяет выбрать наиболее режим работы:  
-Линейный - Быстро отделяет и разряжает твердые частицы
- Tuned Elliptical - Удаляет большие, липкие, гидратированные глины и другие трудноотделяемые твердые тела

## **KING COBRA™ HYBRID Shaker**



Рисунок 15 - KING COBRA™ HYBRID Shaker

## **BRANDT™ LCM-3D In-Line 4-Panel Shaker**

Шейкер LCM-3D In-Line имеет более 3,1 м<sup>2</sup> (33,4 фута<sup>2</sup>) плоского экрана, обладает уникальной особенностью конструкции вибрационной корзины. Отделённые твердые частицы удаляются с эффективным линейным движением. LCM-3D In-Line 4-Panel Shaker был специально разработан для снижения общей высоты при транспортировке резервуаров буровых установок. Шейкер может оставаться на резервуарах во время движения буровой установки. Уникальный передний выпуск жидкости и встроенные боковые вибромоторы, помогают поддерживать общую высоту до минимума 1,14 м (45 дюймов).



Рисунок 16 - LCM-3D In-Line 4-Panel Shaker

## Технические характеристики

- Габаритные размеры (Д x Ш x В) 3,33 м x 2,03 м x 1,42 м (131 x 80 x 48 дюймов)
- Высота 0,84 м (33 дюйма)
- Вес 2666 кг (6000 фунтов)
- Площадь экрана 3,1 м<sup>2</sup> (33,4 фут<sup>2</sup>)
- Количество экранов 4
- Угол экрана 4 панели (0 °, + 5 °, + 5 °, + 5 °)
- Размеры экрана (Д x Ш x В) 49,25 дюйма x 25 дюймов x 1 дюйм (1251 мм x 635 мм x 25,4 мм)
- Угол корзины Регулируемая -2 ° до + 2 °
- вибрация Линейная
- G-Force От 2,7 до 6,8
- 

### BRANDT™ Mini COBRA 2-Panel Shaker



Рисунок 16 - BRANDT™ Mini COBRA 2-Panel Shaker

## Технические характеристики:

- Размеры (Д x Ш x В) 1947,4 мм x 1681,5 мм x 1013 мм
- Высота поводья 15 дюймов (381 мм)
- Вес 2100 фунтов (953,4 кг)

- Количество экранов 2
- Угол колоды 0 °, + 5 °
- Угол корзины Регулируемая от -2 ° до + 3 °
- Тип экрана Натяжной
- Размеры экрана (Д x Ш x В) (1251 мм x 635 мм x 25,4 мм)
- G-Force 6,6 G 60 Гц 6,4 G при 50 Гц
- Площадь палубы 16,8 фут 2 (1,6 м 2 )
- Вибрационный двигатель линейный

### **BRANDT™ VSM Multi-Sizer**



Рисунок 17 – VSM Multi Sizer

Разделитель VSM Multi-Sizer предлагает гибкую систему потока (Flex-Flow), которая обеспечивает возможность запуска в двух уникальных режимах работы: «последовательно» и «параллельно». Изменение режимов легко выполняется с помощью регулируемого потока переключающих.

Режим работы в последовательном режиме. Сборка кольматационных материалов в процессе бурения является основной функциональной особенностью данного сепаратора. В этом режиме каждая из трех экранирующих колод имеет экраны с различными обозначениями API. Скальпинг-колода оснащена экранами для удаления грубых твердых частиц. Первичная палуба 1 оснащена

экранами, обозначенными API, которые позволяют собирать требуемые извлекаемые твердые вещества, такие как кольматанты или материалы для стабилизации ствола скважины. Желаемый материал транспортируется с экранов Первичной колоды 1 и в коллекционный желоб. Корыто наклонено, чтобы направлять собранный материал вниз по двум участкам подъёмного корыта машины и в отстойник и активную систему бурового раствора.

Режим работы в параллельном режиме. Основная функция разделителя VSM Multi-Sizer, в то время как в параллельном режиме, заключается в максимизации пропускной способности и пропускной способности. Скальпинг-колода оснащена экранами для удаления грубых твердых частиц, в то время как первая и вторая оснащены экранами с одинаковым обозначением API. Сепаратор VSM Multi-Sizer имеет сбалансированное эллиптическое движение для эффективного отделения твердых частиц от жидкости. Смена экрана быстро облегчается благодаря проверенной на практике системе зажима и уплотнения PNEUMOSEAL™. Система HVAC, стандартная особенность сепаратора VSM Multi-Sizer, направляет опасные пары от устройства и в систему вентиляции.

Так-же на базе данных вибрационных сит, благодаря модульной конструкции возможно оборудование гидроциклонными установками. Некоторые примеры таких конструкций приведены ниже.

### **BRANDT™ Mini COBRA 2-3-Panel Mud Conditioner**



Рисунок 18 – СГУ



## Особенности вибрационных сит от компании BRANDT

- CONTOUR PLUS™ корзины уменьшает уровень заполнения ее буровым раствором, обеспечивая лучшую транспортировку пробуренных твердых частиц через экраны. Настроенная на  $0^\circ$  на панели подачи и  $+5^\circ$  на оставшихся панелях, конструкция CONTOUR PLUS минимизирует угол наклона корзины и обеспечивает более сухое твердое тело и увеличивает срок службы экрана за счет уменьшения объемного веса бурового раствора по экранам.

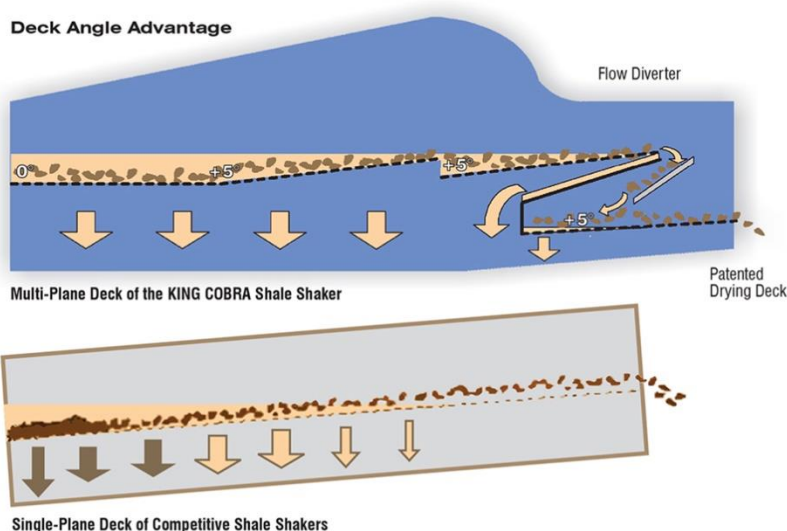


Рисунок 19 – CONTROL PLUS

- CONSTANT-G CONTROL (CGC) - это запатентованная технология, разработанная для поддержания оптимального значения G-силы виброситах, при различных условиях загрузки жидкости / твердых частиц. Технология CGC максимизирует производительность вибропанелей, транспортировку твердых частиц и пропускную способность, а также увеличивает срок службы экрана. При небольшом потоке бурового раствора и выбуренной породы вибросито будет работать с меньшей силой G и уменьшает износ вибропанелей. Когда загрузка становится более экстремальной, и более высокие значения G необходимы для обработки всего бурового раствора, сила G автоматически увеличивается. Также возможна работа в параллельном и последовательном режимах.

### 3.3 Виброционные сита от компании DERRICK

#### FLO-LINE CLEANER™ 2000



Рисунок 20 – FLO LINE CLEANER 2000

#### DUAL POOL 600 серия



Рисунок 21 – DEAL POOL 600

## FLO-LINE CLEANER™ 2000



Рисунок 22 - Ситогидроциклонная установка на базе вибросита FLO-LINE CLEANER™ 2000

### **Основные особенности.**

#### **Пирамидаидальные экраны.**

Эти революционные трехмерные экраны обладают преимуществами традиционных плоских многослойных экранов, значительно увеличивая полезную площадь экрана. Результатом является экран, который увеличивает пропускную способность жидкости.

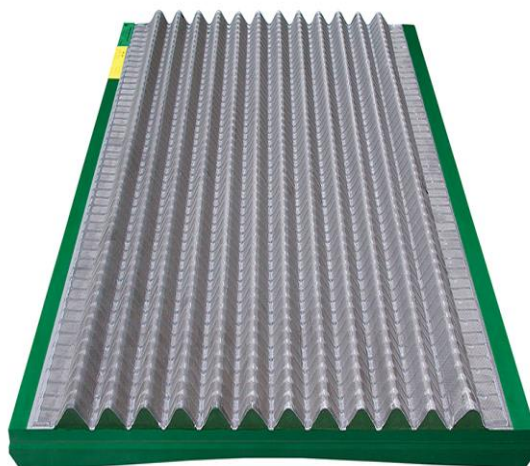


Рисунок 23- пирамидаидальный экран

Под действием силы тяжести и вибрации твердые частицы попадают в желоба гофрированного экрана, что позволяет большему количеству жидкости проходить через верхнюю часть экрана.



Рисунок 24- технология рботы экрана

### **Активированная система сжатия экрана**



Рисунок 25 активированная система сжатия экрана

- Устраняет обход твердых частиц под панелями экрана
- Воздушное управление обеспечивает быструю, легкую смену экрана
- Отказоустойчивая пружинная система надежно удерживает панели при потере давления воздуха
- Все пневматические фитинги из нержавеющей стали
- Защелкивающиеся защитные чехлы.

### **Регулировка экрана в одной точке**

Регулируемый угол наклона экрана для оптимальной производительности, срока службы и эффективности

Система с одной точкой позволяет управлять одним человеком и оптимизировать во время бурения.

Гидравлическая кнопочная система на FLC 2000



Рисунок 26 - Гидравлическая кнопочная система на FLC 2000

## Ручная храповая система на FLC 503/504



Рисунок 27- Ручная храповая система на FLC 503/504

## Вогнутая кровать экрана



Рисунок 28 - Вогнутая кровать экрана

- Устраняет обход твердых частиц под панелями экрана
- Технология центрирования жидкости увеличивает производительность до 35% по сравнению с конкурентным оборудованием
- Увеличенная эффективность в меньшем следе
- Компрессионный материал кровати не требует никаких аппаратных средств
-

### **Заключение.**

Оборудование по системе очистки буровых растворов представлено на рынке в огромном количестве. Несомненно, лидерами на этом рынке остаются импортные производители. Эффективная работы системы очистки во многом облегчает процесс строительства скважины, снижает экономические затраты по ее проводке. Каждый из производителей вносит что-то новое, в уже существующие технологические решения, и на выходе получается уникальная система. Данное оборудование используется в полевых условиях, поэтому надежность и простота обслуживания являются очень важными факторами. Рассмотренное в данной работе оборудование, зарекомендовало себя с положительной стороны. Является эффективным в очистке буровых, промывочных жидкостей.

## **4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Объектом исследования является планирование и формирование бюджета научных исследований для строительства разведочной скважины глубиной 3300м расположенной в Томской области, это является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения исследований.

Целью раздела финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение является проектирование нормативной карты для строительства разведочной скважины глубиной 3300 м в Томской области.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Произвести расчет норм времени на производимые операции;
2. Спроектировать нормативную карту строительства разведочной скважины;
3. Произвести расчет сметы для строительства разведочной скважины.

### **4.1 Основные направления деятельности ОАО «Востокгазпром»**

ОАО «Востокгазпром» — дочернее предприятие ОАО «Газпром». Компания, созданная в 1999 году, первой в Томской области приступила к добыче природного газа. Это событие стало началом новой для региона газодобывающей отрасли.

ОАО «Востокгазпром» специализируется на добыче нефти и газа и реализует стратегию, направленную на достижение конкурентного преимущества в освоении сложных месторождений углеводородов. Компания обеспечивает полный производственный цикл от освоения месторождений, добычи углеводородного сырья до подготовки и получения товарной

продукции. Востокгазпром планомерно расширяет производственные мощности, совершенствует технологические процессы интенсификации добычи и подготовки сырья, реализует программы геологоразведочных работ.

ОАО «Востокгазпром» занимает ведущие позиции в списке крупнейших предприятий нефтегазовой отрасли Сибирского федерального округа.



В ОАО «Востокгазпром» сформирована команда уникальных специалистов высокого уровня. Кадровая стратегия компании включает современные подходы к привлечению, адаптации и развитию персонала.

#### 4.1.1 Организационная структура управления предприятием

На рисунке 5 представлена организационная структура ОАО «Востокгазпром»



Рисунок 29 – Организационная структура ОАО «Востокгазпром»

## 4.2 Расчет нормативной продолжительности строительства скважин

Целью настоящего раздела является определение сметной стоимости строительства скважины. Расчет сметной стоимости связан с определением цикла строительства скважины.

Исходные данные для расчета нормативной карты представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Исходные данные для расчета нормативной карты

Проектная глубина, м:	3330
Способ бурения:	
- под направление	Роторный
- под кондуктор, техническую и эксплуатационную колонны	ВЗД
Цель бурения	разведка
Конструкция скважины:	
- направление	d 406,4 мм на глубину 30 м
- кондуктор	d 323,9 мм на глубину 750 м
- техническая	d 244,5 мм на глубину 1700 м
- эксплуатационная	d 146,1 мм на глубину 3310 м
Буровая установка	Уралмаш 3Д-76
Оснастка талевого системы	5'6
Насосы:	
- тип- количество, 2 шт.	УНБТ-950
производительность, л/с:	
- в интервале 0-30м	61,2
- в интервале 30-750м	61,2
- в интервале 750-1700м	54,4
- в интервале 1700-3330м	30,6
Утяжеленные бурильные трубы	
- в интервале 0-30м	УБТС 2-229x90 Д – 9м.
- в интервале 30-750м	УБТ 2 203x100 Д – 12 м УБТС 2 178x80 – 32,5м
- в интервале 750-1700м	УБТ 203x80 Д – 65м
- в интервале 1700-3330м	УБТС 1-178 Д – 26м УБТС 1-178 Д – 39м
Забойный двигатель (тип):	
- в интервале 30-750м	Д-240М.5/6.50
- в интервале 750-1700м	Д-240М.5/6.50
- в интервале 1700-3330м	ДР-195.NGT.6/7.43.M1
Бурильные трубы: длина свечей, м	35,7

Продолжение таблицы 21

- в интервале 0-30м	127х9
- в интервале 30-750м	127х9
- в интервале 750-1700м	127х9
- в интервале 1700-3330м	127х9
Типы и размеры долот:	
- в интервале 0-30м	444.5 М-ЦГВУ
- в интервале 30-750м	БИТ 393,7 В 419 ТСП
- в интервале 750-1700м	БИТ 295,3 В 616 УМ.38
- в интервале 1700-3330м	БИТ 215,9 В 713 У

#### 4.2.1 Расчет нормативного времени на механическое бурение

Сведения о разбивке геологического разреза на нормативные пачки, а также действующие на буровом предприятии нормы времени механического бурения 1 м породы и проходки на долото представлены в таблице 23 [21,22].

Таблица 22 – Нормы механического бурения

Интервалы бурения	Интервал, м		Количество метров в интервале, м	Норма времени механического бурения 1 м породы, ч	Норма проходки на долото, м
	от (верх)	до (низ)			
1	0	30	30	0,034	480
2	30	750	720	0,039	840
3	750	1700	950	0,058	1300
4	1700	3330	1630	0,061	1600

Нормативное время на механическое  $N$ , ч бурение рассчитывается по формуле:

$$N = T * H, \quad (11)$$

где  $T$  - норма времени на бурение 1 метра, ч/м;

$H$  - количество метров в интервале, м.

Расчет нормативного времени на механическое бурение представлен в таблице 23.

Таблицы 23 - Расчет нормативного времени на механическое бурение

Количество метров в интервале, м	Норма времени на бурение 1 метра, ч/м	Нормативное время на механическое бурение, ч
30	0,034	1,02
720	0,039	28,08
950	0,058	55,1
1630	0,061	99,43
<b>Итого</b>		<b>183,63</b>

Далее производится расчет нормативного количества долот  $n$  с учетом интервала набора кривизны. Нормативное количество долот рассчитывается по формуле:

$$n = H/P, \quad (12)$$

где  $P$  - нормативная проходка на долото в данном интервале, м.

Результаты расчета нормативного количества долот приведены в таблице 24. [21,22].

Таблица 24 – Нормативное количество долот

Количество метров в интервале $H$ , м	Нормативная проходка на долото в данном интервале $P$ , м	$n$
30	480	0,06
720	840	0,8
950	1300	0,7
1630	1600	1,01
<b>Итого на скважину</b>		<b>2,66</b>

Таким образом, был произведен расчет нормативного времени на механическое бурение.

#### 4.2.2 Расчет нормативного времени на спускоподъемные операции

Данные нормы включают время на выполнение следующих работ:

- спуск бурильных свечей;
- подъем бурильных свечей;

- подъем и установка УБТ за палец;
- вывод УБТ из-за пальца и спуск ее в скважину;
- подготовительно-заключительные работы при СПО;
- наращивание инструмента;
- промывка скважины перед подъемом инструмента;
- промывка скважины перед наращиванием инструмента;
- смена долота;
- проверка люфта турбобура;
- смазка резьбы бурильных труб герметизирующей смазкой;
- крепление и раскрепление свечей и элементов бурильной колонны ключами.

Укрупненные нормы времени на СПО ТСПО, составляют на 1 метр проходки в зависимости от глубины залегания интервала и нормы проходки на долото.

Расчет производится по формуле:

$$T_{\text{СПО}} = \Pi * n_{\text{СПО}}, \quad (13)$$

где  $n_{\text{СПО}}$  - нормативное время СПО в расчете на 1 метр, с/м;

$\Pi$  – длина интервала, м

Результаты расчета времени на СПО и исходные данные приведены в приложении Ж [34,39].

В данном разделе произведен расчет нормативного времени на СПО. Время, которое будет затрачено на СПО равно 75,7 часам.

#### **4.2.3 Расчет нормативного времени на установку центрирующих фонарей**

Норма времени на установку одного центрирующего фонаря в сборе, определяемая на основе фактических данных о работе буровых бригад составляет 1 мин. Нормативное время составит: кондуктор:  $26 * 1 = 26$  мин, техническая колонна:  $41 * 1 = 41$  мин, эксплуатационная колонна  $129 * 1 = 129$  мин.

#### **4.2.4 Расчет нормативного времени ожидания затвердевания цемента**

Время ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ) нормируется на основе фактических данных по скважинам, пробуренным в аналогичных условиях, но не свыше норм времени. Принимаем время ОЗЦ направления - 4 ч, кондуктора - 10 ч, технической колонны 1 – 18ч. эксплуатационной колонны - 22 ч.

#### **4.2.5 Расчет нормативного времени на разбуривание цементной пробки**

В укрупненные нормы времени на крепление скважины включено время на выполнение следующих видов работ:

- промывка скважины перед спуском обсадных труб – 2 цикла;
- подготовительно-заключительные работы перед спуском обсадных труб;
- спуск резьбовых обсадных труб;
- подготовительно-заключительные работы к промывке скважины во время спуска колонны обсадных труб;
- промежуточные работы во время спуска колонны;
- промывка скважины перед цементированием – 2 цикла;
- подготовительно-заключительные работы к цементированию колонны обсадных труб;
- цементирование скважины;
- заключительные работы после затвердевания цемента;
- герметизация устья скважины.

Разбуривание цементной пробки предусматривается после цементирования направления, кондуктора. Норма времени на выполнение следующей операции складывается из времени следующих работ:

- Отвертывание долота - 7 минут.
- Спуск бурильных свечей:
  - а) определяется глубина спуска бурильного инструмента  $L_c$ , м по формуле

$$L_c = L_k - L_n, \quad (14)$$

где  $L_k$  - глубина кондуктора, м;  $L_n$  - длина цементной пробки, м.

б) рассчитывается, длина неизменной части бурильного инструмента  $L_n$ , м квадрата (16 м), переводника с долотом (1 м).

$$L_n = 16 + 1 = 17 \text{ м}$$

в) определяется, длина бурильных труб  $L_T$ , м по формуле:

$$L_T = L_c - L_n, \quad (15)$$

Для направления:

$$L_T = 30 - 17 = 13 \text{ м}$$

г) рассчитывается количество спускаемых свечей  $N$  по формуле:

$$N = L_T / l_c, \quad (16)$$

где  $l_c$  - длина одной свечи, м

д) по УНВ спуск одной свечи занимает 2 мин.

$$T_{\text{секции}} = N * 2 + 5. \quad (17)$$

Норма времени для разбуривания цементной пробки по результатам расчета:

1. Для направления:  $T_{\text{напр.}} = 0,36 * 2 + 5 = 5,72$  мин;
2. Для кондуктора:  $T_{\text{конд.}} = 20,53 * 2 + 5 = 46,01$  мин.
3. Для технической колонны:  $T_{\text{тк.}} = 47,2 * 2 + 5 = 99,4$  мин
4. Для эксплуатационной колонны:  $T_{\text{эк.}} = 92,2 * 2 + 5 = 189,4$  мин

- Подготовительные и заключительные работы перед и после спуска занимают 17 минут.

- Разбуривание цементной пробки и запорного кольца составляют 42 мин.

Подъем инструмента после разбуривания пробки не предусматривается.

Общее время на разбуривание цементных пробок направления и кондуктора определяется суммой всех затрат времени:

$$\Sigma = 5,72 + 46,01 + 99,4 + 189,4 + 3 * (7 + 17 + 42) = 538,53 \text{ мин} = 8,97 \text{ ч.}$$

В данном разделе произведен расчет разбуривания цементной пробки. При расчете была определена глубина спуска бурильного инструмента, рассчитана длина неизменной части бурильного инструмента и бурильных труб, рассчитано количество спускаемых свечей. Общее время на разбуривание цементных пробок 8,97 часов.

#### **4.2.6 Расчет нормативного времени на геофизические работы**

Нормативное время принимается по данным, отражающим среднее фактическое время работы геофизических партий на скважинах. Среднее фактическое время комплекса геофизических исследований скважины составляет 25 ч.

#### **4.2.7 Расчет затрат на прочие вспомогательные работы, не учтенные укрупненными нормами**

Общее нормативное время на проведение прочих вспомогательных работ составляет 7,56 ч.

#### **4.2.8 Расчет нормативных затрат времени на проведение ремонтных работ**

Нормативное время проведения ремонтных работ определяется в процентах от нормативной продолжительности проводки скважины (за исключением времени проведения геофизических исследований). Величина процента принимается по сборнику ЕНВ. [21,22].

Расчет времени на ремонтные работы производится после включения в нормативную карту всех видов работ, предусмотренных ГТН и подсчета итога затрат времени.

Нормативная продолжительность проводки скважины по итогу составляет 358,02 часов или 14,9 суток. Следовательно, надбавка времени на выполнение ремонтных работ составляет 6,6%.

Общее время на выполнение ремонтных работ определяется произведением:

$$T_{\text{общ}} = 358,02 \times 0,066 = 23,6 \text{ ч.}$$

Общее нормативное время проводки скважины составляет:

$$\Sigma = 358,02 + 23,6 + 25 = 406,62 \text{ ч} = 16,9 \text{ суток.}$$



Нормативная карта разведочной вертикальной скважины глубиной 3300 метров на газовом месторождении (Томская область) представлена в приложении 3 [21,22].

В данном разделе произведен расчет нормативных затрат времени на проведение ремонтных работ, которые составляют 23.6 часа, а также нормативное время на проводку скважины – 16,9 суток.

### 5. Расчет технико-экономических показателей

После составления нормативной карты рассчитываются следующие нормативные технико-экономические показатели проводки скважины:

а) механическая скорость  $V_M$ , м/ч:

$$V_M = H/T_M, \quad (18)$$

где  $H$  - глубина скважины, м;

$T_M$  - время механического бурения, ч.

$$V_M = 3310/183,63=18,02$$

б) рейсовая скорость  $V_p$ , м/ч:

$$V_p = H/(T_M + T_{\text{сно}}), \quad (19)$$

где  $T_{\text{сно}}$  - время спускоподъемных операций, ч.

$$V_p = 3330/(183,63+75,7) = 12,84 \text{ м/час}$$

в) коммерческая скорость  $V_K$ , м/ч:

$$V_K = (H * 720)/T_H, \quad (20)$$

где  $T_H$  - нормативная продолжительность бурения скважин, ч.

$$V_K = 3330 \cdot 720/358,02=6697 \text{ м/ст.мес.}$$

г) проходка на долото  $h_d$ , м:

$$h_d = H/p, \quad (21)$$

где  $p$  - количество долот.

$$h_d = 3330/2,66 = 1252 \text{ м.}$$

Себестоимость одного метра строительства скважины:

$$C_{clm} = (C_{cm} - П_n) / H, \quad (22)$$

где  $C_{cm}$  – сметная стоимость строительства скважины, руб;

$П_n$  – плановые накопления, руб.

$$C_{clm} = (150500495 - 39500) / 3330 = 45183 \text{руб}$$

Вывод: Произвели расчет нормативных технико-экономических показателей бурения скважины результат представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Нормативные технико-экономические показатели бурения скважины

Показатели	Величина
Глубина скважины, м	3330
Продолжительность бурения, сут.	16,9
Механическая скорость, м/ч	18,02
Рейсовая скорость, м/ч	12,84
Коммерческая скорость, м/ст.-мес.	6697
Проходка на долото, м	1252
Стоимость одного метра	45183

В данном разделе произведены расчеты технико-экономических показателей проводки скважины, таких как: механической скорости, которая равна 18,02 м/ч, рейсовой скорости – 12.84 м/ч, коммерческой скорости – 6697 м/ст.-мес., расчет проходки на долото – 1252м, расчет себестоимости одного метра строительства скважины – 45183 рубля

**Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Общее время механического бурения составит 183,63 часов или 7,6 суток. При расчете нормативной продолжительности строительства скважины с учетом всех видов работ, было рассчитано что на реализацию данного проекта необходимо 33 суток.

2. В ходе проведения планирования и подсчета сметной стоимости строительства проектируемой скважины общее время проводки скважины от начала забуривания до процесса заканчивания составит 792,78 часов или 33 суток с учетом всех видов работ. Общая величина затрат на выполнение данного проекта составит 150500495 рублей.

3. Посредством использования современных типов долот, винтовых забойных двигателей и технологий бурения и крепления скважины были достигнуты следующие технико-экономические показатели:

- механическая скорость 18,02 м/ч;
- рейсовая скорость 12,84 м/ч;
- коммерческая скорость 6697м/ст.-мес.;
- стоимость одного метра бурения 45183 рублей.

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

Данным проектом предусматривается строительство площадки для временного размещения буровой установки и вспомогательных зданий и сооружений при бурении вертикальной разведочной скважины. При сооружении проектной скважины при неправильной организации труда, несоблюдении технологии проводки скважины возможны следующие опасности: механические травмы, поражение электрическим током, взрывы, пожары.

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным результирующим последствиям, зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств.

В соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» объекты нефтегазового комплекса относятся к опасным производственным объектам

(ОПО). В целях обеспечения производственной безопасности на предприятиях Нефтяной промышленности необходимо предпринимать меры по предупреждению и снижению влияния опасных и вредных производственных факторов.

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются такие вопросы как: правовые и организационные мероприятия обеспечения безопасности; производственная безопасность; экологическая безопасность.

Основной целью является выявление возможных вредных и опасных факторов на производстве, а также анализ воздействия предполагаемых источников загрязнения на окружающую среду, возникающих в результате реализации проекта на строительство скважины.

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

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке в соответствии с приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 № 302н и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке (ст. 264; 298 ТК РФ).

Каждый рабочий должен быть проинструктирован по безопасности труда. Работники в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты – ст. 219 ТК РФ. На рабочих местах, а также в местах, где возможно воздействие на человека вредных и (или) опасных производственных факторов, должны быть размещены предупредительные знаки и надписи. При возникновении несчастного случая пострадавший или очевидец немедленно должен сообщить непосредственному руководителю работ, который обязан организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в медицинский пункт, а также сообщить о случившемся руководителю подразделения.

Рабочий несет ответственность за:

- соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;

- выполнение требований инструкций (паспортов) заводов- изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаробезопасности и электробезопасности;
- качественное выполнение работ;
- сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;
- аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда.

Согласно приказу №336 Н «Об утверждении Правил по охране труда в строительстве» от 01.06.2015 г. перед началом работ должны быть определены опасные зоны, в которых возможно воздействие опасных производственных факторов, связанных или не связанных с технологией и характером выполняемых работ.

Все работники обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении ЧС, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения.

## 5.2 Производственная безопасность

Таблица 26 – Основные опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Р азработка	И зготовле- ние	Э ксплуата- ция	
1.Расположе- ние рабочего места на значительной высоте относительно поверх- ности земли (пола)	+	+	+	ПОТ Р М-012-2000-Межотрас- левые правила по охране труда при работе на высоте

Продолжение таблицы 26

2.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	+	+	ГОСТ 12.2.003-91-оборудование производственное, общие требования безопасности. ГОСТ 12.4.011-89- система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация" ГОСТ 12.2.062-81- Оборудование производственное. Ограждения защитные сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний.
3.Пожаровзрывобезопасность		+	+	ГОСТ 12.1.004-91-пожарная безопасность
4.Электробезопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-79-электробезопасность
5.Превышение уровней вибрации	+	+	+	ГОСТ 12.1.012-2004-вибрационная безопасность ГОСТ 31192.2-2005-измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека ГОСТ 31319-2006-измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека
6.Превышение уровней шума	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014- ШУМ Общие требования безопасности ГОСТ 17.2.2.03-87- Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности
7.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СНиП 23-05-95- естественное и искусственное освещение ГОСТ 12.1.005-88- общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

### **5.2.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению**

#### **Расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли**

Согласно ПОТ Р М-012-2000 к работам на высоте относятся работы, при выполнении которых работник находится на расстоянии менее 2 м от не ограждённых перепадов по высоте 1,3 м и более. При невозможности устройства ограждений работы должны выполняться с применением предохранительного пояса и страховочного каната.

Верхолазными считаются работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности земли, перекрытия или рабочего настила, над которыми производятся работы непосредственно с конструкций или оборудования при их монтаже или ремонте, при этом основным средством, предохраняющим работников от падения, является предохранительный пояс.

При совмещении работ по одной вертикали нижерасположенные места должны быть оборудованы соответствующими защитными устройствами (настилами, сетками, козырьками), установленными на расстоянии не более 6 м по вертикали от нижерасположенного рабочего места. Внизу под местом производства работ определяются и ограждаются опасные зоны, опасные участки обозначаются плакатами, знаками безопасности для предупреждения появления в опасной зоне посторонних лиц.

Необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты от падения с высоты такие как страховочные привязи, амортизаторы блокирующие устройства.

#### **Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования**

Возникает на всех этапах полевых работ, но возрастание риска подвернуться механическому воздействию, а в следствии, получить травму можно при

погрузочно-разгрузочных работах, монтаже-демонтаже оборудования на скважине и др.

Меры безопасности, в большинстве, сводятся к неукоснительному соблюдению техники безопасности на буровой. Поэтому каждого поступающего на работу человека обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечить медикосанитарное обслуживание.

К основным документам, регламентирующим работу с движущимися механизмами, относится ГОСТ 12.2.003-91, здесь описываются такие требования как:

- конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения;

- производственное оборудование должно быть пожаровзрывобезопасным;

- движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства, предотвращающие травмирование;

- элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями.

В последнем случае должны быть предусмотрены меры защиты работающих и т.д.

Все рабочие во избежание травм снабжаются спецодеждой: защитная каска, которая выдается каждому члену бригады, щитки защитные лицевые, сапоги, согласно ГОСТ 12.4.011-89.

Согласно ГОСТ 12.2.062-81 все опасные зоны оборудуются ограждениями.



Согласно ГОСТ 12.4.026-2001 вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так-же используются сигнальные цвета.

### **Пожаровзрывобезопасность**

По классификации пожароопасных зон площадка изысканий относится к категории II-III (расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С или твердые горючие вещества). Основными причинами пожаров на производстве могут являться:

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
2. Открытый огонь (сварочные работы, костры, курение, искры от автотранспорта и неомедленного инструмента);
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества.

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы).

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, должны проходить первичный и вторичный противопожарный инструктаж. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» согласно ГОСТ 12.1.004-91.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ

12.1.004-91: огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з)-2 шт.; ведро пожарное-2 шт.; багры-3 шт.; топоры-3 шт.; ломы-3 шт.; ящик с песком, 0,2 м<sup>3</sup>-2 шт.

## Электробезопасность

Опасностями поражения током при проведении полевых работ, сводятся, в основном, к мерам электробезопасности.

Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям (находящимся под напряжением), отсутствие заземления и др. Корпуса всех агрегатов должны быть надежно заземлены. Заземление выполняется на контур буровой.

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

- ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств (диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики, изолирующие подставки);

- все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи.

- с целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности.

Помощь пораженному электротоком необходимо оказывать немедленно, не теряя ни минуты. Прежде всего, добиться прекращения действия тока на пострадавшего, для чего любым способом изолировать его от источника тока. Следует помнить, что электроток вызывает сокращение мышц пальцев, и пострадавший не может самостоятельно разжать их.

Поражение электрическим током может произойти в следующих случаях:

1. прикосновение к изолированным токоведущим частям установки;
  2. прикосновение к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы;
- освобождение другого человека из-под напряжения.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79

## Превышение уровней вибрации

Вибрация – это механические колебания, оказывающие ощутимое влияние на человека. Источником вибрации является буровая установка и установка статического зондирования. К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004.

Разделяют общую и локальную вибрацию. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов. Основным средством обеспечения вибрационной безопасности является создание условий работы, при которых вибрация, воздействующая на человека, не превышает некоторых установленных пределов (гигиенических нормативов).

Значения нормируемых параметров вибрации определяют по результатам измерений на рабочих местах: локальной вибрации – по ГОСТ 31192.2-2005, общей вибрации – по ГОСТ 31319-2006.

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования используют различные методы:

- использование машин с меньшей виброактивностью;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению вибрации и воздействию ее на человека;
- использование в качестве рабочих виброопасных профессий лиц, не имеющих медицинских противопоказаний, и обеспечение прохождения ими регулярных медицинских обследований; проведение послеремонтного и, при необходимости, периодического контроля виброактивных машин;
- индивидуальные средства защиты: виброобувь и виброручкавицы, вкладыши и прокладки из упругодемпфирующих материалов;
- коллективные средства защиты: амортизационные подушки в соединениях блоков, оснований, эластичные прокладки, виброизолирующие хомуты на напорных линиях буровых насосов.

## **Превышение уровней шума**

Шум — беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры.

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т.п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки).

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, установкой статического зондирования, установками воздуха, преобразователями напряжения). В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает не-обратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-2014. .

## **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Освещенность - важнейший параметр на рабочем месте работника, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление, сохраняет высокую работоспособность. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Освещение рабочих мест должно отвечать требованиям, изложенным в СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение". Освещение должно быть постоянным во времени, без пульсации, иметь спектр, близкий к естественному.

Предельно допустимые нормы рассчитываются по ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.548–96.

## **5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия**

### **Мероприятия по охране атмосферного воздуха**

На основании проведенной оценки воздействия намечаемой деятельности на атмосферный воздух целесообразны следующие мероприятия по охране атмосферного воздуха от химического воздействия:

1. Выбор местоположения объекта с соблюдением архитектурно-планировочных решений.; 2. Контроль топливной системы механизмов, а также системы регулировки подачи топлива, обеспечивающих полное его сгорание для удержания значений выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта и строительной техники в расчетных пределах.; 3. Двигатели автомобилей и специальной техники на время простоев должны быть заглушены.; 4. Допуск к эксплуатации машин и механизмов в исправном состоянии, эксплуатация в строгом соответствии с техническими инструкциями: ГОСТ 17.2.2.03-87.; 5. Необходимо предусмотреть дегазацию объекта.

### **Мероприятия по обращению с отходами**

Разработаны следующие мероприятия по обращению с отходами на периоды строительства и эксплуатации объекта: - организованный сбор и утилизация отходов производства и потребления на период строительства и при эксплуатации объекта; - при вводе объекта после строительства в эксплуатацию - заключение договора на утилизацию и вывоз опасных отходов. - организация мест временного хранения отходов в соответствии с санитарными требованиями и нормами, для исключения загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха; - своевременная утилизация отходов с территории проектируемого объекта в целях недопущения захламления территории.

### **Мероприятия по минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций на объектах**

При эксплуатации объекта может возникнуть множество аварийных ситуаций, связанных с производственным процессом. Основные блоки аварийных ситуаций: аварии, связанные с незначительным воздействием на окружающую

среду и производственными травмами; - горение отходов. В случае горения максимальный вред будет нанесен атмосферному воздуху как основной транспортирующей среде. Для тушения пожаров на объектах используют огнетушители. Большие возгорания тушат средствами противопожарной безопасности, пожарными машинами или насосами из пожарных резервуаров. При эксплуатации объекта возможно возникновение следующих аварийных ситуаций: пролив ГСМ; аварии автотранспорта; другие ситуации, связанные с производственными травмами. Профилактика аварийных ситуаций, связанных с производственными травмами производится путем проведения регулярных слушаний по технике безопасности среди работников. При проливе ГСМ рекомендуется: - оценить масштаб пролива и требуемое количество человек для его ликвидации; локализовать разлив, если он значительный и распространяется по рельефу; приступить к ликвидации путем засыпки пятна разлива имеющимся на полигоне грунтом.

### **5.3 Экологическая безопасность**

#### **Влияние на литосферу**

В процессе освоения нефтяных и газовых месторождений наиболее активное воздействие на природную среду осуществляется в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (в первую очередь магистральных трубопроводов), в ближайших населенных пунктах (городах, поселках). При этом происходит нарушение растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока, срезка микрорельефа. Для сохранения качества почвы необходимо: использовать буровые растворы с малой фильтрацией, для предотвращения попадания фильтрата в почву; сократить до минимума попадание различных масел, дизельного топлива и нефти на землю. Для этого необходимо производить их транспортировку только в герметичных металлических емкостях; после сооружения всех скважин на кусте необходимо разровнять кустовое основание, закопать шламовые амбары, произвести рекультивацию поверхностного слоя почвы; необходимо исключить открытое фонтанирование для этого на устье должно устанавливаться противовыбросовое оборудование.

## **Влияние на гидросферу**

В процессе бурения происходит загрязнение подземных водоносных горизонтов производственными водами (буровой раствор, нефтепродукты, минеральные воды), бытовыми стоками. При вскрытии поглощающих горизонтов буровой раствор может поступить в водоносный горизонт, тем самым произойдет загрязнение водяного пласта. С целью защиты гидросферы необходимо проводить следующие мероприятия: сооружение водоотводов, накопителей и отстойников; очистные сооружения для буровых стоков и бытовых стоков (канализационные устройства, септики); контроль за герметичностью амбара; предотвращение поступления бурового раствора в поглощающие горизонты; строго соблюдать разработанную конструкцию скважины, которая обеспечивает изоляцию водоносных горизонтов и перекрытие интервалов поглощения бурового раствора; создать по всей длине обсадной колонны прочное цементное кольцо с целью исключения перетоков пластовых вод из одного пласта в другой.

## **Влияние на атмосферу**

Атмосфера всегда содержит определенное количество примесей, поступающих от естественных и антропогенных источников. К числу примесей, выделяемых естественными источниками, относят: пыль (растительного и вулканического, космического происхождения), туман, дымы, газы от лесных и степных пожаров и др. К вредным источникам воздействия на атмосферу относятся: выхлопные газы автотранспортной, строительной, дорожной техники, выбросы вредных веществ предприятиями, заводами. Для предотвращения загрязнения атмосферы необходимо использовать только исправную технику с минимальными выхлопами углекислого газа в воздух, на производстве фильтрующие элементы и их утилизацию согласно экологическим нормам.

### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

#### **Мероприятия по устранению ЧС ГНВП, пожары:**

В зоне расположения проектируемого объекта и места строительства скважины (Томская область) вероятность наступления чрезвычайных ситуаций

природного или военного характера крайне мала. Наиболее вероятные ЧС техногенного характера связанные с пожароопасностью.

В случае возникновения пожар на буровой установке при выполнении полевых работ необходимо принять следующие меры:

- остановить работу буровой установки и по возможности обесточить ее;
- немедленно сообщить о возгорании по телефону в пожарную охрану, и ответственному руководителю;
- оценить возможное распространение пожара, создающее угрозу для людей, и пути возможной эвакуации;
- приступить к ликвидации очага при помощи первичных средств пожаротушения, таких, как огнетушители, песок, кошма (плотное покрывало) и др.

При появлении первых признаков газонефтеводопроявления необходимо срочно принимать меры по их ликвидации. Во-первых, нужно прекратить добычу нефти из проблемной скважины, а, во-вторых, для предупреждения осложнений от ГВНП и на соседних скважинах при наличии интенсивной разработки нефтеносного пласта. При обнаружении ГНВП вахта должна выполнить герметизацию устья, ствола и канала скважины, а также информировать о ситуации руководство. После подтверждения факта газонефтеводопроявления вызывается спецбригада по его устранению. К работам по устранению ГНВП допускают только рабочих и специалистов, которые прошли специальное обучение и подготовку по спецкурсу.

Ликвидация ГНВП производится с применением спецоборудования, которое позволяет спустить в ствол бурильные трубы в условиях высокого давления. С целью приостановки газонефтеводопроявления одновременно создаётся оптимальное выравнивающее давление в стволе, равное или превышающее пластовое.

Если при спуске оборудования вследствие газонефтеводопроявления возникает фонтанирование, то принимаются меры по его глушению в соответствии



с аварийным расписанием. Для этого дополнительно потребуется привлечение представителей органов по технадзору.

Для перекрытия скважины при газонефтеводопроявлении применяется баритовая пробка, создающая непроницаемый экран в пластах и позволяющая установить над ней цементный мост. Если ГНВП вскрывается при работе двух насосов, то предусматривают их работу из одной ёмкости либо с установленными запорными устройствами между двумя емкостями.

В данной работе мы проанализировали основные опасные и вредные факторы при строительстве разведочной скважины глубиной 3330 метров в Томской области, такие как: расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли; движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; пожаровзрывобезопасность; электробезопасность; превышение уровней вибрации; превышение уровня шума; перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; разработка действий в результате возникшей ЧС и мере по ликвидации её последствий; пожаровзрывобезопасность.

Предложенные средства индивидуальной и коллективной защиты минимизируют риски получения травм и нанесения вреда здоровью персоналу с приведёнными факторами. Уделено внимание возможным источникам загрязнения окружающей среды и природоохранным мероприятиям для обеспечения ее экологической безопасности, сохранению природных ресурсов и залежей. Были приведены особенности трудового законодательства относящихся к данному проекту. Предусмотрены все необходимые меры безопасности жизнедеятельности, рассмотрены мероприятия по охране недр и окружающей среды и предупреждению аварий и осложнений.

Был разработан порядок действий в результате возникновения ЧС и меры по ликвидации ее последствий.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной выпускной квалификационной работе был разработан проект на строительство разведочной вертикальной скважины глубиной 3300 м на газовом месторождении Томской области. Представлены географо-экономическая характеристика района работ, стратиграфический разрез скважины, тектоническая характеристика и газонефтеводоносность разреза, а так же проведен анализ возможных осложнений.

В технологической части были спроектированы технологические решения: расчет и обоснование профиля скважины, конструкция скважины и конструкция эксплуатационного забоя, определение глубины спуска обсадных колонн и их число, выбор интервалов цементирования, расчет диаметров проектной скважины и диаметры обсадных колонн и разработка схем обвязки устья скважины. Выбор способа бурения, типоразмеры породоразрушающего инструмента по интервалам бурения, для каждого интервала бурения тип винтового забойного двигателей, расчет требуемого расхода бурового раствора, компоновки низа бурильной колонны и расчет бурильной колонны. Обоснование и выбор типов и компонентного состава промывочных жидкостей, выбор гидравлической программы промывки. Расчет обсадных колонн и цементирование скважины. По наибольшему весу выбрана буровая установка и способ освоения скважины.

Рассмотрены вопросы безопасности в рабочей зоне, охраны окружающей среды, чрезвычайные ситуации.

В экономической части отражены организационные формы и структура бурового предприятия, расчет продолжительности строительства скважины, разработан календарный план – график, рассчитана сметная стоимость строительства скважины.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.003-2015 – Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.2.003-91 – Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.2.062-81 – Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
4. ГОСТ 12.4.011-89 – Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
5. ГОСТ 12.1.005-88 – Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. СанПиН 2.2.4.548-96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
7. ГОСТ 12.4.026-2001 – Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний.
8. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 31192.2-2005 Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека.
10. СанПиН 2.2.4.3359-16 – Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
11. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
12. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

13. Абубакиров В.Ф., Буримов Ю.Г., Гноевых А.Н., Межлумов А.О., Близнюков В.Ю. Буровое оборудование: Справочник: в 2-х т. Т. 1. Буровой инструмент. – М.: ОАО Издательства «Недра», 2003. – 512 с.
14. Учебное пособие / В. П. Овчинников, В. Г. Кузнецов, О. В. Нагарев, Т. А. Ованесянц. – Тюмень: Экспресс, 2008. – 347 с.
15. Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Агзамов Ф.А., Нагарев О.В. Заканчивание скважин Учебное пособие для вузов. – М.: ООО «Недра Бизнесцентр», Тюмень 2010. – 189 с.
16. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. – М.: ООО «Недра - Бизнесцентр», 2000. – 679 с.
17. Борисов К.И., Рязанов В.И. Методические основы расчёта колонны бурильных труб: Учебное пособие. – Томск: Изд.ТПУ, 2005. – 75 с.
18. Басарыгин Ю.М., Будников В.Ф., Булатов А.И., Гераськин В.Г. Строительство наклонных и горизонтальных скважин. – М.: ООО «Недра - Бизнесцентр», 2000. – 262 с.
19. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Заканчивание скважин. Учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2000. – 670 с.
- 20 Булатов, Анатолий Иванович. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин : учебник / А. И. Булатов, Ю. М. Проселков, С. А. Шамапов. – М. : Недра, 2003. – 1007 с.
21. Единые нормы времени на бурение скважин. Москва, 2000. – Ч1.
22. Единые нормы времени на бурение скважин. Москва, 2000. – Ч2.
23. Балденко Ф.Д. Расчеты бурового оборудования. М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. – 428 с.
24. Инструкция по расчету бурильных колонн. – М.: ВНИИБТ, 1997. – 168 с.
25. Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. М.: ВНИИБТ, 1997. – 194 с.
26. Книга инженера по растворам – Москва 2006 г.

27. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Мессер А.Г., Соловьев Н.В. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: Справочное пособие / Под ред. А.Г.Калинина. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2001. – 450 с.

28. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Мессер А.Г., Соловьев Н.В. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: Справочное пособие / Под ред. А.Г.Калинина. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 450 с.

29. Калинин А.Г., Никитин Б.А., Солодский К.М. и др. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: Справочник / Под ред. А.Г. Калинина. – М.: Недра, 1997. – 648 с.

30. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.-метод. Пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 144 с.

31. Редутинский Л.С. Расчет параметров цементирования обсадных колонн – Томск: Изд. ТПУ, 1997. – 47 с.

32. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. ПБ 08-624-03. Москва, 2003г. – 263 с.

33. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Москва, «Недра», 2004 – 187 с.

34. Основы менеджмента (нефтяная и газовая промышленность) : учебник / А. Ф. Андреев [и др.] ; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газа) ; под ред. А. Ф. Андреева. – М. : Нефть и газ, 2007. – 264 с.

35. А.В. Елихин, А.В. Ковалев Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Методическое пособие. ТПУ – Томск 2016 г.

36. Рязанов В.И., Борисов К.И. Практическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология бурения нефтяных и газовых скважин». – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 94 с.

37. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.984-00. М., Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000 г.

38. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. Для вузов / А.Н.Попов, А.Н.Спивак, Т.О.Акбулатов и др.; Под общей ред. А.И.Спивака. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 509 с.

39. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности : учебник / Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина; Под ред. В. Ф. Дунаева. – М. : ЦентрЛитНефтеГаз, 2004. – 368 с. : ил. – (Высшее нефтегазовое образование) . – Библиогр.: с. 365.

40. Ковалев А.В. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Заканчивание скважин», «Гидравлический расчет цементирования»– Томск Изд. ТПУ, 2018 г.

41. Ковалев А.В. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Заканчивание скважин», «Выбор способа цементирования» – Томск, Изд. ТПУ, 2017 г.

42. Ковалев А.В. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Заканчивание скважин», «Расчет обсадных колонн на прочность» – Томск Изд. ТПУ, 2018 г.

43. Ковалев А.В. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Заканчивание скважин», «Проектирование конструкции скважины» – Томск Изд. ТПУ, 2018 г.

44. Ковалев А.В. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Заканчивание скважин», «Центрирование обсадной колонны и выбор технологической оснастки» – Томск Изд. ТПУ, 2018 г.

45. Ковалев А.В. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Заканчивание скважин», «Выбор конструкции эксплуатационного забоя». – Томск Изд. ТПУ, 2018 г.

## Приложение А

Таблица А.1 – Стратиграфический разрез скважины, элементы залегания и коэффициент кавернозности интервалов

Глубина залегания, м			Стратиграфическое подразделение		Коэффициент кавернозности в интервале
От	До	Мощность	Название	Индекс	
1	2	3	4	5	6
0	20	20	Четвертичная система	Q	1,3
20	180	160	Некрасовская свита	Pg <sub>3</sub> nk	1,3
180	350	170	Чеганская свита	Pg <sub>3-2</sub> cg	1,3
350	370	20	Люлинворская свита	Pg <sub>2</sub> ll	1,3
370	410	40	Талицкая свита	Pg <sub>1</sub> tl	1,3
410	480	70	Ганькинская свита	K <sub>2</sub> gn	1,3
480	530	50	Славгородская свита	K <sub>2</sub> sl	1,3
530	700	170	Платовская свита	K <sub>2</sub> ip	1,3
700	720	20	Кузнецовская свита	K <sub>2</sub> kz	1,3
720	1595	875	Покурская свита	K <sub>1-2</sub> pk	1,3
1595	1605	10	Алымская свита	K <sub>1</sub> al	1,3
1605	2335	730	Киялинская свита	K <sub>1</sub> kls	1,4
2335	2410	75	Тарская свита	K <sub>1</sub> tr	1,4
2410	2670	260	Куломзинская свита	K <sub>1</sub> klm	1,2
2670	2695	25	Баженовская + Георгиевская свита	J <sub>3</sub> bg	1,2
2695	2780	85	Васюганская свита	J <sub>3</sub> vs	1,2
2780	3095	315	Тюменская свита	J <sub>1-2</sub> tm	1,2
3095	3120	25	Салатская свита	J <sub>1</sub> slt	1,2
3120	3140	20	Тогурская свита	J <sub>1</sub> tg	1,2
3140	3235	95	Урманская свита	J <sub>1</sub> urm	1,2
3235	3250	15	Pz (к.в.) М	Pz (к.в.)	1,2
3250	3330	80	(PZ) M1	Pz	1,2

Таблица А.2 – Литологическая характеристика разреза скважины

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Горная порода	
	от	до	Краткое название	Процент в интервале
1	2	3	4	5
Q	0	20	глины суглинки супеси пески	40 40 10 10
Pg <sub>3</sub> nk	20	180	пески глины	70 30
Pg <sub>3-2</sub> cg	180	350	глины алевролиты пески	
Pg <sub>2</sub> ll	350	370	глины	100
Pg <sub>1</sub> tl	370	410	глины песчаники	80 20
K <sub>2</sub> gn	410	480	глины	100
K <sub>2</sub> sl	480	530	глины	100
K <sub>2</sub> ip	530	700	глины песчаники	80 20
K <sub>2</sub> kz	700	720	глины	100
K <sub>1-2</sub> pk	720	1595	пески глины песчаники алевролиты	50 20 20 10
K <sub>1</sub> al	1595	1605	глины песчаники	50 50
K <sub>1</sub> kls	1605	2335	глины песчаники	80 20
K <sub>1</sub> tr	2335	2410	песчаники	100
K <sub>1</sub> klm	2410	2670	песчаники аргиллиты алевриты алевролиты	50 30 10 10
J <sub>3</sub> bg	2670	2695	аргиллиты	100
J <sub>3</sub> vs	2695	2780	песчаники	100
J <sub>1-2</sub> tm	2780	3095	песчаники аргиллиты алевролиты угли	40 30 25 5
J <sub>1</sub> slt	3095	3120	алевролиты аргиллиты песчаники угли	10 75 10 5



Продолжение таблицы А.2

J <sub>1</sub> tg	3120	3140	аргиллиты угли	95 5
J <sub>1</sub> urm	3140	3235	известняки аргиллиты алевролиты туфы, брекчии	50 10 10 30
Pz (к.в.)	3235	3250	аргиллиты известняки	60 40
Pz	3250	3330	известняки	100

Таблица А.3 – Физико-механические свойства горных пород и их состояние по разрезу скважины

Индекс страти- графиче- ского подраз- деления	Интервал		Краткое название горной по- роды	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Проницае- мость, мД	Глинность, %	Карбонат- ность, %	Твердость, кгс/мм <sup>2</sup>	Расслоенность, %	Абразивность	Катего- рия по- роды промыс- ловой класси- фикации
	от (верх)	до (низ)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q	0	20	глины	2,1	-	0	95	0	10	2	4	мягкая
			суглинки	2,0	-	0	30	0	10	2	4	мягкая
			супеси	1,9	-	500	-	0	0	1	10	мягкая
			пески	2,0	-	0	-	0	15	3	10	мягкая
Pg <sub>3</sub> nk	20	180	пески	2,4	-	600	-	0	0	1	10	мягкая
			глины	2,4	-	0	95	0	10	2	4	мягкая
Pg <sub>3-2</sub> cg	180	350	глины	2,5	-	600	-	0	10	2	10	мягкая
			алевролиты	2,6	-	50	-	0	10	3	10	мягкая
			пески	2,4	-	0	95	0	0	1	4	мягкая
Pg <sub>2</sub> ll	350	370	глины	2,1	-	0	95	0	10	2	4	мягкая
Pg <sub>1</sub> tl	370	410	глины	2,4	-	1	90	0	10	2	4	мягкая
			песчаники	2,6	35	600	8	0	0	1	10	мягкая
K <sub>2</sub> gn	410	480	глины	2,4	-	0	95	5	10	3	4	мягкая
K <sub>2</sub> sl	480	530	глины	2,4	-	0	95	0	10	3	4	мягкая
K <sub>2</sub> ip	530	700	глины	2,4	-	0	90	0	15	3	4	мягкая
			песчаники	2,6	32	450	8	3	25	2	10	мягкая
K <sub>2</sub> kz	700	720	глины	2,4	-	0	90	2	15	3	4	мягкая
K <sub>1-2</sub> pk	720	1595	пески	2,4	-	0	95	2	25	3	4	мягкая
			глины	2,6	31,5	1000	5	3	30	2	10	средняя
			песчаники	2,6	13,5	10	18	5	35	3	6	средняя
			алевролиты	2,5	38	1450-1500	7	3	20	1	10	средняя

Продолжение таблицы А.3

K <sub>1</sub> al	1595	1605	глины песчаники	2,2 2,4	22 16	20-50 0	5 95	5 2	30 25	2 3	10 4	средняя мягкая
K <sub>1</sub> kls	1605	2335	глины песчаники	2,2 2,4	20 20	10 0	15 95	5 10	35 30	3 3	10 4	средняя средняя
K <sub>1</sub> tr	2335	2410	песчаники	2,3	19	20-50	20	5	40	3	10	средняя
K <sub>1</sub> klm	2410	2670	песчаники	2,4	5	0	95	5	50	3	4	средняя
			аргиллиты	2,3	15	10-250	20	5	45	3	10	средняя
			алевриты	2,3	10	0	25	5	-	3	10	средняя
			алевролиты	2,3	10	0	25	5	35	3	6	средняя
J <sub>3</sub> bg	2670	2695	аргиллиты	2,4	5	0	95	5	70	3	4	средняя
J <sub>3</sub> vs	2695	2780	песчаники	2,3	10	20-50	35	10	85	3	5	средняя
J <sub>1-2</sub> tm	2780	3095	песчаники	2,4	15	10-250	20	5	120	3	10	твердые
			аргиллиты	2,4	5	0	90	5	130	3	4	твердые
			алевролиты	2,3	10	5	25	5	120	3	6	твердые
			угли	1,2	0	0	0	0	70	4	5	средняя
J <sub>1</sub> slt	3095	3120	алевролиты	2,3	10	5	25	5	120	3	6	твердые
			аргиллиты	2,4	5	0	90	5	130	3	4	твердые
			угли	1,2	0	0	0	0	70	4	5	средняя
J <sub>1</sub> tg	3120	3140	аргиллиты	2,4	5	0	90	5	130	3	4	твердые
			угли	1,2	0	0	0	0	70	4	5	средняя
J <sub>1</sub> urm	3140	3235	известняки	2,65	0,1-16	2	20	80	170	4	4	твердые
			туфы, брекчии	2,65	12,7	0	25	20	200	4	7	твердые
			аргиллиты	2,4	5	0	90	10	150	4	4	твердые
			алевролиты	2,4	10	5	25	5	150	4	6	твердые
Pz (к.в.)	3235	3250	аргиллиты	2,5	10	5	25	5	150	4	6	твердые
			известняки	2,6	-	5	90	5	130	3	4	твердые
Pz	3250	3330	известняки	2,75	24,2	64,1	35	80	170	4	4	твердые

## Приложение Б

Таблица Б.1 – Результат расчета параметров забойного двигателя по интервалам бурения.

Интервал	30-750	750-1700	1700-3330
Исходные данные			
D <sub>д</sub> , м	0,3937	0,2953	0,2159
K	0,55	0,4	0,3
K <sub>к</sub>	1,3	1,3	1,2
S <sub>заб</sub>	0,1217	0,0685	0,0366
S <sub>мах</sub>	0,1394	0,0661	0,0294
D <sub>с</sub>	0,4402	0,3167	0,2315
K <sub>к</sub>	1,25	1,15	1,15
V <sub>кр</sub> , м/с	0,15	0,13	0,1
V <sub>м</sub> , м/с	0,006	0,006	0,004
d <sub>бт</sub> , м	0,127	0,127	0,127
d <sub>мах</sub> , м	0,24	0,24	0,172
d <sub>нмах</sub> , м	0,013	0,011	0,006
n	4	6	7
V <sub>кпмин</sub> , м/с	0,5	0,5	0,5
V <sub>кпмах</sub> , м/с	1,3	1,3	1,5
ρ <sub>см</sub> – ρ <sub>р</sub> , г/см <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02
ρ <sub>р</sub> , г/см <sup>3</sup>	1,15	1,12	1,06
ρ <sub>п</sub> , г/см <sup>3</sup>	2,4	2,3	2,3
Результаты проектирования			
Q <sub>1</sub> , л/с	67	27	11
Q <sub>2</sub> , л/с	75	37	12
Q <sub>3</sub> , л/с	139	44	28
Q <sub>4</sub> , л/с	70	33	15
Q <sub>5</sub> , л/с	31	39	25
Q <sub>6</sub> , л/с	31-139	27-44	11-28

Таблица Б.2 – Проектирование областей допустимого расхода бурового раствора.

Интервал	0–30	30–750	750–1700	1700–3330
Исходные данные				
Q <sub>1</sub> , л/с	78	67	27	11
Q <sub>2</sub> , л/с	81	75	37	12
Q <sub>3</sub> , л/с	93	139	44	28
Q <sub>4</sub> , л/с	60	70	33	15
Q <sub>5</sub> , л/с	26	31	39	25
Q <sub>6</sub> , л/с		30-75	30-75	25-28
Области допустимого расхода бурового раствора				
ΔQ, л/с	81-92	75-139	39-44	25-27
Запроектированные значения расхода бурового раствора				
Q, л/с	81	75	42	30
Дополнительные расчеты (оценка создаваемого момента на забойном двигателе)				
Q <sub>тн</sub> , л/с	-	49	29	15
ρ <sub>1</sub> , кг/м <sup>3</sup>	-	1000	1000	1000
ρ <sub>бр</sub> , кг/м <sup>3</sup>	-	1150	1120	1060

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под направления принимается 81 л/с исходя из возможностей оборудования буровой установки.

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под кондуктор принимается 75 л/с для обеспечения эффективной очистки забоя скважины, породоразрушающего инструмента, для стабильной работы ВЗД, выноса шлама и предотвращения осложнений.

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под техническую колонну принимается 42 л/с, для обеспечения эффективной очистки забоя скважины, породоразрушающего инструмента, для стабильной работы ВЗД.

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под эксплуатационную колонну принимается 30 л/с, для обеспечения эффективной очистки забоя скважины, породоразрушающего инструмента, для стабильной работы ВЗД.

Запроектированные параметры расхода бурового раствора обеспечены буровым насосом УНБТ-950 так, как в данном исполнении он является частотно регулируемым.

## Приложение В

Таблица В1 – КНБК для бурения секции под направления (0–30 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соеди- нения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соеди- нения (верх)	
<b>Бурение под направление (0-60 м)</b>							
1	444.5 М-ЦГВУ	0,52	444,5	-	-	-	210
2	Переводник МЗ – 171/177	0,415	229	101	3-177	Ниппель	77
					3-171	Муфта	
3	УБТ УБТ 203x80	9	203	800	3-171	Ниппель	2457
					3-171	Муфта	
6	Переводник ПЗ – 133/171	0,532	203	105	3-147	Ниппель	62,9
					3-133	Муфта	
7	Бурильная труба ПК 127x9,19 Д	11,9	127	95,3	3-133	Ниппель	357,5
					3-133	Муфта	
9	Рабочий перевод- ник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
10	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
11	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							5056

Таблица В.2 – КНБК для бурения секции под кондуктор (30–750 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соединения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соединения (верх)	
<b>Бурение под кондуктор (30-750 м)</b>							
1	БИТ 393,7 В 419 ТСР	0,455	393,7	-	-	-	80
					3-171	Ниппель	
2	Переводник МЗ 171/177	0,415	229	101	3-171	Муфта	77
					3-177	Муфта	
3	Наддолотный калибратор КЛСН 393,7 МС	0,960	393,7	70	3-177	Ниппель	320
					3-177	Муфта	
4	Переводник ПЗ – 152/177	0,528	226	102	3-177	Ниппель	89,7
					3-152	Муфта	
5	ВЗД Д-240М.5/6.50	8,55	240	-	3-152	Муфта	1922
					3-177	Муфта	
7	Обратный клапан КО-240	0,77	203	40	3-171	Ниппель	115
					3-171	Муфта	
8	УБТ УБТ 203х100	18	203	100	3-171	Ниппель	2316
					3-171	Муфта	
9	Переводник ПЗ – 152/177	0,520	203	101	3-171	Ниппель	70,2
					3-133	Муфта	
10	Бурильная труба ПК 127х9 Д	674,8	127	95,3	3-133	Ниппель	21067
					3-133	Муфта	
11	Рабочий переводник ПЗ – 147/133	0,53	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
12	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
13	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							28049,3



Таблица В.3 – КНБК для бурения секции под техническую колонну  
(750–1700 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соеди- нения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соеди- нения (верх)	
<b>Бурение под техническую колонну (750-1700 м)</b>							
1	Долото БИТ 295,3 В 616 УМ.38	0,5	295,3	-	-	-	60
					3-152	Ниппель	
2	Наддолотный ка- либратор КЛСН 295,3 МС	0,960	295,3	70	3-152	Муфта	265
					3-152	Ниппель	
3	ВЗД Д-240М.5/6.50	8,55	240	-	3-152	Муфта	1922
					3-171	Муфта	
4	Переливной кла- пан КП-240	0,68	240	50	3-171	Ниппель	128
					3-171	Муфта	
5	Обратный клапан КО-240	0,77	240	50	3-171	Ниппель	116
					3-171	Муфта	
6	Калибратор КЛС-295,3 СТ	0,96	295,3	70	3-171	Ниппель	265
					3-171	Муфта	
7	УБТ УБТ 203x100	65	203	100	3-171	Ниппель	12545
					3-171	Муфта	
8	Переводник ПЗ – 133/171	0,53	203	105	3-171	Ниппель	61,1
					3-133	Муфта	
9	Бурильная труба ПК 127x9 Д	1604	127	95,3	3-133	Ниппель	50077
					3-133	Муфта	
10	Рабочий перевод- ник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
11	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
12	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							67492

Таблица В.4 – КНБК для бурения секции под эксплуатационную колонну (1700–3330 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соединения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соединения (верх)	
<b>Бурение под эксплуатационную колонну (1700-3330 м)</b>							
1	Долото БИТ 215,9 В 713 У	0,4	215,9	-	- 3-117	- Ниппель	40
2	Наддолотный калибратор КЛСН 215,9	0,96	215,9	70	3-117 3-117	Ниппель Муфта	79
3	ВЗД Д5-172 7/8	7,6	172/178	-	3-117 3-147	Муфта Муфта	1328
4	Переливной клапан КП-172	0,57	172	50	3-147 3-147	Ниппель Муфта	81
5	Обратный клапан КОБ-172	0,50	172	-	3-147 3-147	Ниппель Муфта	66
6	УБТ УБТ 178x90	26	178	900	3-147 3-147	Ниппель Муфта	4056
7	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147 3-133	Ниппель Муфта	46,1
8	Ясс ЯГ4-170	5,76	170	70	3-133 3-133	Ниппель Муфта	600
9	Бурильная труба ПК 127x9 Д	3270	127	95,3	3-133 3-133	Ниппель Муфта	100861
10	Рабочий переводник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133 3-147	Ниппель Муфта	44
11	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147 3-147	Ниппель Муфта	40
12	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147 3-171	Ниппель Муфта	1808
Суммарный вес, кг							109049,1

Таблица В.5 – КНБК для отбора керна (3225–3260 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соеди- нения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соеди- нения (верх)	
<b>Бурение под эксплуатационную колонну с отбором керна (- м)</b>							
1	Бурильная головка БИТ-215,9/100 В9122АМ 9	0,3	215,9	100	-	-	40
					3-171	Ниппель	
2	НПП «Буринтех» СКИ (СК) 178/100	27,45	172	107	3-117	Ниппель	2878
					3-171	Муфта	
3	Переводник ПЗ – 147/171	0,53	178	101	3-171	Ниппель	46,1
					3-147	Муфта	
4	УБТ УБТ 178х90	60	178	90	3-147	Ниппель	9360
					3-147	Муфта	
5	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
6	Бурильная труба ПК 127х9 Д	3216	127	95,3	3-133	Ниппель	100406
					3-133	Муфта	
7	Рабочий перевод- ник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
8	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
9	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							114668,2

## Приложение Г

Таблица Г.1 – Потребное количество бурового раствора под интервал 0–3330 м

Направление Интервал бурения, м.		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыдущей обсадной колонны, мм.	k каверн.	Объем скважины в конце интервала, м <sup>3</sup> .
от	до					
0	3	30	444,5	-	1,30	6
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						$V_{\text{фил}} = 0,43$
Расчетные потери бурового раствора при очистке						$V_{\text{пот}} = 6,65$
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						$V_{\text{спо}} = 0,15$
Объем раствора в конце бурения интервала						$V_1 = 17$
<b>Объем раствора к приготовлению:</b>						$V_{\text{бр}} = 24,2$
Рекомендуемый объем раствора для перевода на следующий интервал						$V_{\text{перев1}} = 4,1$
Кондуктор Интервал бурения, м.		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыдущей обсадной колонны, мм.	k каверн.	Объем скважины в конце интервала, м <sup>3</sup> .
от	до					
30	750	720	395,3	406,4	1,30	118
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						$V_{\text{фил}} = 9,2$
Расчетные потери бурового раствора при очистке						$V_{\text{пот}} = 78$
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						$V_{\text{спо}} = 3,6$
Объем раствора в конце бурения интервала						$V_2 = 324$
<b>Общая потребность бурового раствора на интервале:</b>						$V_{\text{бр}} = 328$
Планируемый объем переведенного раствора с предыдущего интервала						$V_{\text{перев1}} = 4,1$
<b>Объем раствора к приготовлению:</b>						$V_2 = 319,9$
Рекомендуемый объем раствора для перевода на следующий интервал						$V_{\text{перев2}} = 56$
Тех. колонна Интервал бурения, м.		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыдущей обсадной колонны, мм.	k каверн.	Объем скважины в конце интервала, м <sup>3</sup> .
от	до					
750	1700	950	295,3	306,5	1,3	140
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						$V_{\text{фил}} = 9,1$
Расчетные потери бурового раствора при очистке						$V_{\text{пот}} = 59$
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						$V_{\text{спо}} = 4,75$
Объем раствора в конце бурения интервала						$V_3 = 283,4$
<b>Общая потребность бурового раствора на интервале:</b>						$V_{\text{бр}} = 385$

Продолжение таблицы Г.1

Планируемый объем переведенного раствора с предыдущего интервала						$V_{\text{перев}2} = 56$
<b>Объем раствора к приготовлению:</b>						$V_{3'} = 2329$
<b>Эксплуатационная колонна</b>		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыдущей обсадной колонны, мм.	k каверн.	Объем скважины в конце интервала, м <sup>3</sup> .
Интервал бурения, м.						
от	до					
1700	3330	1630	215,9	229,2	1,2	141
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						$V_{\text{фил}} = 10,5$
Расчетные потери бурового раствора при очистке						$V_{\text{пот}} = 51,4$
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						$V_{\text{спо}} = 8$
Объем раствора в конце бурения интервала						$V_4 = 123,4$
<b>Общая потребность бурового раствора на интервале:</b>						$V_{\text{бр}} = 357$
Планируемый объем переведенного раствора с предыдущего интервала						$V_{\text{перев}3} = 0$
<b>Объем раствора к приготовлению:</b>						$V_{4'} = 357$

Таблица Г.2 – Потребное количество химических реагентов

Наименование материала	Упаковка ед. изм.	Потребное количество реагентов									
		направление		кондуктор		Тех. колонна		Экспл. колонна		итого	
	кг	уп	кг	уп	кг	уп	кг	уп	кг	уп	
Каустическая сода	25 (мешок)	9	1	175	7	182	8	423	17	789	33
Кальцинированная сода	25 (мешок)			175	7	182	8			357	15
Глинопорошок	1000 (мешок)	1620	2	29400	30	18200	19			49220	50
Барит	1000 (мешок)	4000	4	40950	41	41860	41			82810	86
Георан	25 (мешок)			1050	42	1092	44			2142	86
ПАЦ НВ	25 (мешок)			1050	42	1820	73			2870	115
ПАЦ ВВ	25 (мешок)			175	25	728	29			903	54
DRILLING DETERGENT	210 (бочка)			350	2	291	2			641.2	4
Ксантановая смола	25 (мешок)							507.6	21	507.6	21
KCL	1000 (мешок)							21150	22	21150	22
Крахмал (DEXTRID LT)	25 (мешок)							6768	278	6768	278
Смазочная добавка BDF-612	208 (бочка)							9260	41	9260	41
Карбонат кальция 5 мкр	1000 (мешок)							31750	31	31750	31
Карбонат кальция 50 мкр	1000 (мешок)							31750	31	31750	31
Бактерицид MICROBIOSIDE	20(канистра)							211.5	11	211.5	11
Пенегаситель BDF-611	220 (бочка)							211.5	11	211.5	11

## Приложение Д

Таблица Д.1 – гидравлические показатели промывки скважины

Интервал по стволу, м		Вид технологической операции	Наименьшая скорость восходящего потока в открытом стволе, м/с	Удельный расход, л/с на см <sup>2</sup> к.п.	Схема промывки	Гидромониторные насадки		Скорость истечения, м/с	Мощность срабатываемая на долоте, л.с./дм <sup>2</sup>
от (верх)	до (низ)					кол-во	диаметр		
<b>Под направление</b>									
0	30	Бурение	0.324	0.039	Периферийная	3	15,9	102,7	2,63
<b>Под кондуктор</b>									
30	750	Бурение	0.388	0.05	Периферийная	4	13	115,3	3,98
<b>Под техническую колонну</b>									
750	1700	Бурение	0,654	0.079	Периферийная	6	11	95,4	4,20
<b>Под эксплуатационную колонну</b>									
1700	3330	Бурение	0,793	0,094	Периферийная	7	7x5; 8x2	104,5	2,01
<b>Отбор керна</b>									
3235	3280	Отбор керна	0,649	0.068	Периферийная	9	7	81,8	1,96

Таблица Д.2 – Режим работы буровых насосов

Интервал по стволу, м		Вид технологической операции	Тип	Количество	Режим работы бурового насоса						Суммарная производительность насосов в интервале, л/с
от (верх)	до (низ)				КПД	диаметр цилиндрических втулок, мм	допустимое давление, кгс/см <sup>2</sup>	коэффициент наполнения	число двойных ходов в мин.	Производительность, л/с	
0	30	Бурение	УНБТ – 950	2	0,9	160	220,5	0,85	125	30,6	61,2
30	750	Бурение	УНБТ – 950	2	0,9	160	220,5	0,85	125	30,6	61,2
750	1700	Бурение	УНБТ – 950	2	0,9	150	252	0,85	125	27,2	54,4
1700	3330	Бурение	УНБТ – 950	1	0,9	160	220,5	0,85	125	30,6	30,6
3235	3280	Отбор керна	УНБТ – 950	1	0,9	150	252	0,85	115	25,02	25,02



Таблица Д.3 – Распределение потерь давлений в циркуляционной системе

Интервал по стволу, м		Вид технологической операции	Давление на стояке в конце интервала, кгс/см <sup>2</sup>	Потери давления (в кгс/см <sup>2</sup> ) для конца интервала в				
от (верх)	до (низ)			Элементах КНБК		бурильной колонне	кольцевом пространстве	обвязке буровой установки
				насадках долота	забойном двигателе			
0	30	Бурение	88,6	76,1	0	2,5	0,0	10
30	750	Бурение	208,5	90,3	44	63,3	0,9	10
750	1700	Бурение	202,9	60,2	38,1	90,5	4,2	10
1700	3330	Бурение	196,2	68,3	50,6	50	17,3	10
3235	3280	Отбор керна	111,2	32,7	0	32,9	16,8	6,7

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж.1-Результаты расчета времени на СПО

Исходные данные из нормативной карты				Исходные данные из сборника УНВ на СПО				Расчет нормативного времени на СПО, ч
Интервалы бурения	интервал бурения, м	размер долота, мм	норма проходки на долото, м	номер таблицы	номер графы	интервал бурения, м	норма времени, ч/м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	0-30	444,5	480	11	24	0-30	0,0118	0,35
II	30-750	395,3	840	12	32	30-100	0,0119	0,8
						100-200	0,0130	1,3
						200-300	0,0143	1,4
						300-400	0,0143	1,4
						400-500	0,0143	1,4
						500-600	0,0152	1,5
						600-700	0,0155	1,6
						700-750	0,0156	1,6
						800-900	0,0156	1,6
900-950	0,0156	0,8						
Итого								13,7
III	750-1700	295,3	1300	12	32	750-800	0,0156	0,8
						800-900	0,0156	1,6
						900-950	0,0156	1,6
						950-1000	0,0156	1,6
						1000-1100	0,0157	1,6
						1100-1200	0,0163	1,6
						1200-1300	0,0174	1,7
						1300-1400	0,0185	1,9
						1400-1500	0,0187	1,9
						1500-1600	0,0190	1,9
1600-1700	0,0196	2,0						
Итого								18

Продолжение таблицы ж.1

IV	1700-3330	215.9	1600	12	32	1700-1800	0,0207	2,1
						1800-1900	0,0227	2,3
						1900-2000	0,0230	2,3
						2000-2100	0,0237	2,4
						2100-2200	0,0243	2,4
						2200-2300	0,0246	2,5
						2300-2400	0,0249	2,5
						2400-2500	0,0252	2,5
						2500-2600	0,0253	2,5
						2600-2700	0,0276	2,8
						2700-2800	0,0288	2,9
						2800-2900	0,0300	3,0
						2900-3000	0,0312	3,1
						3000-3100	0,0315	3,2
						3100-3200	0,0328	3,3
						3200-3300	0,0329	3,3
3300-3330	0,0340	1,0						
<b>Итого</b>								<b>43,94</b>
<b>Итого</b>								<b>75,7</b>

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 3.1 – Нормативная карта вертикальной разведочной скважины

Наименование работ	Тип и размер долота	Норма проходки, м	Количество, шт	Интервал бурения, м	Количество метров, м	Время механического бурения, ч		Прочие работы, связанные с проходкой, ч	Всего времени на интервал бурения, ч
						на 1 м бурения	на весь интервал		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бурение под направление	444.5 М-ЦГВУ	480	0,06	0-30	30	0,034	1,02	0,35	1,37
Бурение под кондуктор	БИТ 393,7 В 419 ТСП	840	0,8	30-750	720	0,039	28,08	13,4	41,48
Бурение под техническую колонну	БИТ 295,3 В 616 УМ.38	1300	0,7	750-1700	950	0,058	55,1	18,0	73,1
Бурение под эксплуатационную колонну	БИТ 215,9 В 713 У	1600	1,01	1700-3330	1630	0,061	99,43	43,94	143,37
<b>Всего</b>			2,66		3330		183,63		259,32
<b>Крепление:</b>									
- направления	-	-	-	-	-	-	-	-	3,56
- кондуктора									16,0
- эксплуатационная									32,4

<b>Установка центраторов</b>									
-направление			26						0,26
-кондуктор			41						0,41
-техническая			129						2,09
- эксплуатационная									
<b>ОЗЦ:</b>									
-направление			-						4,0
-кондуктора									10,0
-технической									18,0
- эксплуатационной									22,0
<b>Разбуривание цементной пробки (10 м)</b>	-	-							
-направление									1,84
-кондуктор									2,12
- эксплуатационной									
<b>Промывка скважины (1 цикл)</b>									0,01
-направление									0,11
-кондуктор									0,50
- эксплуатационная									
-хвостовик									
<b>Спуск и подъем при ГИС</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	5,89
<b>Геофизические работы</b>	-	-	--	-	-	-	-	-	25,0
<b>Прочие вспомогательные работы, не учтенные в УНВ</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	7,65
<b>Всего на бурение скважины (без учета норм времени на геофизические работы)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	358,02
<b>Ремонтные работы (6,6 %)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	23,6
<b>Общее время на скважину</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	792,78