



Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): «Нефтегазовое дело» («Бурение нефтяных и газовых скважин»)

Кафедра бурения скважин

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологические решения для строительства вертикальной разведочной скважины глубиной 2900 метров на Восточно-Мыгинском нефтяном месторождении (Томская область) УДК 622.323:622.243.22(24:181 m 2900)(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б2С2	Палёный Денис Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Епихин А.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Глызина Т.С.	к.х.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Грязнова Е.Н.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.О. Зав.кафедрой	Ковалев А.В	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ОПП

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 <i>образовательных и информационных технологий</i>
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

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: «Нефтегазовое дело»
Кафедра бурения скважин

УТВЕРЖДАЮ:

И.О. Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата)

Ковалёв А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
в форме бакалаврской работы**

Студенту:

Группа	Фамилия Имя Отчество
3-2Б2С2	Палёному Денису Александровичу

Тема работы:

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕРТИКАЛЬНОЙ РАЗВЕДОЧНОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 2900 МЕТРОВ НА ВОСТОЧНО- МЫГИНСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Пакет экспериментальной и промышленной информации по Восточно – Мыгинскому месторождению, тексты и графические материалы отчётов и научно-исследовательских работ, фондовая и периодическая литература.</i>
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Общая и геологическая часть</i> 2. <i>Технологическая часть</i> 3. <i>Специальная часть</i> 4. <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i> 5. <i>Социальная ответственность</i>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГТН (геолого-технический наряд) 2. КНБК (компоновка низа бурильной колонны)
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Старший преподаватель Глызина Т.С.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Инженер Грязнова Е.Н.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
<p style="text-align: center;">Отсутствуют</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Епихин А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б2С2	Палёный Денис Александрович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б2С2	Палёный Денис Александрович

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Бурение скважин
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	«Нефтегазовое дело»

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

1. Данные по строительству скважин на Восточно – Мыгинском месторождении	<i>Расчет техник-экономических показателей</i>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Сроки строительства скважины 2. Сметная стоимость сооружения скважины	<i>Расчет нормативной продолжительности строительства скважин. Нормативная карта. Составление линейного-календарного графика. Расчет сметной стоимости сооружения скважины</i>
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Глызина Татьяна Святославовна	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б2С2	Палёный Денис Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б2С2	Палёный Денис Александрович

Институт	ИПР	Кафедра	Бурения скважин
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	«Нефтегазовое дело»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования: технологические решения для строительства вертикальной разведочной скважины глубиной 2900 метров на Восточно-Мыгинском нефтяном месторождении (Томская область).</p> <p>Область применения: для строительства нефтяных и газовых скважин.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведения допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты. 	<p>1 Производственная безопасность</p> <p>1.1 Проанализировать выявленные вредные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; - превышение уровней шума и вибрации; - тяжесть физического труда; - повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися; - отклонение показателей микроклимата в помещении; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - повешенная запыленность рабочей зоны; - утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону. - превышение уровней электромагнитных и ионизирующ излучений; - предлагаемые средства защиты
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, источники, средства защиты). 	<p>1.2 Проанализировать выявленные опасные факторы при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; - расположение рабочего места на

	<p>значительной высоте относительно поверхности земли (пола);</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток; – статическое электричество; – острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов; – пожароопасность;
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками НТД по охране окружающей среды. 	<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте – выбор наиболее типичной ЧС: - пожар – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий;
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Грязнова Е.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б2С2	Палёный Денис Александрович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: «Нефтегазовое дело»
Уровень образования: бакалавриат
Кафедра бурения скважин
Период выполнения: осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года
Форма представления работы: бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Общая и геологическая часть</i>	
	<i>Технологическая часть</i>	
	<i>Специальная часть</i>	
	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	
	<i>Социальная ответственность</i>	
	<i>Оформление работы</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Епихин А.В.			

СОГЛАСОВАНО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.О. Зав. кафедрой	Ковалев А.В.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 97 стр., рис. 13, табл. 44, 44 источников, 2 приложения, 2 листа графического материала.

Ключевые слова: буровая установка, разведочная скважина, режим бурения, буровой раствор(БР), профиль скважины, обсадные колонны, цементирование, цементировочная головка, отбор керна.

Цель работы – проектирование строительства разведочной скважины на Восточно-Мыгинском месторождении.

В результате исследования был составлен проект на строительство разведочной скважины на нефть глубиной 2900 метров на Восточно-Мыгинском нефтяном месторождении.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: спроектирована конструкция и технология проводки скважины глубиной 2900 метров.

Область применения: расчет, обоснование проектирование вертикально направленной скважины для конкретных геологических условий.

Экономическая эффективность/значимость работы, расчет нормативных карт по повышению технико-экономических показателей предприятия.

В будущем планируется промышленная разработка Восточно-Мыгинского месторождения.

Определения, сокращения, нормативные ссылки

Газонефтеводопроявление: Поступление пластового флюида в ствол скважины, не предусмотренное технологией работ, создающее опасность выброса бурового раствора и открытого фонтанирования.

Обозначения и сокращения

- СПО – спуско-подъемные операции;
- ГНВП – газонефтеводопроявление;
- ОЗЦ – ожидание затвердевания цемента;
- ПЗП – призабойная зона пласта;
- КНБК – компоновка низа бурильной колонны;
- СВН – сверх вязкая нефть;
- ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства;
- РУО – раствор на углеводородной основе;
- ФБР – фильтрат бурового раствора.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совместному освещению жилых и общественных зданий.
3. ПБ НГП Правила нефтяной и газовой промышленности.
4. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
6. ГОСТ 12.1.005-88 Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
7. ГОСТ 12.2.009-80 Станки металлообрабатывающие общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.2.003-74 Оборудование производственное.
9. ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
10. ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ. Электробезопасность.
11. ПУЭ Правила устройства электроустановок.
12. Технический регламент № 123 от 22.07.2008 г. с изменениями от 10.07.2012г.
13. Федеральный закон «О безопасности производственных процессов добычи, транспортировки и хранения газа»
14. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. «Безопасность жизнедеятельности»: Учебное пособие – Томск: Издательство ТПУ, 2003-144с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	13
1. ОБЩАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
1.1. Краткая географо-экономическая характеристика района проектируемых работ.....	14
1.2. Геологические условия бурения.....	15
1.3. Характеристика газонефтеводоносности месторождения (площади).....	19
1.4. Зоны возможных осложнений.....	19
1.5. Исследовательские работы.....	19
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	20
2.1. Обоснование и расчет профиля скважины.....	20
2.2. Обоснование конструкции скважины.....	20
2.2.1. Обоснование конструкции эксплуатационного забоя.....	20
2.2.2. Построение совмещенного графика давлений.....	21
2.2.3. Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска.....	22
2.2.4. Выбор интервалов цементирования.....	23
2.2.5. Расчет диаметров скважины и обсадных колонн.....	23
2.2.6. Разработка схем обвязки устья скважины.....	25
2.3. Углубление скважины.....	27
2.3.1. Выбор способа бурения.....	27
2.3.2. Выбор породоразрушающего инструмента.....	27
2.3.3. Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород.....	28
2.3.4. Расчет частоты вращения долота.....	32
2.3.5. Выбор и обоснование типа забойного двигателя.....	33
2.3.6. Расчет требуемого расхода бурового раствора.....	36
2.3.7. Выбор компоновки и расчет бурильной колонны.....	40
2.3.8. Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов.....	42
2.3.9. Выбор гидравлической программы промывки скважины.....	46
2.3.10. Технические средства и режимы бурения при отборе керна.....	47
2.4. Проектирование процессов заканчивания скважин.....	48
2.4.1. Расчет обсадных колонн.....	48
2.4.2. Расчет наружных избыточных давлений.....	48
2.4.3. Расчет внутренних избыточных давлений.....	51
2.4.4. Конструирование обсадной колонны по длине.....	53
2.5. Расчет процессов цементирования скважины.....	53
2.5.1. Выбор способа цементирования обсадных колонн.....	53
2.5.2. Расчет объема тампонажной смеси и количества составных компонентов.....	54
2.5.3. Обоснование типа и расчет объема буферной и продавочной жидкостей.....	54
2.6. Гидравлический расчет цементирования скважины.....	54
2.6.1. Выбор типа и расчёт необходимого количества цементировочного оборудования.....	54
2.6.2. Расчёт режима закачки и продавки тампонажной смеси.....	55
2.6.3. Выбор технологической оснастки обсадных колонн.....	56
2.6.4. Проектирование процессов испытания и освоения скважин.....	56

2.7. Выбор буровой установки.....	57
3. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	58
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	63
4.1. Структура и организационные формы работы ЗАО «ССК».....	63
4.2. Расчет нормативной продолжительности строительства скважины.....	63
4.2.1. Расчет нормативного времени на механическое бурение.....	63
4.3. Расчет сметной стоимости сооружения скважины.....	68
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	71
5.1. Производственная безопасность.....	71
5.1.1. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	72
5.2. Экологическая безопасность.....	84
5.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
ДИСК С ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИЕЙ	

ВВЕДЕНИЕ

Минерально-сырьевой сектор в экономике России занимает ведущее место.

Россия Федерация является одним из крупнейших в мире производителей нефти и газа. Повышать уровни прироста запасов нефти и газа возможно с увеличением объемов поисково–разведочного бурения. Проблема повышения темпов буровых работ, выполнение на основе ресурсо-сберегаемых технологий очень актуальна, особенно в настоящее время. В данной работе выбраны технологические решения, позволяющие строить с высоким технико-экономическим показателем и качественно. Конструкция скважины, а также предложенные технологические решения обеспечат ее высокую продуктивность и долговечность.

Инструменты и материалы, указанные в работе, доступны для потребления, выпускаются на заводах РФ, что позволит избежать простоев при строительстве скважины.

1.2. Геологические условия бурения

Стратиграфический разрез скважины представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Стратиграфический разрез скважины, элементы залегания и коэффициент кавернозности пластов

Глубина залегания, м		Стратиграфическое подразделение		Элементы залегания (падения) пластов по подошве	Коэффициент кавернозности интервала
от	до	Название	Индекс		
(кровля)	(подошва)				
1	2	3	4	5	6
0	60	Четвертичные отложения	Q	-	1.5
60	120	Туртасская свита	P3/3	-	1.43
120	200	Новомихайловская свита	P2/3	-	1.43
200	350	Алтымская свита	P1/3	-	1.43
350	500	Чеганская свита	P1/3-P2/3	-	1.43
500	700	Люлинворская свита	P2/2	-	1.25
700	800	Талицкая свита	P1	-	1.25
800	925	Ганькинская свита	K2	-	1.25
925	1020	Березовская свита	K2	-	1.25
1020	1050	Кузнецовская свита	K2	-	1.25
1050	1850	Покурская свита	K2-K1	0''	1.10
1850	1950	Киялинская свита	K1	0 30''	1.10
1950	2300	Тарская свита	K1	0 30''	1.10
2300	2795	Куломзинская свита	K1	0 30''	1.10
2795	2810	Баженовская свита	J3	1 30''	1.10
2810	2815	Георгиевская свита	J3	2''	1.10
2815	2900	Васюганская свита	J3	2''	1.10

Литологическая характеристика разреза скважины представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Литологическая характеристика разреза скважины

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Стандартное описание горной породы: полное название, характерные признаки (структура, текстура, минеральный состав и т.п.)
	От (верх)	До (низ)	
Q	0	60	Озерно-аллювиальные глины серые, суглинки, супеси, в основании пески серые с прослоями алевритистых глин.
P _{3/3}	60	120	Глины серые с прослоями песка, алевриты, пески серые, разно-зернистые, углистые остатки.
P _{2/3}	120	200	Переслаивание глин бледно-серых с песками и детритом.
P _{1/3}	200	300	Глины алевритистые, с пески слабо сцементированные, с включениями растительных остатков.
P _{1/3} -P _{2/3}	350	500	Глины зеленые листовые, алевритистые, с прослоями алевритов.
P _{2/2}	500	700	Глины серые с зеленоватым оттенком, в нижней части опоквидные, переходящие в глинистые опоки, в верхней части – диатомовые.
P ₁	700	800	Глины темно-серые, в верхней части алевритистые с прослоями тонко-зернистые кварцевого алевролита, отмечается глауконит.
K ₂	800	925	Глины серые, известковистые, прослоями переходят в мергели, встречен глауконит, фауна.
K ₂	925	1020	Глины серые, светло-серые, слабо алевритистые, опоквидные, прослоями переходят в опоки алевритистые.
K ₂	1020	1050	Глины темно-серые, плотные, местами алевритистые с включениями глауконита.
K ₂ -K ₁	1050	1850	Переслаивание песчаников, алевролитов слабо сцементированных, в нижней части слюдистых, и глин серых, плотных песчанистых, с растительным детритом, в нижней части алевритистых, с прослоями углистого детрита, бурых углей.
K ₁	1850	1950	Аргиллиты темно-серые, плотные, крепкие, прослоями известковистые, в средней части встречаются прослойки песчаников.
K ₁	1950	2300	Переслаивание песчаников, аргиллитов, песчаники светло-серые, мелко-зернистые, в средней части аргиллиты серые, темно-серые, опесчаненные.
K ₁	2300	2795	Переслаивание песчаников светло-серых, аргиллитов темно-серых и серых и алевролитов.
J ₃	2795	2810	Аргиллиты битуминозные.
J ₃	2810	2815	Аргиллиты серые, алевритистые, местами битуминозные.
J ₃	2815	2900	Аргиллиты темно-серые, плотные, слюдистые, алевритистые, прослоями известковистые содержат глаукониты, обломки фауны.

Таблица 3 – Физико механические свойства горных пород

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Краткое название горной породы	Плотность г/см ³	Пористость, %	Проницаемость, мл/дм ²	Глинистость, %	Карбонатность, %	Твердость кгс/мм ²	Расслоенность породы	Абразивность	Категория породы промышленной классификации (мягкая, средняя и т.п.)
	От (верх)	До (низ)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q	0	60	Глины	2.1	30	0	95	0	10	2	4	Мягкая
			Суглинки	2.0	25-	0	90	0	10	2	4	Мягкая
			Пески	1.9	30	2500	10	0	0	1	10	Мягкая
			Торфяники	2.0	25- 30 20	0	40	0	15	3	10	Мягкая
P _{3/3}	60	120	Глины	2.1	30	0	95	0	10	2	4	Мягкая
P _{2/3}	120	200	Пески	2.1	25	2000	10	0	-	2	10	Мягкая
			Алевролиты	2.2	20	1000	40	0	10	2	6	Мягкая
			Глины	2.1	30	0	100	0	10	2	4	Мягкая
P _{1/3} -P _{2/3}	350	500	Алевролиты	2.2	20	50	25	0	-	2	10	Мягкая
			Пески	2.1	15	50	25	0	-	2	10	Мягкая
			Глины	2.1	30	0	100	0	10	2	4	Мягкая
P _{2/2}	500	700	Пески	2.1	15	50	25	0	-	2	10	Мягкая
			Алевролиты	2.1	25	10	50	0	10	2	6	Мягкая
			Глины	2.2	30	0	100	0	10	3	4	Мягкая
P ₁	700	800	Глины	2.2	25	0	100	5	10	3	4	Мягкая
K ₂	800	925	Глины	2.3	20	0	95	0	15	3	4	Мягкая
K ₂	925	1020	Глины	2.3	20	0	100	2	15	3	4	Мягкая
			Аргиллиты	2.4	5	0	20	5	20	2	4	Средняя
K ₂	1020	1050	Алевролиты	2.3	15	50	20	0	20	2	6	Средняя
			Песчаники	2.1	22	50-	20	3	30	2	10	Средняя
			Глины	2.3	10	300 0	100	0	15	1	3	Средняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K2-K1	1050	1850	Песчаники	2.2	22	20-	5	5	30	2	10	Средняя
			Глины	2.4	16	50 0	95	2	25	3	4	Мягкая
K1	1850	1950	Алевролиты	2.3	10	10	20	5	20	1	6	Средняя
			Песчаники	2.2	20	10	15	5	35	3	10	Средняя
			Глины	2.4	20	0	95	10	30	3	4	Средняя

Продолжение таблицы 3

К1	1950	2300	Аргиллиты	2.4	5	0	95	5	50	2	4	Средняя
			Алевролиты	2.4	15	10	5	5	30	2	6	Средняя
			Песчаники	2.3	19	20-50	20	5	40	3	10	Средняя
К1	2300	2795	Аргиллиты	2.4	5	0	95	5	80	3	4	Средняя
			Песчаники	2.3	15	10-	20	5	50	3	10	Средняя
			Алевролиты	2.3	10	250-0	25	5	40	3	6	Средняя
Ж3	2795	2810	Аргиллиты	2.4	5	0	95	5	120	3	6	Средняя
Ж3	2810	2815	Угли	1.2	0	0	0	0	25	4	5	Средняя
			Глины	2.3	5	0	100	5	75	1	4	Средняя
			Алевролиты	2.3	10	5	25	5	100	3	6	Средняя
			Песчаники	2.3	15	5-	20	5	80	3	10	Средняя
			Аргиллиты	2.4	5	100-9	95	10	120	1	6	Средняя
Ж3	2815	2900	Аргиллиты	2.4	5	0	95	10	120	1	6	Средняя
			Песчаники	2.3	20	20	2	0	100	2	10	Средняя
			Алевролиты	2.4	15	10	3	5	100	2	6	Средняя
			Угли	-	5	0	0	0	35	4	-	Средняя

Таблица 4 – Давление и температура по разрезу скважины

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Градиент				Температура, °С
			Пластового давления	Порового давления	Гидроразрыва пород	Горного давления	
	от(верх)	до (низ)	Величина, МПа/100 м	Величина, МПа/100 м	Величина, МПа/100 м	Величина, МПа/100 м	
Q-P _{3/2}	0	370	Рпл - гидростатич.	1,00	2,00	2,20	24,84
P _{2/2} -K ₂	370	790	1,00	1,00	2,00	2,20	39,96
K ₂ -K ₁	850	1620	1,00	1,00	1,70	2,20	72,54
K ₁	1670	2040	1,00	1,00	1,65	2,20	86,40
K ₁ (AC ₁₀)	2040	2170	0,99	0,99	1,62	2,30	88,20
K ₁ (AC ₁₁)	2170	2485	0,99	0,99	1,60	2,30	90,36
J ₃₋₂ vs	2485	2900	0,99	0,99	1,60	2,30	97,20

По данным представленным в таблице 4 можно сделать следующий вывод: аномально высоких пластовых давлений нет, максимальная забойная температура 97,2 0С.

1.3. Характеристика газонефтеводоносности месторождения (площади)

Таблица 5 – Газонефтеводоносность

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Тип коллектора	Плотность, г/см ³	Подвижность, дарси на сП	Содержание серы, % парафина, %	Дебит, м ³ /сут Qн	Газовый фактор, м ³	Относительная по воздуху плотность газа	Рекомендуемые в кгс/см ²	
	От (верх)	До (низ)								Репрессия при вскрытии	Депрессия при испытании
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K ₁ (Ач)	2670	2710	-	0.86	<0.03	1.1/3.9	2	-	0.9	35.7	100
J ₃ (ЮВ0)	2795	2805	-	0.85	<0.03	1.8/3.5	3	-	0.9	37.2	100-140
J ₃ (ЮВ1)	2815	2825	Поров	0.85	<0.03	1.5/3.2	45	100	0.9	37.5	-
J ₁₋₂ (ЮВ2)	2845	2900	-	0.85	<0.03	1.6/2.89	5	-	0.9	39.6	-

1.4. Зоны возможных осложнений

Характеризуя горно-геологические условия бурения проектируемой скважины на Восточно-Мыгинском месторождении, нужно указать, что

1. В интервалах 0 – 250 м, 850 – 1620 м, 1640 – 1670 м, 2040 – 2170м, 2700 – 2900м поглощение бурового раствора.
2. В интервалах 0– 850м,1620– 1640м,1670– 2170м осыпи и обвалы стенок скважины.
3. В интервале 2790–2885м нефтепроявления.

1.5. Исследовательские работы

Испытания и исследования в процессе бурения представлены в приложении А.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Обоснование и расчет профиля (траектории) скважины

Проектом предусматривается бурение разведочной скважины на Восточно-Мыгинском месторождении закартированном структурно-геологической съёмкой и подтверждённой сейсморазведкой по отражающему горизонту Ачимовской и Баженовской свиты.

Принимая во внимание перспективы нефтегазоносности, интенсивность буровых работ в районе, геолого-технические условия проведения работ, целью бурения разведочной скважины Восточно-Мыгинского месторождения является разведка залежей нефти и газа, выявление перспективных горизонтов, оконтуривание месторождения.

На Восточно-Мыгинском месторождении установлена промышленная нефтегазоносность верхнеюрских отложений васюганской свиты.

Для получения более качественных сведений о границах месторождения, о коллекторских свойствах продуктивных пластов данным проектом предусматривается заложение вертикальной разведочной скважины вблизи предполагаемой границы газонефтяного контакта.

2.2. Обоснование конструкции скважины

2.2.1. Обоснование конструкции эксплуатационного забоя

По литологической характеристике разреза скважины пласты являются литологически неоднородными, так как идет переслаивание углей, глин, песчаников, алевролитов и аргиллитов.

По проницаемости пласты являются однородными (проницаемость песчаников в интервале продуктивного пласта равна $0,5 \text{ мкм}^2$, которая не выходит за пределы одного из классов $0,5-0,1$). Пласт считается высокопроницаемым.

По типу флюида пласты являются однородными.

По величине градиента $P_{пл}$ пласты являются однородными, так как в пределах интервала продуктивных пластов градиент равен $0,099 \text{ МПа}$. Данный пласт с низким пластовым давлением.

В нашем случае имеются несколько нефтеносных горизонтов, следовательно принимается конструкция забоя закрытого типа, в которой продуктивный пласт перекрывается сплошной колонной с обязательным цементированием. Для сообщения обсадной колонны с продуктивным пластом её перфорируем. Конструкция забоя представлена на рисунке 2.

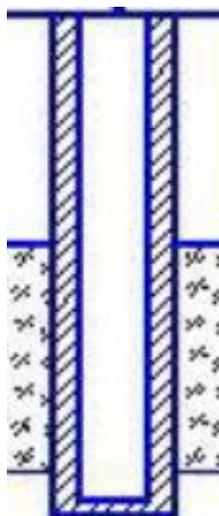


Рисунок 2 –Конструкция забоя закрытого типа

2.2.2. Построение совмещенного графика давлений

Из графика совмещенных давлений видно, что интервалов несовместимых по условиям бурения нет, следовательно, нет необходимости в спуске промежуточных колонн. Совмещенный график давлений представлен на рисунке 3.

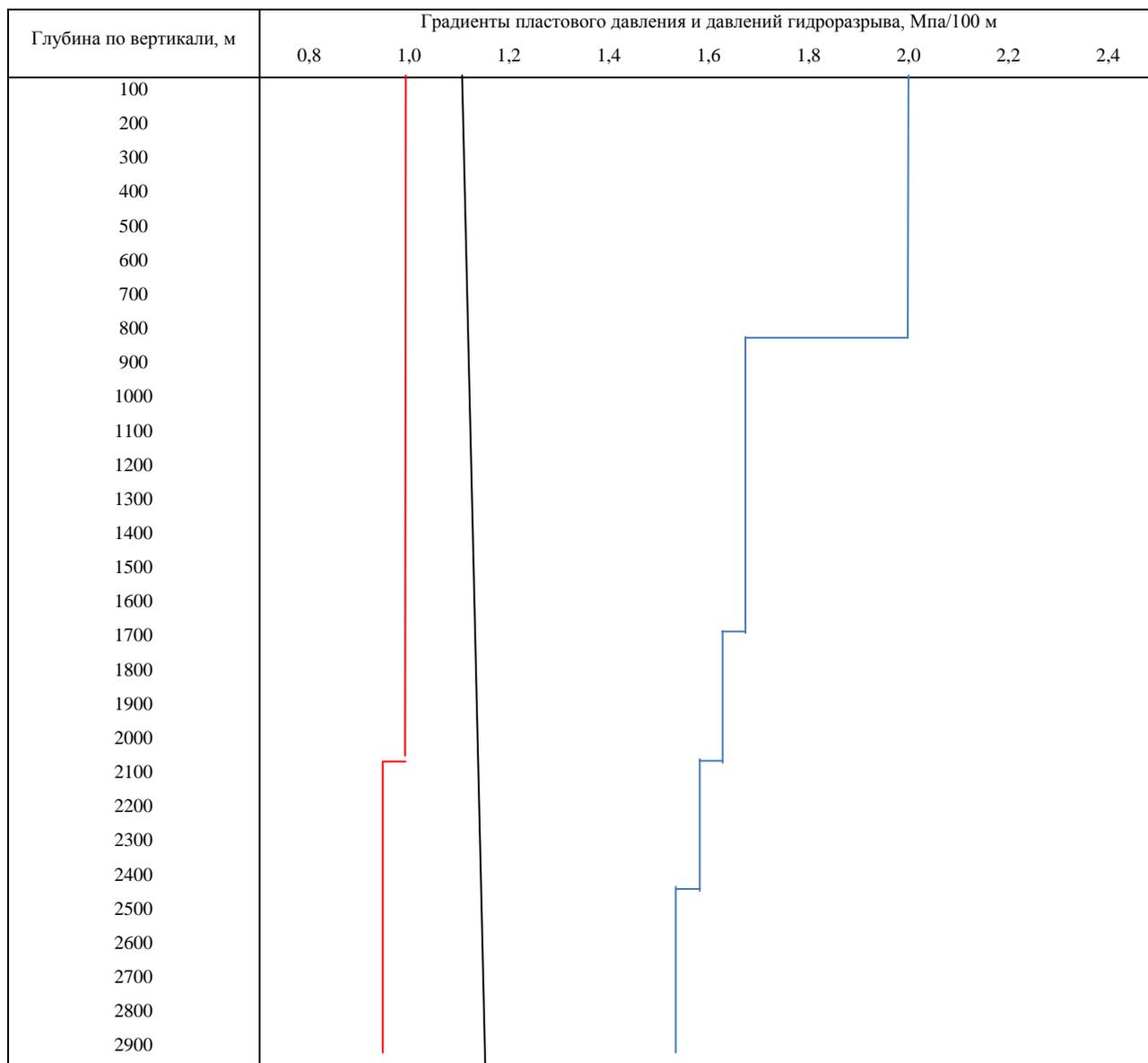


Рисунок 3 – Совмещенный график давлений

2.2.3. Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска

Направление спускается на глубину 30 м с целью перекрытия зон поглощений и неустойчивых пород четвертичных отложений, предупреждения размыва устья, и связанных с ним осложнений в виде осыпей и обвалов.

Глубина спуска кондуктора должна обеспечить выполнение следующих условий:

- перекрытие всей толщи рыхлого неустойчивого интервала разреза;
- разобщение водоносных горизонтов, залегающих в интервале спуска кондуктора;

- установку на устье противовыбросового оборудования;
- при наличии несовместимых интервалов бурения - возможность их разделения.

Проектируем спуск кондуктора на глубину 500м. Эксплуатационная колонна, как правило, опускается до забоя скважины, перекрывая все продуктивные горизонты.

2.2.4. Выбор интервалов цементирования

Таблица 6 – Интервалы цементирования обсадных колонн

Наименование колонны	Интервалы установки				Интервалы цементирования			
	По вертикали		По стволу		По вертикали		По стволу	
	От	До	От	До	От	До	От	До
Направление	0	30	0	30	0	30	0	30
Кондуктор	0	500	0	500	0	500	0	500
Эксплуатационная колонна	0	2900	0	2900	350	2900	350	2900

2.2.5. Расчет диаметров скважины и обсадных колонн

Расчет диаметров обсадных колонн и скважины осуществляется снизу вверх. При этом исходным является диаметр эксплуатационной колонны.

Диаметр эксплуатационной колонны принимаем равным 146,1мм на основании дебета скважины 45 м³/сут. Наружный диаметр соединительной муфты при выбранном диаметре эксплуатационной колонны равен $d_M = 166,0\text{мм}$.

Рассчитывается диаметр долота для бурения под эксплуатационную колонну по формуле:

$$D_d = d_M + 2\delta, \quad (1)$$

где d_M - диаметр соединительной муфты, мм.

D_d - расчётный диаметр долота, мм

2δ - разность диаметров ствола скважины и муфты обсадной колонны, мм.

В данном случае $2\delta = 20$ мм.

Тогда $D_{\delta} = 166,0 + 20 = 186 \text{ мм}$

Ближайший нормализованный диаметр долота по ГОСТ 20692-80 составляет 190,5 мм.

Внутренний диаметр кондуктора рассчитывается по формуле

$$D_k = D_{\delta} + (10-14) \text{ мм}, \quad (2)$$

где 10-14-минимально необходимый зазор для свободного прохода долота для бурения под эксплуатационную колонну внутри кондуктора, мм

$$D_k = 190,5 + 14 = 204,5 \text{ мм}$$

По ГОСТ 632-80 диаметр кондуктора принимается 244,5 мм, с наружным диаметром соединительной муфты 269,9 мм.

$$D_{\delta} = 269,9 + 25 = 295,3 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр долота 295,3 мм.

Внутренний диаметр направления:

$$D_n = 295,3 + 14 = 309,39 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 632-80 диаметр направления принимается 323,9 мм, с наружным диаметром соединительной муфты 351 мм.

$$D_{\delta} = 351 + 35 = 386 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр долота 393,7 мм. Данные расчетов сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Конструкция скважины

Обсадная колонна	Диаметр колонны, мм	Диаметр долота, мм
Направление	323,9	393,7
Кондуктор	244,5	295,3
Эксплуатационная колонна	146,1	190,5

Схема конструкции скважины представлена на рисунке 4.

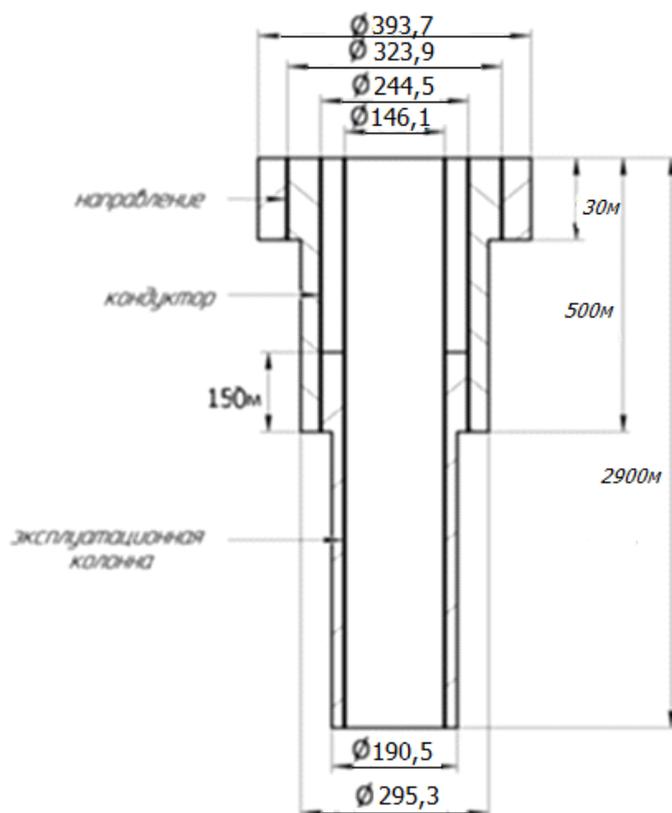


Рисунок 4 – Конструкция скважины

2.2.6. Разработка схем обвязки устья скважины

Цель раздела – определить необходимость использования противовыбросового оборудования (ПВО) и колонных головок (КГ) для нормальной проводки скважины при вскрытии продуктивного пласта. Критериями выбора ПВО являются:

1. Максимальное давление, возникающее на устье скважины при полном замещении бурового раствора пластовым флюидом при закрытом превенторе;
2. Диаметры проходных отверстий превенторов, позволяющих нормально вести углубление скважины или проводить в ней любые работы.

Величина максимального устьевого давления $P_{му}$ рассчитывается по формуле

$$P_{му} = P_{пл} - \rho * g * H, \text{ Мпа} \quad (3)$$

где $P_{пл}$ – пластовое давление в кровле продуктивного пласта,

ρ - плотность флюида, кг/м^3 ;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

H – глубина залегания кровли продуктивного пласта, м.

При выборе колонных головок, помимо максимального устьевого давления, необходимо учесть диаметры всех обсадных колонн, обвязываемых с помощью колонной головки.

При наличии в пластовом флюиде сероводорода необходимо выбирать ПВО и КГ в коррозионностойком исполнении. В этом случае к аббревиатуре оборудования добавляется индекс К2. Типоразмер колонной головки выбирается в зависимости от условного диаметра подвешиваемой на ней эксплуатационной колонны и кондуктора (промежуточной колонны), на который головка устанавливается.

Максимальное устьевое давление

$$P_{\text{му}} = P_{\text{пл}} - \rho * g * H = 28,71 - 0,00073 * 9,81 * 2900 = 8,39 \text{ МПа.}$$

В соответствии с правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности, выбираем ПВО ОП5–230/80×35, рабочее давление составляет 35 МПа, диаметр проходного отверстия равно 230 мм, что подходит для данной скважины.

Выбираем колонную головку типа ОКК-1×35-146×245, рабочее давление которой составляет 21 МПа, что подходит для данной скважины. Также выбирается фонтанная арматура АФК (Ш) – 80×35.

Таблица 8 – Устьевое оборудование

Название обсадной колонны	Типоразмер, шифр или название устанавливаемого устьевого и противовыбросового оборудования	ГОСТ, ОСТ, МРТУ, ТУ и т.п. на изготовление	Количество, шт	Допустимое рабочее давление, МПа	Масса, т	
					Единицы	Суммарная
1	2	3	4	5	6	7
Направление	ВСП-324	МУ	1	-	0,56	0,56
Кондуктор	ПВО ОП5-230/80*35	ГОСТ 13962-90	1	35	16,7	16,7
	Колонная головка ОКК1-35-146*245	ТУ 3665-002-31429576-97	1	35	0,56	0,56
Эксплуатационная колонна	Фонтанная арматура АФК (Ш)-80x35	ГОСТ-13846-89	1	35	0,575	0,575

2.3. Углубление скважины

2.3.1. Выбор способа бурения

Выбор способа бурения по интервалам производился с учетом опыта уже пробуренных на месторождении скважин, а также с учетом исходных горно-геологических и технологических условий бурения. Запроектированные способы бурения приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Способы бурения по интервалам скважины

Интервал, м	Обсадная колонна	Способ бурения
0 – 30	Направление	Роторный, без ВЗД
30 – 500	Кондуктор	С применением ВЗД
500 – 2900	Экс. колонна	С применением ВЗД

2.3.2. Выбор породоразрушающего инструмента

Каждому классу пород и типу долот соответствуют свои оптимальные частоты вращения инструмента, при которых разрушение горных пород максимально. Расчет частоты вращения для шарошечных долот производится из условий:

- создания оптимальной линейной скорости на периферийном венце шарошки (статистический метод);
- по времени контакта зубьев долота с горной породой (аналитический метод);
- по стойкости опор (технологический метод).

Для безопорных долот (в том числе долот типа БИТ) расчет производится только из условия создания необходимой линейной скорости на периферии долота. Расчет в этом случае ведется по формуле:

$$n_1 = 19,1 \frac{V_n}{D_d} \quad (4)$$

где V_n – рекомендуемая линейная скорость на периферии долота, м/с;

D_d – диаметр долота, м.

Интервалы берутся по стволу. Интервал бурения 500-2900 м:

$$n_1 = 19,1 \frac{1}{0,1905} = 100 \text{ об/мин}$$

Производится расчет частот вращения по интервалам бурения статистическим методом по формуле (4) для шарошечных долот. Интервалы берутся по стволу.

Интервал бурения 0-30 м:

$$n_1 = 19,1 \frac{3,1}{0,3937} = 150 \text{ об/мин}$$

Интервал бурения 30-500 м:

$$n_1 = 19,1 \cdot 1/0,2953 = 64,67 \text{ об/мин.}$$

Таблица 10 – Значения частот вращения по интервалам бурения

Интервал бурения (по стволу), м	Применяемые долота	Частота вращения, об/мин
0-30	393,7 М-ГВУ-R167	150
30-500	295,3 М-ГН-R105	65
500-2900	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н	100

2.3.3. Расчет осевой нагрузки на долото

Аналитический расчет осевой нагрузки G_1 для шарошечных долот, при которой обеспечивается объемное разрушение породы, ведется по формуле

$$G_1 = \alpha P_{\text{ш}} F \quad (5)$$

где α – коэффициент забойных условий, $\alpha = 0,33 - 0,59$,

в проектировочных условиях $\alpha=1$;

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

для данной пачки пород по буримости, кг/см^2 ;

F – опорная площадь рабочей поверхности долота, см^2 .

Для новых шарошечных долот опорная площадь определяется по формуле

$$F = \frac{D_{\text{д}}}{2} \eta \delta \quad (6)$$

где $D_{\text{д}}$ – диаметр долота, см;

η – коэффициент перекрытия – отношение длины образующей шарошки к суммарной длине зубьев, контактирующих с породой, для современных долот $\eta = 0,7-1,7$, в расчетах можно принять $\eta = 1$;

δ – начальное притупление зубьев, см, $\delta = 1-4$ мм, в расчетах принимается среднее значение $\delta = 1,5$ мм.

В процессе бурения происходит износ зубьев долота, и опорная площадь увеличивается. Как показывают эксперименты, это увеличение составляет от пяти до восьми раз. В связи с этим в процессе бурения осевая нагрузка для обеспечения объемного разрушения породы должна постепенно повышаться.

Аналитический расчет для долот БИТ определяется по формуле аналогичной (6) только опорная площадь рабочей поверхности долота вычисляется по формуле:

$$F = 0,03 \cdot D_c \cdot k_m, \quad (7)$$

где k_m – число зубцов на рабочей поверхности;

D_c – средний диаметр зубцов, мм.

При статистическом расчете осевой нагрузки G_2 используется формула:

$$G_2 = qD_o \quad (8)$$

где q – удельная нагрузка на один миллиметр диаметра долота, кН/мм;

D_o – диаметр долота, мм.

Значения удельных осевых нагрузок для шарошечных долот приведены в таблице 11

Таблица 11 – Удельные осевые нагрузки для шарошечных долот

Тип долота	М	МЗ	С	МСЗ, СЗ	С, СТ	Т, ТК	ТЗ, ТКЗ	К, ОК
Удельная нагрузка, кН/мм	0,1 -0,2	0,2-0,5	0,3-0,6	0,3-0,8	0,4-1	0,6-1,5	0,5-1	1-1,5

Меньшие удельные нагрузки берутся для трещиноватых неоднородных пород и при высоких частотах вращения.

Для БИТ, алмазных и ИСМ долот удельные осевые нагрузки принимаются в пределах от 50 до 400 кг/см (0,05-0,4 кН/мм). Большие значения

берутся в более твердых породах.

Допустимая в процессе бурения осевая нагрузка на долото G_3 не должна превышать 80% от предельной $G_{пред}$, указанной в технической характеристике (паспорте) долота.

$$G_3 = 0,8 G_{пред} \quad (9)$$

Производятся вспомогательные расчеты и подготовка материалов для определения осевой нагрузки.

Вычисляются величины опорной площади выбранных долот. Ведется расчет для шарошечных долот.

Для долота диаметром 393,7 мм:

$$F = \frac{39,37}{2} \cdot 1 \cdot 0,15 = 2,95.см^2$$

Для долота диаметром 295,3 мм:

$$F = 29,53 / 2 \times 1 \times 0,15 = 2,21 см^2$$

Производится расчет опорной площади для выбранных долот БИТ.

Для долота диаметром 190,5 мм:

$$F = 0,03 \cdot 1,3 \cdot 64 = 2,5.см^2$$

Определяется средневзвешенная твердость горных пород для каждого интервала бурения.

На интервале бурения 0-40 м залегают породы категории М, твёрдость по штампу $P_{ш}=1000$ кг/см².

На интервале бурения 40-800 м залегают породы категории М и МС, твёрдость по штампу $P_{ш}=1500$ кг/см².

На интервале бурения 800-2900 м залегают породы категории МС и С, твёрдость по штампу $P_{ш}=2500$ кг/см².

Определяются удельные нагрузки на 1 мм долота по таблице 13 для шарошечных долот и по рекомендациям для долот БИТ. Выбранные значения заносятся в таблицу 12. Также в эту таблицу заносятся предельные нагрузки на долото по паспорту.

Таблица 12 – Данные для расчета осевой нагрузки

Применяемые долота	393,7 М-ГВУ-R227	295,3 М-ГН-R105	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н
q , кН/м	0,1	0,15	0,2
$G_{пред}$	470	480	100

Проводится аналитический расчет осевой нагрузки G_1 для шарошечных и PDC долот по формуле:

Интервал бурения 0-30 м:

$$G_1 = 1 \cdot 1000 \cdot 2,95 = 2,95m = 29,5кН$$

Интервал бурения 30-500 м:

$$G_1 = 1 \times 1500 \times 2, 2 = 3, 30m = 33,0кН$$

Интервал бурения 500-2900 м:

$$G_1 = 1 \cdot 2500 \cdot 2,5 = 6,25m = 62,5кН$$

Проводится статистический расчет осевой нагрузки G_2 по формуле:

Интервал бурения 0-30 м:

$$G_2 = 0,1 \cdot 393,7 = 39,37кН = 3,93.m$$

Интервал бурения 30-500 м:

$$G_2 = 0,15 \times 295,3 = 44,3 кН = 4,4m$$

Интервал бурения 500-2905 м:

$$G_2 = 0,2 \cdot 190,5 = 38,1кН = 3,81.m$$

Определяется допустимая в процессе бурения осевая нагрузка на долото G_3 по формуле:

Интервал бурения 0-30 м:

$$G_3 = 0,8 \cdot 470 = 376кН = 37,6.m$$

Интервал бурения 30-500 м:

$$G_3 = 0,8 \cdot 480 = 384кН = 38,4.m$$

Интервал бурения 500-2900 м:

$$G_3 = 0,8 \cdot 100 = 80кН = 8.m$$

Таблица 13 – Рассчитанные значения осевой нагрузки

Применяемые долота	393,7 М-ГВУ-R227	295,3 М-ГН-R105	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н
G ₁ , кН	29,5	33	62,5
G ₂ , кН	39,4	44,3	38,1
G ₃ , кН	376	384	80

Проанализировав таблицу 13 в соответствии с рекомендациями по выбору осевой нагрузки, а также руководствуясь опытом сооружения скважин на данном месторождении, выбранные значения осевой нагрузки приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Значения осевой нагрузки по интервалам бурения

Интервал бурения (по стволу), м	Применяемые долота	Осевая нагрузка, т
0-30	393,7 М-ГВУ-R227	2,95
30-500	295,3 М-ГН-R105	4,4
500-2900	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н	6,25

2.3.4. Расчет частоты вращения долота

Каждому классу пород и типу долот соответствуют свои оптимальные частоты вращения инструмента, при которых разрушение горных пород максимально. Расчет частоты вращения для шарошечных долот производится из условий:

- создания оптимальной линейной скорости на периферийном венце шарошки (статистический метод);
- по времени контакта зубьев долота с горной породой (аналитический метод);
- по стойкости опор (технологический метод).

Для безопорных долот (в том числе долот типа БИТ) расчет производится только из условия создания необходимой линейной скорости на периферии долота. Расчет в этом случае ведется по формуле:

$$n_1 = 19,1 \frac{V_n}{D_o} \quad (10)$$

где V_n – рекомендуемая линейная скорость на периферии долота, м/с;

D_d – диаметр долота, м.

Интервалы берутся по стволу.

Интервал бурения 500-2900м:

$$n_1 = 19,1 \frac{1}{0,1905} = 100. \text{ об/мин}$$

Производится расчет частот вращения по интервалам бурения статистическим методом по формуле (10) для шарошечных долот. Интервалы берутся по стволу.

Интервал бурения 0-30 м:

$$n_1 = 19,1 \frac{3,1}{0,3937} = 150. \text{ об/мин}$$

Интервал бурения 30-500 м:

$$n_1 = 19,1 \cdot 1 / 0,2953 = 64,67 \text{ об/мин.}$$

Таблица 15 – Значения частот вращения по интервалам бурения

Интервал бурения (по стволу), м	Применяемые долота	Частота вращения, об/мин
0-30	393,7 М-ГВУ-R167	150
30-500	295,3 М-ГН-R105	65
500-2900	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н	100

2.3.5. Выбор и обоснование типа забойного двигателя

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

Забойный двигатель должен соответствовать следующим требованиям:

- Диаметр забойного двигателя должен лежать в интервале 80-90% от диаметра долота;
- Жесткость забойного двигателя должна соответствовать требованиям компоновки низа буровой колонны для заданной траектории ствола скважины;
- Расход бурового раствора должен быть близким к номинальному расходу забойного двигателя;

- Крутящий момент, развиваемый забойным двигателем, должен обеспечить эффективное разрушение горной породы на забое скважины;

- Забойный двигатель должен обеспечивать частоту вращения долота, находящуюся в пределах или не менее этих значений, необходимых для разрушения горных пород.

Диаметр забойного двигателя в зависимости от диаметра долота определяется по следующей формуле:

$$D_{зд} = (0,8 \div 0,9) D_{д} \quad (11)$$

где $D_{зд}$ - диаметр забойного двигателя, мм;

$D_{д}$ - диаметр долота, мм.

Выбираемый турбобур должен развивать мощность, которая будет тратиться на работу долота под действием осевой нагрузки и на преодоление трения в опорах. Требуемый крутящий момент определяется по формуле:

$$M_p = M_o + M_{уд} \cdot G_{ос} \quad (12)$$

где M_p – момент необходимый для разрушения горной породы, Н*м;

M_o – момент необходимый для вращения ненагруженного долота, Н*м;

$M_{уд}$ – удельный момент долота, Н*м/кН;

$G_{ос}$ – осевая нагрузка на долото, кН.

Момент необходимый для вращения ненагруженного долота определяется по формуле:

$$M_o = 500 \cdot D_{д} \quad (13)$$

где $D_{д}$ – диаметр долота, м.

Удельный момент долота определяется по формуле:

$$M_{уд} = Q + 1,2 \cdot D_{д} \quad (14)$$

где Q – расчетный коэффициент, принимаемый в расчетах

1-2 (принимается 1,5), Н*м/кН;

$D_{д}$ – диаметр долота, см.

Проводятся требуемые расчеты по интервалам бурения (берутся значения по стволу).

Для интервала 0-500 м. расчеты не проводятся, так как способ бурения роторный.

Интервал бурения 500-2900 м:

Диаметр долота - 190,5 мм. Осевая нагрузка на долото – 62,5 кН. Частота вращения – 100 об/мин.

$$D_{зд} = (0,8 \div 0,9) \cdot 190,5 = 152-171 \text{ мм};$$

$$M_o = 500 \cdot 0,1905 = 95 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{уд} = 1,5 + 1,2 \cdot 19,05 = 24,4 \text{ Н}\cdot\text{м/кН}.$$

Расчет крутящего момента для долота:

$$M_p = 95 + 24,4 \cdot 62,5 = 1620 \text{ Н}\cdot\text{м} = 1,62 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Определены первичные характеристики для выбора забойных двигателей. Рассчитанные параметры и потребность в забойных машинах приведены в таблице 16

Таблица 16 – Параметры и потребность в забойных двигателях

Обсадная колонна	Интервалы бурения (по искривлению скважины), м	Описание интервала	Рассчитанные параметры забойных двигателей		Потребность в забойном двигателе
			Д _{зд} , мм	М _р , кН·м	
Направление	0-30	вертикальный участок	-	-	нет
Кондуктор	30-500		216-243	1,16	да
Эксплуатационная колонна	500-2900		152-171	1,62	да

Выбираются забойные двигатели по интервалам для выбранных долот.

Для бурения в интервале 500-1920 м. проектом предусматривается использовать забойный двигатель ЗТСШ-172, который имеет диаметр 172 мм, расход жидкости – 25 л/с, максимальный крутящий момент в рабочем режиме - 1,8 кН·м, а также максимальную частоту вращения 630 об/мин.

Интервал 1920-2900:

Предлагается использовать забойный двигатель Д-5-172, который имеет

диаметр 172 мм, расход жидкости – 25-35 л/с, максимальный крутящий момент в рабочем режиме - 6,0 кН·м, а также частоту вращения 78-108 об/мин.

Технические характеристики выбранных забойных двигателей приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики забойных двигателей

Технические характеристики	Винтовые забойные двигатели	
	ЗТСШ-172	Д-5-172
Наружный диаметр, мм	172	172
Длина, м	25,4	6,22
Вес, кг	3530	770
Расход жидкости, л/с	25	25-35
Число оборотов, об/мин	630	78-108
Максимальный рабочий момент, кН·м	1,8	6
Перепад давления на рабочем режиме, МПа	8,8	4,5-7

2.3.6. Расчет требуемого расхода бурового раствора

Расход бурового раствора должен обеспечить:

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

Расчет расхода промывочной жидкости для эффективной очистки забоя скважины осуществляется по формуле:

$$Q_1 = K \cdot S_{\text{ЗАБ}} \quad (15)$$

где K – коэффициент удельного расхода жидкости
принимается равным 0,55 м³/сек на 1 м² забоя;

$S_{\text{ЗАБ}}$ – площадь забоя м², определяется по формуле

$$S_{\text{ЗАБ}} = 0,785 \cdot D_{\text{д}}^2 \quad (16)$$

При бурении под направление долотом диаметром 0,3937 м по формуле:

$$Q_1 = 0,55 \cdot 0,785 \cdot 0,3937^2 = 0,067 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под кондуктор долотом диаметром 0,2953 м по формуле:

$$Q = 0,55 \cdot 0,785 \cdot 0,2953^2 = 0,037 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под эксплуатационную колонну долотом диаметром 0,1905 м по формуле:

$$Q_1 = 0,55 \cdot 0,785 \cdot 0,1905^2 = 0,016 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расход раствора Q_2 при котором обеспечивается вынос шлама на поверхность определяется по формуле:

$$Q_2 = V_{кр} S_{\max} + V_M S_{заб} \frac{\rho_n - \rho_p}{\rho_{см} - \rho_p} \text{ м}^3/\text{с} \quad (17)$$

где $V_{кр}$ – критическая скорость проскальзывания шлама относительно раствора, м/с;

V_M – механическая скорость бурения, м/с;

ρ_n – плотность разбуриваемой породы, г/см³;

ρ_p – плотность бурового раствора, г/см³;

$\rho_{см}$ – плотность раствора со шламом, г/см³;

S_{\max} – максимальная площадь кольцевого пространства, м².

$$S_{\max} = 0,785 (D_c^2 - d_{\text{от}}^2) \text{ м}^2 \quad (18)$$

где $d_{\text{от}}$ – минимальный диаметр бурильных труб запроектированной компоновки, м.

$$D_c = K_K D_\delta \quad (19)$$

где K_K – коэффициент каверзости.

При бурении под кондуктор долотом диаметром 0,2953 м, по формуле

$$Q = 1,2 \cdot 0,785 \cdot (0,2953^2 - 0,129^2) = 0,066 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под эксплуатационную колонну долотом диаметром 0,1905 м, по формуле

$$Q = 1,1 \cdot 0,785 \cdot (0,1905^2 - 0,129^2) = 0,017 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет расхода промывочной жидкости, исходя из условия создания гидромониторного эффекта, рассчитывается по формуле:

$$Q = F_H \cdot 0,75 \quad (20)$$

где F_H – площадь поперечного сечения насадок, m^2 ; определяется по формуле:

$$F_H = (\pi \cdot d_H / 4) \cdot m \quad m^2 \quad (21)$$

где d_H – диаметр насадок, м;
 m – число насадок, $m=3$.

При бурении под кондуктор долотом 295,3 М-ГН, имеющем $d_H=0,015$ м по формуле:

$$Q = (3,14 \cdot 0,015 / 4) \cdot 3 \cdot 0,75 = 0,033 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под эксплуатационную колонну долотом БИТ 190,5 ВТ 613 Н имеющими $d_H=0,01$ м по формуле:

$$Q = (3,14 \cdot 0,01 / 4) \cdot 3 \cdot 0,75 = 0,018 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет расхода промывочной жидкости, обеспечивающий вынос шлама ведется по формуле:

$$Q = V_{KP} \cdot S_{MAX} + (S_{ЗАБ} \cdot V_{МЕХ} \cdot (j_{П} - j_{Ж})) / (j_{СМ} - j_{Ж}) \text{ м}^3/\text{с} \quad (22)$$

где V_{KP} – скорость частиц шлама относительно промывочной жидкости, м/сек; $V_{KP} = 0,5$ м/с;

S_{MAX} – максимальная площадь кольцевого пространства в открытом стволе, m^2 , равен $S_{КП}$;

$V_{МЕХ}$ – механическая скорость бурения, м/сек; в интервале 0-800 м – $V_{МЕХ} = 0,009$ м/сек; в интервале 800-2905 м – $V_{МЕХ} = 0,006$;

$j_{П}$ – удельный вес породы, H/m^3 ;

$j_{Ж}$ – удельный вес промывочной жидкости, H/m^3 ;

$j_{СМ}$ – удельный вес смеси шлама и промывочной жидкости, H/m^3 ;

$(j_{СМ} - j_{Ж}) = 0,01 \dots 0,02 \cdot 10^4 \text{ Н}/\text{м}^3$; принимается $0,02 \cdot 10^4 \text{ Н}/\text{м}^3$.

При бурении под кондуктор расход промывочной жидкости, обеспечивающий вынос шлама, составит:

$$Q = 0,5 \cdot 0,785 \cdot (0,2953^2 - 0,129^2) + (0,785 \cdot 0,2953^2 \cdot 0,009 \cdot (2,15 \cdot 10^4 - 1,12 \cdot 10^4)) / 0,02 \cdot 10^4 = 0,058 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под эксплуатационную колонну расход промывочной

жидкости, обеспечивающий вынос шлама составит:

$$Q=0,5 \cdot 0,785 \cdot (0,1905^2 - 0,129^2) + (0,785 \cdot 0,1905^2 \cdot 0,005 \cdot (2,25 \cdot 10^4 - 1,08 \cdot 10^4)) / (0,02 \cdot 10^4) = 0,016 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет расхода промывочной жидкости, предотвращающего размыв стенок скважины, ведется по формуле:

$$Q = V_{\text{КП МАХ}} \cdot S_{\text{МИН}} \quad (23)$$

где $S_{\text{МИН}}$ – минимальная площадь кольцевого пространства, м^2 ;

$V_{\text{КП МАХ}}$ – максимально допустимая скорость течения, жидкости в кольцевом пространстве, $\text{м}/\text{сек}$; $V_{\text{КП МАХ}} = 1,5 \text{ м}/\text{с}$.

Максимальные диаметры бурового инструмента: при бурении под кондуктор – турбобур диаметром 0,240 м, при бурении под эксплуатационную колонну – ВЗД диаметром 0,172 м.

Коэффициент кавернозности при бурении под кондуктор принимается равным 1,3, при бурении под эксплуатационную колонну 1,25.

При бурении под кондуктор расход промывочной жидкости, предотвращающий размыв стенок скважины составит

$$Q = 1,5 \cdot 0,785 \cdot (0,2953^2 \cdot 1,3 - 0,240^2) = 0,047 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под эксплуатационную колонну расход промывочной жидкости, предотвращающий размыв стенок скважины составит

$$Q = 1,5 \cdot 0,785 \cdot (0,1905^2 \cdot 1,25 - 0,176^2) = 0,017 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет расхода промывочной жидкости из условия предотвращения прихватов ведется по формуле:

$$Q = V_{\text{КП МИН}} \cdot S_{\text{МАХ}} \quad (24)$$

где $V_{\text{КП МИН}}$ – минимально допустимая скорость промывочной жидкости в кольцевом пространстве; $V_{\text{КП МИН}} = 0,5 \text{ м}/\text{с}$;

$S_{\text{МАХ}}$ – максимальная площадь кольцевого пространства; минимальный диаметр бурового инструмента у бурильных труб диаметр = 0,129 м.

При бурении под кондуктор расход промывочной жидкости, предотвращающий прихваты составит:

$$Q = 0,5 \cdot 0,785 \cdot (0,2953^2 \cdot 1,3 - 0,129^2) = 0,036 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При бурении под эксплуатационную колонну расход промывочной жидкости, предотвращающий прихваты составит

$$Q=0,5 \cdot 0,785 \cdot (0,1905^2 \cdot 1,25 - 0,129^2) = 0,011 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Учитывая полученные результаты расчётов расхода промывочной жидкости различными методами, проектируется:

- Расход промывочной жидкости при бурении под кондуктор 45-60 л/с;
- Расход промывочной жидкости при бурении под эксплуатационную колонну 17-36 л/с.

Расчетные значения расхода промывочной жидкости на интервалах бурения приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Расход промывочной жидкости по интервалам бурения

Интервал, м	Расход промывочной жидкости, м ³ /с
0 – 500	0,05-0,060
500 – 2900	0,017-0,036

2.3.7. Выбор компоновки и расчет бурильной колонны

Конструкция бурильной колонны определяется условиями бурения и конструкцией скважины. Колонна или участки ее одинакового размера, как правило, состоят из секций, в которых трубы отличаются типом, толщиной стенки или группой прочности материала. Нижний участок бурильной колонны при бурении собирают из утяжеленных бурильных труб (УБТ), которые имеют больший, чем остальная колонна, диаметр и предназначены для создания осевых нагрузок на долото и предупреждения самопроизвольного искривления ствола скважины. Результаты расчета бурильной колонны для интервала бурения под эксплуатационную колонну и кондуктор приведены в таблице 20.

В таблице 19 приведены параметры компоновок низа бурильной колонны. В таблице приводятся КНБК для всех интервалов бурения.

Таблица 19 – Проектирование КНБК по интервалам бурения

№ п/п	Интервал по стволу, м		Типоразмер, шифр	Масса, кг	Длина, м	Назначение
	от	до				
1	0	30	393,7 М-ГВУ-R167	184,5	0,53	Бурение вертикального участка под направление
			Калибратор 1-К 393,7 МС	300	1,2	
			Переводник Н-152/171	50	0,7	
			УБТС-203	1819	8,5	
			Переводник П-171/147	50	0,7	
2	30	500	295,3 М-ГН-R105	89,9	0,425	Бурение вертикального участка под кондуктор
			Калибратор 1-К 295,3 МС	300	1,2	
			ВЗД ЗТСШ-172	3530	25,4	
			Переводник П147/171	50	0,7	
			УБТС-203	1819	8,5	
			Переводник П-171/147	50	0,7	
3	500	2900	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н	36	0,35	Бурение вертикального участка под эксплуатационную колонну
			5КС 190,5 СТ	61	0,45	
			Д-5-172	770	6,22	
			5КС 190,5 СТ	61	0,45	
			ПК-172	59	0,62	
			Переводник 147/121	35	0,5	
			УБТ-146	824	8	
			5КС 190,5 СТ	61	0,45	
			Переводник 147/121	35	0,5	

Таблица 20 – Проектирование бурильной колонны для интервала бурения под кондуктор и эксплуатационную колонну

Тип труб	Длина, м	Диаметр, мм	Масса, кг/м	Тип резьбы	
УБТС-203 (под кондуктор)	6,5	УБТ 203-80	214	3 – 171	
УБТ-146 (под э.к.)	12 и 8	146 (наружн) 74 (внутр.)	103	3 – 121	
ТБПК	12,4 и 8,5	127	26,2	3 – 133	
ЛБТ	12,27	147	14,4	3 - 147	
Тип труб	Длина, м (с переводн.)	Размеры	Масса, кг/м	Тип резьбы	
				верхняя	нижняя
ТВКП	14	140 * 140	106,6	3 – 152Л	3 – 147

2.3.8. Обоснование типов и компонентов состава буровых растворов

Согласно «Правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности» давление столба промывочной жидкости должно превышать $P_{пл}$ на глубине 0 – 1200 метров на 10%, но не более 1,5 МПа, на глубине более 1200 м на 5%, но не более 2,5-3 МПа.

Тип бурового раствора, его компонентный состав и границы возможного применения устанавливаются из геологических условий: физико-химических свойств пород и содержащихся в них флюидов, пластовых и горных давлений, забойных температур.

Для обеспечения успешной проводки скважины в качестве промывочной жидкости принимаем глинистый раствор.

Данный буровой раствор по сравнению с растворами на нефтяной основе достаточно дешев и абсолютно пожаробезопасен.

Пластовое давление рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{пл} = \text{grad}P_{пл} \cdot H, \text{ МПа} \quad (25)$$

где $\text{grad}P_{пл}$ - градиент пластового давления, МПа/м;

H- глубина скважины по вертикали, м.

Плотность бурового раствора рассчитывается в зависимости от пластового давления по формуле:

$$\rho = (P_{пл} + \alpha_{пл} \cdot P_{пл}) / (g \cdot L), \text{ кг/м}^3 \quad (26)$$

где $P_{пл}$ – пластовое давление на глубине L, Па;

L – текущая глубина скважины, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\alpha_{пл}$ – градиент пластового давления на глубине L.

Интервал 0 – 500 м:

При бурении под направление и кондуктор превышение гидростатического давления над пластовым должно составлять не менее 10%.

$$P_{пл} = 0,01 \cdot 500 \cdot 10^6 = 5000000 \text{ Па.}$$

Плотность бурового раствора для бурения в этом интервале равна:

$$\rho = (5000000 + 0,1 \cdot 5000000) / (9,81 \cdot 500) = 1120 \text{ кг/м}^3.$$

Плотность бурового раствора в рассматриваемом интервале должна быть не менее 1120 кг/м^3 , но допускается превышение гидростатического давления столба бурового раствора над пластовым давлением на 15 кгс/см^2 . С целью обеспечения устойчивости стенок скважин и исходя из опыта бурения на Восточно – Мыгинском месторождении, выбирается плотность бурового раствора при бурении под направление и кондуктор – 1120 кг/м^3 .

Интервал 500 –1200 м:

При бурении под эксплуатационную колонну превышение гидростатического давления над пластовым должно составлять не менее 10%.

$$P_{\text{пл}} = 0,01 \cdot 1200 \cdot 10^6 = 12000000 \text{ Па.}$$

Плотность бурового раствора для бурения в этом интервале равна:

$$\rho = (12000000 + 0,1 \cdot 12000000) / (9,81 \cdot 1200) = 1120 \text{ кг/м}^3.$$

С целью обеспечения устойчивости стенок скважин и исходя из опыта бурения на Восточно – Мыгинском месторождении, выбирается плотность бурового раствора на данном интервале $\rho = 1110 \text{ кг/м}^3$.

Интервал 1200 –2900 м:

При бурении под эксплуатационную колонну превышение гидростатического давления над пластовым должно составлять не менее 5%.

$$P_{\text{пл}} = (0,01 \cdot 2040 + 0,0099 \cdot 860) \cdot 10^6 = 28914000 \text{ Па.}$$

Плотность бурового раствора для бурения в этом интервале равна:

$$\rho = (28914000 + 0,1 \cdot 28914000) / (9,81 \cdot 2905) = 1117,9 \text{ кг/м}^3.$$

С целью обеспечения устойчивости стенок скважин и исходя из опыта бурения на Восточно – Мыгинском месторождении, выбирается плотность бурового раствора 1110 кг/м^3 .

Для вскрытия продуктивного пласта выбирается плотность бурового раствора $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$.

Таблица 21 – Плотность бурового раствора

Интервал бурения, м	Плотность бурового раствора, кг/м^3
0 – 500	1120
500 – 1200	1120
1200 – 2900	1110

Статическое напряжение сдвига рассчитываем по формуле:

$$\text{СНС}_1 = d \cdot (q_{\text{п}} - q_{\text{пж}}) \cdot g \cdot K / 6,$$

где СНС_1 – статическое напряжение сдвига через 1 минуту, дПа;

d – диаметр частиц шлама, м;

$q_{\text{п}}$ – плотность горной породы, кг/м³;

$q_{\text{пж}}$ – плотность промывочной жидкости, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с;

K – коэффициент, учитывающий форму частиц шлама, $K = 1,5$.

$$\text{СНС}_{10} \geq 5 \cdot [2 - \exp(-110 \cdot d)] \cdot d \cdot (q_{\text{п}} - q_{\text{пж}}) \quad (27)$$

где СНС_{10} – статическое напряжение сдвига за 10 минут, дПа.

Условная вязкость рассчитывается по формуле:

$$\text{УВ} \leq 21 \cdot q_{\text{пж}} \cdot 10^{-3} \quad (28)$$

где УВ – условная вязкость, с;

$q_{\text{пж}}$ – плотность бурового раствора.

Показатель фильтрации рассчитывается по формуле :

$$\Phi \leq (6 \cdot 10^3 / q_{\text{бр}}) + 3, \text{ см}^3 / 30 \text{ мин} \quad (29)$$

где $q_{\text{бр}}$ – плотность бурового раствора, кг/м³;

Статическое напряжение сдвига равно:

в интервале 0 – 500 м,

$$\text{СНС}_1 = 0,003 \cdot 9,81 \cdot (2150 - 1120) \cdot 1,5 / 6 = 7,58 \text{ дПа};$$

$$\text{СНС}_{10} = 5 \cdot [2 - \exp(-110 \cdot 0,003)] \cdot 0,003 \cdot (2150 - 1120) = 19,8 \text{ дПа};$$

в интервале 500 – 1200 м,

$$\text{СНС}_1 = 0,003 \cdot 9,81 \cdot (2300 - 1120) \cdot 1,5 / 6 = 8,7 \text{ дПа};$$

$$\text{СНС}_{10} = 5 \cdot [2 - \exp(-110 \cdot 0,003)] \cdot 0,003 \cdot (2300 - 1120) = 22,7 \text{ дПа};$$

в интервале 1200 – 2900 м,

$$\text{СНС}_1 = 0,003 \cdot 9,81 \cdot (2350 - 1100) \cdot 1,5 / 6 = 9,2 \text{ дПа};$$

$$\text{СНС}_{10} = 5 \cdot [2 - \exp(-110 \cdot 0,003)] \cdot 0,003 \cdot (2350 - 1100) = 24 \text{ дПа};$$

Условная вязкость:

в интервале 0 – 500 м :

$$УВ \leq 21 \cdot 1120 \cdot 10^{-3} = 23,5 \text{ с};$$

в интервале 500 – 1200 м :

$$УВ \leq 21 \cdot 1120 \cdot 10^{-3} = 23,5 \text{ с};$$

в интервале 1200 – 2900 м :

$$УВ \leq 21 \cdot 1100 \cdot 10^{-3} = 23,1 \text{ с};$$

Показатель фильтрации:

в интервале 0 – 500 м :

$$\Phi \leq (6 \cdot 10^3 / 1120) + 3 = 8,35 \text{ см}^3 / 30 \text{ мин};$$

в интервале 500 – 1200 м :

$$\Phi \leq (6 \cdot 10^3 / 1120) + 3 = 8,35 \text{ см}^3 / 30 \text{ мин};$$

в интервале 1200 – 2900 м :

$$\Phi \leq (6 \cdot 10^3 / 1100) + 3 = 8,45 \text{ см}^3 / 30 \text{ мин};$$

Таблица 22 – Параметры бурового раствора

Интервал, м	Плотность, кг/м	Условная вязкость, с	Водоотдача, см ³ /30минут	СНС1/10, дПа	Содержание песка, %
0-500	1120	23,5	8,35	7,6/20	1,5
500-1200	1120	23,5	8,35	9/23	1
1200-2900	1110	23,1	8,45	9/24	0,5

Состав бурового раствора:

- Вода техническая;
- Глинопорошок;
- ПАВ;
- Модифицированный крахмал;
- Каустическая сода;
- КМЦ.

Для снижения показателей фильтрации вводятся:

- СУРАН из расчета 10кг сухого реагента на 1м³ бурового раствора;
- Габроил НV из расчета 5кг сухого реагента на 1м³ бурового раствора.

Для увеличения условной вязкости применяется:

- Габроил НУ.

Для стабилизации условной вязкости применяется:

- СУРАН.

Для снижения трения и стабилизации крутящего момента между колонной бурильных труб и стенками скважины, а также в качестве антиприхватной смазывающей добавки рекомендуется применение «ФК-2000». При разбуривании цементного стакана направления и кондуктора необходимо добавлять в буровой раствор кальцинированную соду для связывания активных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Перед вскрытием продуктивного пласта для сохранения коллекторских свойств пласта вводится ПАВ СНПХ ПКД-515. Добавка ПКД-515 осуществляется в объёме 200 л за 15-20 м до кровли продуктивного пласта.

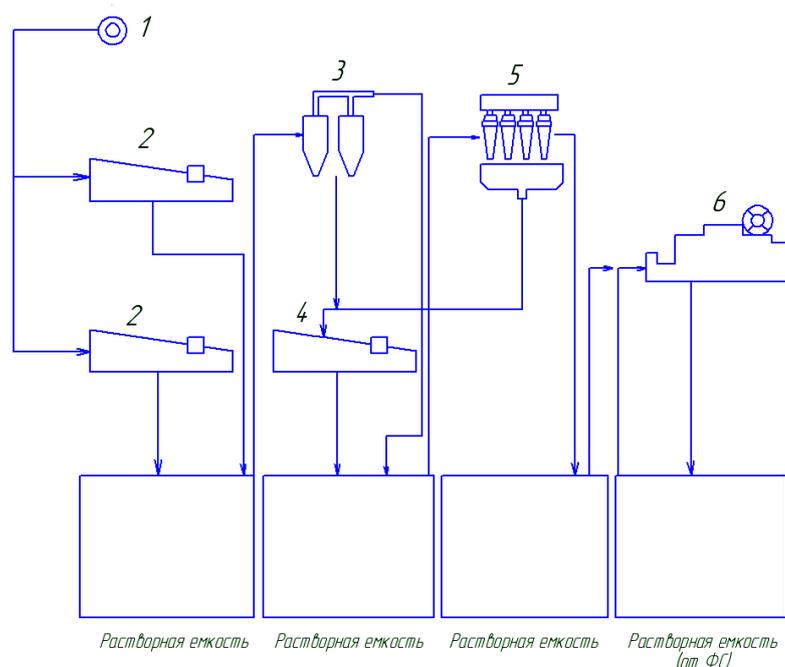


Рисунок 5 – Схема очистки бурового раствора: 1 – скважина; 2 – вибросито; 3 – пескоотделитель; 4 – вибросито; 5 – илоотделитель; 6 – центрифуга.

2.3.9. Выбор гидравлической программы промывки скважины

Целью составления гидравлической программы бурения является определения рационального режима промывки скважины, обеспечивающего наиболее эффективную обработку буровых долот при соблюдении требований и ограничений, обусловленных геологическими техническими и

эксплуатационными характеристиками применяемого оборудования и инструмента.

Таблица 23 – Исходные данные для расчета гидравлической программы промывки скважины

Н (по стволу), м	d_d , м	К	$P_{пл}$, МПа	$P_{гд}$, МПа	$\rho_{п}$, кг/м ³
2900	0,1905	1,25	27	49	2300
Q, м ³ /с	Тип бурового насоса	V_m , м/с	$\eta_{п}$, Па·с	$\tau_{г}$, Па	$\rho_{пж}$, кг/м ³
0,02	УНБ-600	0,005	0,01	15	1100
КНБК					
Элемент	d_n , м	L , м			d_b , м
УБТ 146-74Д	0,146	25			0,074
ТБПК 127×9	0,127	475			0,109
ТБД16Т147×11	0,147	2400			0,125

Таблица 24 – Результаты проектирования гидравлической программы промывки скважины

$\rho_{кр}$, кг/м ³	ϕ	d_c , м	$V_{кп}$, м/с	$\Delta P_{зд}$, МПа	ΔP_o , МПа
1581	0,989	0,238	0,64	4,48	0,145
ΔP_r , МПа	ΔP_p , МПа	V_d , м/с	Φ , м ²	d, мм	
0,42	12	147	0,00024	11	
КНБК					
Кольцевое пространство					
Элемент	Рекр	Re кп	Sкп	$\Delta P_{кп}$	$\Delta P_{мк}$
УБТ 146-74Д	27419	6635	191	0,013	0,0014
ТБПК 127×9	32923	6942	257	1,74	0,0015
ТБД16Т147×11	18119	6214	105	0,0076	0,0005
Внутри труб					
Элемент	Рекр	Re кп	λ	ΔP_T	
УБТ 146-74Д	21768	34429	0,296	0,0029	
ТБПК 127×9	32267	23811	0,03	0,037	
ТБД16Т147×11	27419	27693	0,03	0,0324	

2.3.10. Технические средства и режимы бурения при отборе керна

При строительстве проектируемой скважины требуется произвести отбор керна для исследовательских работ. Интервалы отбора керна, характеристики керноотборного оборудования и параметры режима бурения при отборе керна приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Технические средства и режимы бурения при отборе керна

Интервал	Тип керноотборного снаряда	Параметры режима бурения		
		Осевая нагрузка, т	Частота вращения инструмента, об/мин	Расход бурового раствора, л/сек
2390 – 2410	Недра	3,35 – 5,6	60 – 80	25
2560 – 2580	Недра	3,35 – 5,6	60 – 80	25
2690 – 2900	Недра	3,35 – 5,6	60 – 80	25

2.4. Проектирование процессов заканчивания скважин

2.4.1. Расчет обсадных колонн

Исходные данные к расчету представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Исходные данные к расчету обсадных колонн

Параметр	Значение	Параметр	Значение
плотность продавочной жидкости $\rho_{прод}$, кг/м ³	1000	плотность буферной жидкости $\rho_{бвф}$, кг/м ³	1000
плотность облегченного тампонажного раствора $\rho_{тр}$ <i>об.в</i> , кг/м ³	1500	плотность тампонажного раствора нормальной плотности $\rho_{трн}$, кг/м ³	1850
плотность нефти $\rho_{н}$, кг/м ³	865	глубина скважины, м	2900
высота столба буферной жидкости h_1 , м	350	высота столба тампонажного раствора нормальной плотности h_2 , м	280
высота цементного стакана $h_{см}$, м	10	динамический уровень скважины h_0 , м	1933

2.4.2. Расчет наружных избыточных давлений

1 случай: при цементировании в конце продавки тампонажного раствора и снятом устьевом давлении

На рисунке 6 представлена схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора при снятом устьевом давлении (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности) для эксплуатационной колонны.

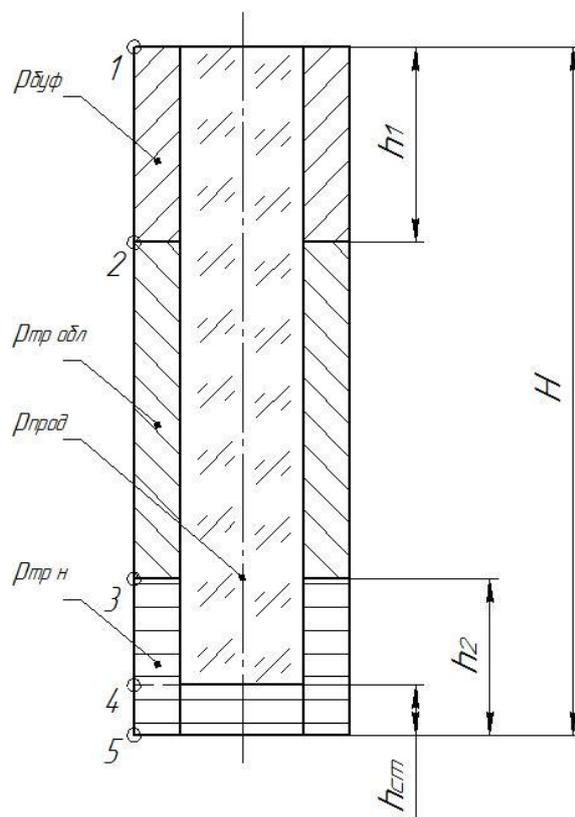


Рисунок 6 – Схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора при снятом устьевом давлении

В таблице 27 представлены результаты расчета наружных избыточных давлений в каждой точке при цементировании в конце продавки тампонажного раствора и снятом на устье давлении.

Таблица 27 – Результаты расчета наружных избыточных давлений в каждой точке при цементировании в конце продавки тампонажного раствора и снятом на устье давлении

Номер точки	1	2	3	4	5
Глубина расположения точки, м	0	350	2620	2890	2900
Наружное избыточное давление, МПа	0	0,4	6,5	11,5	11,6

В связи с тем, что внутреннее давление в конце эксплуатации флюида ($P_{кз} = 9$ МПа) меньше давления при испытании обсадных колонн на герметичность путем снижения уровня жидкости ($P_2 = 14$ МПа), наиболее опасным является случай в конце эксплуатации.

2 случай: конец эксплуатации скважины

На рисунке 7 представлена схема расположения жидкостей в конце

эксплуатации нефтяной скважины (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности) для эксплуатационной колонны.

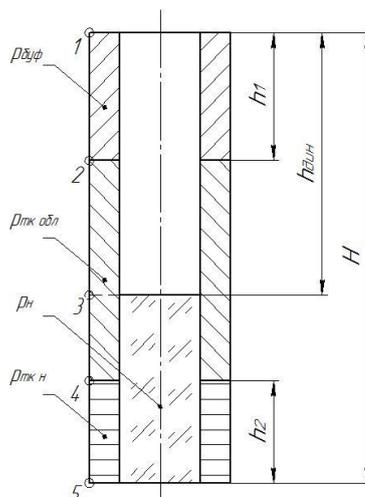


Рисунок 7 – Схема расположения жидкостей в конце эксплуатации нефтяной скважины

В таблице 28 представлены результаты расчета наружных избыточных давлений в каждой точке при цементировании в конце продавки тампонажного раствора и снятом на устье давлении.

Таблица 28 – Результаты расчета наружных избыточных давлений в каждой точке при цементировании в конце продавки тампонажного раствора и снятом на устье давлении

Номер точки	1	2	3	4	5
Глубина расположения точки, м	0	350	1933	2620	2900
Наружное избыточное давление, МПа	0	5,4	19,9	20,3	26,8

Эпюра наружных избыточных давлений представлена на рисунке 8.

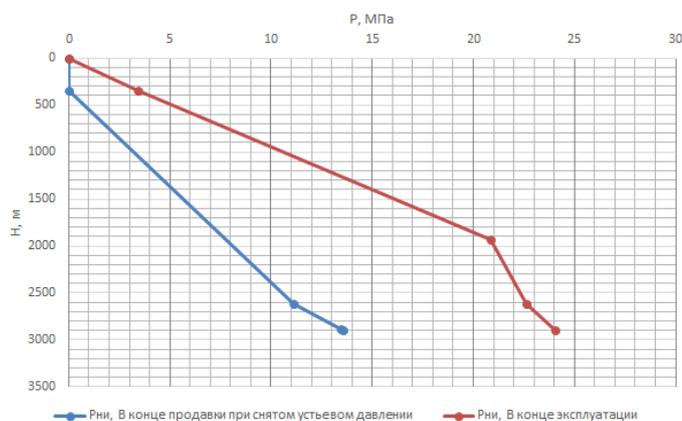


Рисунок 8 – Эпюра наружных избыточных давлений

2.4.3. Расчет внутренних избыточных давлений

1 случай: при цементировании в конце продавки тампонажного раствора

На рисунке 9 представлена схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора, когда давление на цементировочной головке достигает максимального значения (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности) для эксплуатационной колонны.

Максимальное давление в цементировочной головке $P_{цг}$ составляет 17,6 МПа.

В таблице 29 представлены результаты расчета внутренних избыточных давлений в каждой точке при цементировании в конце продавки тампонажного раствора.

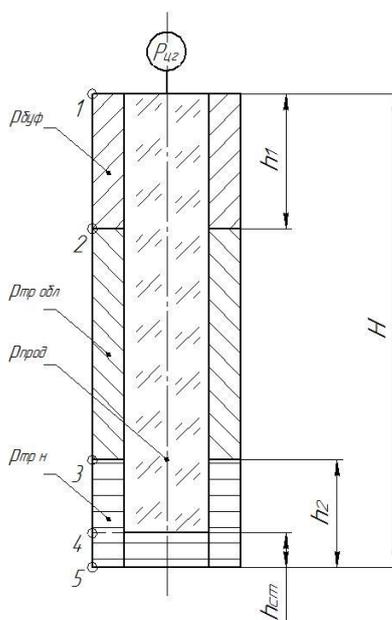


Рисунок 9 – Схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора, когда давление на цементировочной головке достигает максимального значения

Таблица 29 – Результаты расчета внутренних избыточных давлений в каждой точке при цементировании в конце продавки тампонажного раствора

Номер точки	1	2	3	4	5
Глубина расположения точки, м	0	350	2620	2890	2900
Внутреннее избыточное давление, МПа	23,1	23,1	11,9	9,7	9,7

2 случай: опрессовка эксплуатационной колонны

На рисунке 10 представлена схема расположения жидкостей при опрессовке эксплуатационной колонны (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности).

Давление опрессовки $P_{оп}$ составляет 12,5 МПа.

В таблице 30 представлены результаты расчета внутренних избыточных давлений при опрессовке эксплуатационной колонны.

Таблица 30 – Результаты расчета внутренних избыточных давлений при опрессовке эксплуатационной колонны

Номер точки	1	2	3	4
Глубина расположения точки, м	0	350	2620	2900
Внутреннее избыточное давление, МПа	15	15	12,2	11,2

Эпюра внутренних избыточных давлений представлена на рисунке 11.

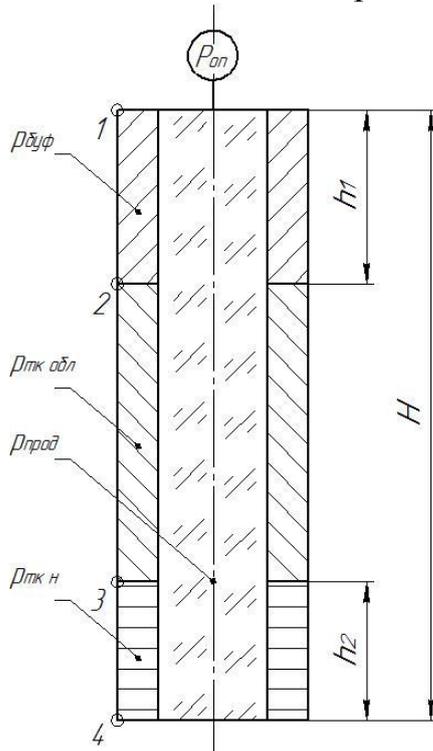


Рисунок 10 – Схема расположения жидкостей при опрессовке обсадной КОЛОННЫ

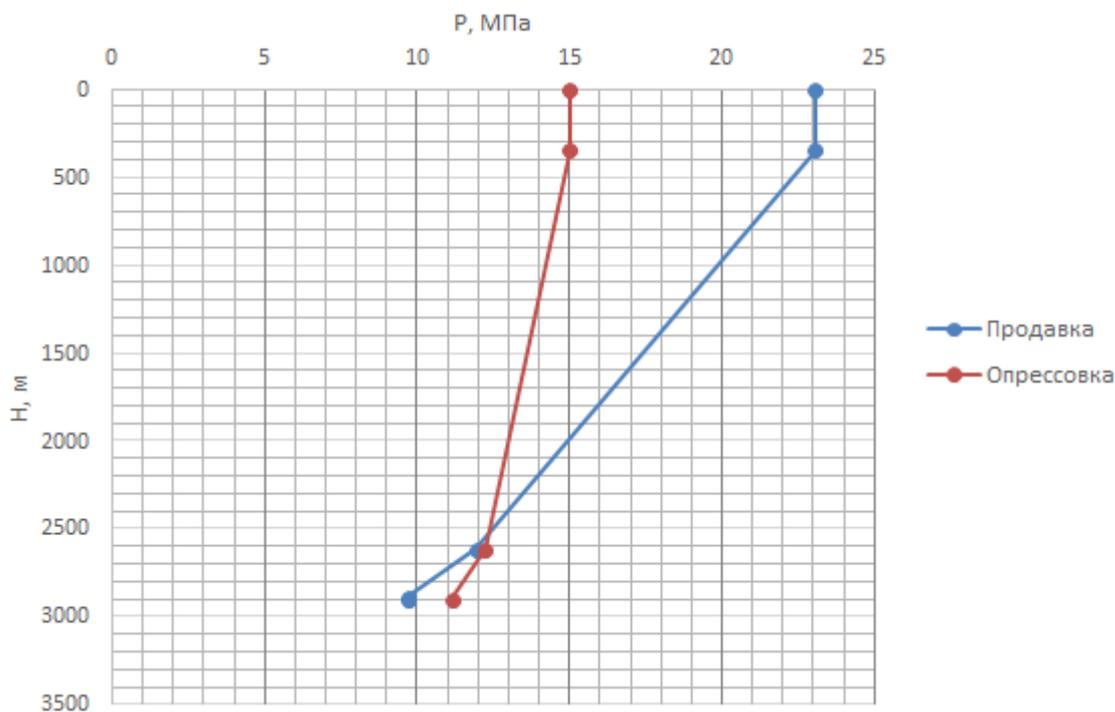


Рисунок 11 – Эпюра внутреннего избыточного давления

2.4.4. Конструирование обсадной колонны по длине

Рассчитанные параметры секций представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Характеристика обсадных колонн

№ секций	Группа прочности	Толщина стенки, мм	Длина, м	Вес, т			Интервал установки, м
				1м трубы	секций	суммарный	
1	Д	7,7	360	0,265	7.1	7.1	2900-2540
2	Д	7,0	693	0,243	17.2	24.3	2540-1847
3	Д	6,5	1569	0,226	36.4	60.7	1847-278
4	Д	7,0	278	0,243	6.6	67.3	278-0

2.5. Расчет процессов цементирования скважины

2.5.1. Выбор способа цементирования обсадных колонн

Проверяется условие недопущения гидроразрыва пластов по формуле:

$$P_{гс\ кп} + P_{гд\ кп} \leq 0,95 * P_{гр} \quad (30)$$

39,05 < 46,58 МПа. Условие выполняется, следовательно, проектируется прямое одноступенчатое цементирование.

2.5.2. Расчет объема тампонажной смеси и количества составных компонентов

Результаты данного расчета сводятся в таблицу 32.

Таблица 32 – Объем тампонажной смеси и количество составных компонентов

Тампонажный раствор нормальной плотности и облегченный	Объем тампонажного раствора, м ³	Масса тампонажной смеси для приготовления требуемого объема тампонажного раствора, кг	Объем воды для затворения тампонажного раствора, м ³
$\rho_{гр}=1850\text{кг/м}^3$	3,11	4152	3,48
$\rho_{гробл}=1500\text{ кг/м}^3$	38,22	29812	10,83
Сумма	41,33	33964	14,31

2.5.3. Обоснование типа и расчет объема буферной и продавочной жидкостей

Объемы буферной и продавочной жидкости представлены в таблице 34.

Таблица 33 – Объем буферной и продавочной жидкости

Наименование жидкости	Расчётный объём, м ³
Буферная	7,544
Продавочная	42,58

2.6. Гидравлический расчет цементирования скважины

2.6.1. Выбор типа и расчет необходимого количества цементировочного оборудования

На рисунке 12 приведен пример спроектированной технологической схемы с применением осреднительной емкости.

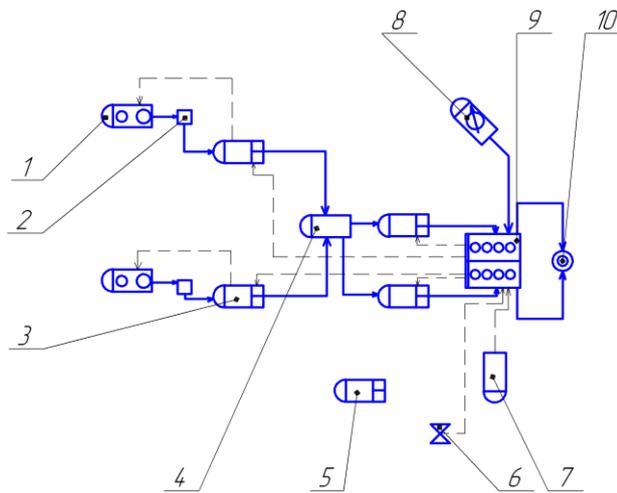


Рисунок 12 – Технологическая схема обвязки цементировочного оборудования:

1 – цементосмесительная машина УС6-30; 2 – бачок затворения; 3 – цементировочный агрегат ЦА-320М; 4 – осреднительная емкость УО-16; 5 – цементировочный агрегат ЦА-320М (резервный); 6 – подводящая водяная линия; 7 – автоцистерна; 8 – станция КСКЦ 01; 9 – блок манифольдов СИН-43; 10 – устье скважины

2.6.2. Расчет режима закачки и продавки тампонажной смеси

График изменения давления на цементировочной головке представлен на рисунке 13.

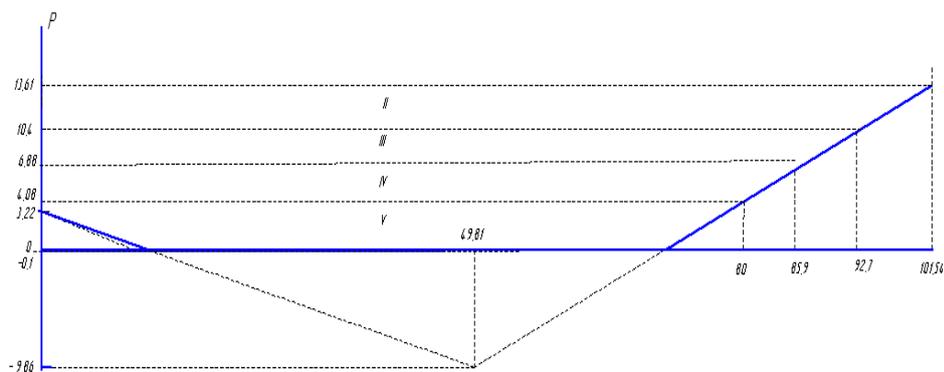


Рисунок 13 – График изменения давления на цементировочной головке

В таблице 34 приведены сводные данные о режимах работы цементировочных агрегатов.

Таблица 34– Режимы работы цементировочных агрегатов

Скорость агрегата	Объем раствора, закачиваемого на данной скорости, м ³
V	62,24
IV	7,63
III	6,28
II	8,44

Общее время закачки и продавки тампонажного раствора $t_{цем}$ составляет 65 мин.

2.6.3. Выбор технологической оснастки обсадных колонн

Проектируется использование следующей технологической оснастки:

- башмак типа БКМ-146 с трапецеидальной резьбой ОТТМ;
- ЦКОД -140-1-ОТТМ;
- цементировочная головка типа ГУЦ-146/400;
- разделительные пробки ПЦН – 140 – 168, ПВЦ – 140 – 168;
- центраторы ЦЦ-1-146/216 (интервалы установки и их количество представлены в таблице 35).

Таблица 35 – Интервалы установки и количество применяемых центраторов

Интервал установки, м	Обозначение	Количество, шт.
2500 – 2900	ЦЦ - 1– 140/216	39
450 – 510	ЦЦ - 1– 140/216	6
0 – 70	ЦЦ - 1– 140/216	2

2.6.4. Проектирование процессов испытания и освоения скважин

Прежде чем приступить к вызову притока, устье скважины оборудуется фонтанной арматурой типа АФК (Ш) – 80×35. Понижение давления у забоя скважины может быть достигнуто способом снижением уровня жидкости.

В последнее время просматривается необходимость перехода к технологиям освоения скважин в сторону ресурсосберегающих и наносящих минимальный вред окружающей среде методов работы в скважине. Наиболее

полно этому процессу отвечает освоение скважин с помощью поршневого вытеснения – свабирования.

2.7. Выбор буровой установки

На основании расчетов бурильных и обсадных труб, вес наиболее тяжелой обсадной колонны составляет 81,07т, а вес бурильной колонны – 42,43т. Исходя из этого с учетом глубины бурения проектируется использование буровой установки БУ – 3000 БД.

Результаты проектировочных расчетов по выбору грузоподъемности буровой установки, расчету ее фундамента и режимов СПО приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Результаты проектирования и выбора буровой установки для строительства проектной скважины

<i>Выбранная буровая установка</i>			
Максимальный вес бурильной колонны, тс ($Q_{бк}$)	115,41	$[G_{кр}] / Q_{бк}$	2,95
Максимальный вес обсадной колонны, тс ($Q_{об}$)	138,63	$[G_{кр}] / Q_{об}$	1,79
Параметр веса колонны при ликвидации прихвата, тс ($Q_{пр}$)	145	$[G_{кр}] / Q_{пр}$	1,37
Допустимая нагрузка на крюке, тс ($G_{кр}$)	200		
<i>Расчет фундамента буровой установки</i>			
Вес вышечно-лебёдного блока, т ($Q_{вלב}$)	100	$k_{по} = P_o / P_{бо}$ ($k_{по} > 1,25$)	1,3
Вес бурильной колонны, т ($Q_{бк}$)	42,43		
Вес обсадной колонны, т ($Q_{ок}$)	81,07		
Коэффициент, учитывающий возможность прихвата ($K_{п}$)	1,3		
Вес бурового раствора для долива, т ($Q_{бр}$)	994,470		

<i>Расчет режимов СПО</i>		
Скорость	Количество свечей	Поднимаемый вес, кН
3	27	990,16
4	40	622,83
5	26	371,63

3. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Особенности роторных управляемых систем

В конце 1990-х годов были созданы первые роторные управляемые системы (РУС). Важной особенностью РУС является непрерывное вращение бурильной трубы, тем самым исключая необходимость скольжения в ходе наклонно-направленного бурения. Инструменты РУС практически мгновенно реагируют на команды подаваемые с поверхности, когда буровику необходимо изменить траекторию забоя. Применение при бурении прямолинейных скважин.

Принципиально новые роторные управляемые системы. РУС потерпели немало изменений с момента своего создания. В ранних версиях для изменения направления использовали приводимые в движения буровым раствором выдвижные башмаки или стабилизаторы – конструкторское решение, которое продолжает пользоваться успехом и в наши дни. Более поздние версии предусматривали конструкцию, в которой изменения угла торца бурильного инструмента снова обуславливалось изгибом, что снижало влияние характеристик ствола скважины на работу инструмента. Таким образом родились две концепции управляемых систем: с отклонением долота (push-the-bit) и с направлением долота (point-the-bit).

PowerDrive X5. Наведение бурильной колонны в желаемом направлении производится путем нажатия на стенку скважины. В одной из версии используется блок отклонения с тремя выдвижными башмаками, приводимыми в движение буровым раствором и расположенными возле долота для создания бокового усилия на пласт. Блок управления расположенный над блоком отклонения, приводит в действие поворотный клапан, который открывает или перекрывает подачу бурового раствора на выдвижные башмаки в соответствии с поворотом бурильной колонны. Система синхронно изменяет длину и контактное давление башмаков, когда каждый из них проходит определенную ориентировочную точку. Оказывая гидравлическое давление каждый раз при прохождении конкретной точки, башмак отклоняет бурильную колонну в

обратную сторону, тем самым направляя ее в желаемом направлении.

Эта система представляет новое поколение оборудования повышенной надежности и производительности с возможностью большей проходки за долбление, оптимизации траектории ствола при сокращении времени бурения. Помимо прочих факторов экономия может выражаться в значительном сокращении и прямых затрат. Автоматическое поддержание угла отклонения и эффективность канала связи сводят к минимуму человеческий фактор в управлении траекторией ствола. Сокращение времени на управление процессом означает, что больше времени уделяется непосредственно бурению. Рост эффективности до 15% получен благодаря суточному увеличению времени работы долота.

Все внешние элементы системы PowerDrive X5 вращаются. Благодаря этому сокращается риск затяжек и механических прихватов, повышается скорость проходки и достигается высокое качество очистки и подготовки ствола к спуску обсадной колонны.

В сочетании с функцией автоматического поддержания угла полное вращение обеспечивает хорошее качество стенок ствола и снижает искривленность профиля. Это позволяет снизить крутящий момент, повысить эффективность бурения и устранить необходимость в незапланированных рейсах по шаблонированию ствола. Гладкий ствол скважины облегчает спуск обсадных колонн и упрощает проведение дальнейших операций в период ее эксплуатации, например применение ГНКТ и спуск ЭЦН.

PowerDrive Xceed. Используется внутренний изгиб для отклонения оси снаряда от текущей оси скважины и смены направления бурения. В такой системе точка изгиба находится в УБТ сразу над долотом. Системы с направлением долота меняют траекторию скважины путем изменения угла торца бурильного инструмента. Траектория изменяется в направлении изгиба. Ориентация изгиба контролируется при помощи серводвигателя, который вращается с той же скоростью, что и бурильная колонна, но в обратном направлении. Это позволяет сохранять геостационарную ориентацию торца

бурильного инструмента при вращении УБТ.

В этой системе, все внешние элементы которой вращаются, управление траекторией осуществляется контролем направления долота с помощью внутреннего механизма управления. Это расширяет диапазон применения РУС в областях, где существовали ограничения для систем, которые используют механизм отталкивания от стенок скважины для контроля траектории. Более изнаноустойчивый и надежный, полностью закрытый, прочный внутренний механизм управления РУС PowerDrive Xceed позволяет бурить продуктивно в абразивных породах. Это также уменьшает зависимость контроля направления от контакта со стенками скважин. Эти факторы делают систему PowerDrive Xceed идеальной для зарезки боковых стволов в скважинах с размывом или диаметром большим, чем диаметр долота, и для продуктивного бурения в мягких и переслаивающихся породах. Система позволяет использовать бицентричные долота при направленном бурении.

Достижение в области РУС – PowerDrive Archer с высокой скоростью наращивания угла. Это гибридное устройство, сочетающее в себе характеристики систем с отклонением долота и с направлением долота.

Гибридная роторная управляемая система.

До недавнего времени компоновки РУС не позволяли создавать настолько же сложные траектории скважин, как при использовании управляемого забойного двигателя. Однако РУС PowerDrive Archer доказала свою способность обеспечивать высокую интенсивность отклонения ствола скважины, при этом достигая скорости проходки, характерной для роторных управляемых систем. Не менее важен факт, что эта система является полноповоротной, т.е. что все внешние детали снаряда вращаются в бурильной колонне, что обеспечивает более качественную промывку ствола и сокращает риск прихвата.

В РУС PowerDrive Archer не используются выдвигаемые наружные башмаки для оказания на давления пласт. Вместо этого четыре поршня привода внутри УБТ изнутри нажимают на цилиндрический поворотный хомут,

который вращается на универсальном шарнире, ориентируя долото в желаемом направлении. Кроме того четыре лопасти стабилизатора, расположенные на внешней части хомута над универсальным шарниром, оказывают боковое усилие на долото при контакте со стенкой скважины, что заставляет РУС работать в режиме системы с отклонением долота. Такая РУС имеет более низкий риск отказа или повреждения, поскольку все подвижные детали находятся внутри, что защищает их от воздействия неблагоприятной внутрискважинной среды. Такая конструкция также способствует увеличению срока эксплуатации РУС.

Внутренний клапан, удерживаемый в геостационарном положении относительно торца бурильного инструмента, отводит небольшую часть бурового раствора на поршни. Этот буровой раствор приводит в действие поршни, которые нажимают на поворотный хомут. В нейтральном режиме клапан бурового раствора непрерывно вращается; таким образом, усилие бурового долота распределяется равномерно по стенке скважины, что позволяет РУС сохранять курс. Текущее значение курса и другие рабочие параметры передаются оператору через блок управления, который направляет эту информацию на поверхность путем непрерывной телеметрии по гидроимпульсному каналу связи.

Отличительные характеристики и преимущества РУС PowerDrive Archer:

- Улучшенное дренирование пласта благодаря использованию роторной управляемой системы PowerDrive Archer:

Система PowerDrive Archer исключает потери времени на подготовительные работы и СПО, так как она может срезаться с вертикали, бурить сложные траектории и горизонтальные участки и выполнять забуривание в открытом стволе — все это за один рейс без необходимости подъема КНБК из скважины;

- Высокая интенсивность набора кривизны;
- Бурение скважин со сложным профилем за один рейс;

- Возможность срезаться с вертикали на большой глубине и быстро достигать пласта:

Улучшенное управление траекторией позволяет оптимально расположить ствол при любой глубине залегания пласта, пробурить скважину в наиболее продуктивном интервале а так же позволяет бурить более длинные горизонтальные участки до проектной глубины;

- Забуривание наклонных стволов из открытых скважин;
- Блок управления обеспечивает более широкий рабочий диапазон:

Точное управление, необходимое при бурении с высокими интенсивностями, обеспечивается системой построенной на базе проверенной и надежной конструкции, применяемой в РУС PowerDrive X6. Благодаря совершенно новой конструкции блока управления появилась возможность бурения с буровым раствором повышенной плотности и при более широком диапазоне расхода. РУС PowerDrive Archer также поддерживает режим автоматического удержания зенитного угла, гарантирующий высокую точность при любой скорости бурения.

- Ровные стволы облегчают работы по заканчиванию скважин:

Высококачественные и ровные стволы скважин, формируемые РУС с непрерывным вращением, облегчают спуск обсадной колонны и проведение каротажа на кабеле. Скважины пробуренные при помощи РУС PowerDrive Archer, отличаются сниженным коэффициентом трения и извилистостью позволяя устанавливать интеллектуальное внутрискважинное оборудование большого наружного диаметра благодаря меньшей кавернозности.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1. Структура и организационные формы работы ЗАО «ССК»

Сибирская Сервисная Компания (ССК) – негосударственная независимая российская компания, предоставляющая широкий спектр услуг предприятиям нефтегазодобывающего комплекса. Основными видами деятельности являются: поисково-разведочное и эксплуатационное бурение нефтяных и газовых скважин, в том числе горизонтальное, текущий и капитальный ремонт скважин, подбор рецептур, разработка и сопровождение буровых растворов, цементирование скважин, услуги по технологическому сопровождению наклонно-направленного бурения.

Одна из главных задач ЗАО «ССК» – максимально быстро реагировать на все изменения рынка. Мы внедряем современные методы управления бизнесом, стремимся к повышению его конкурентоспособности и укреплению деловой репутации, создавая новые продукты и идеи, развивая дополнительные сервисы, которые нужны нашим клиентам. основополагающими принципами в работе на протяжении многих лет были и остаются социальная ответственность и забота об окружающей среде.

4.2 Расчет нормативной продолжительности строительства скважин

Составление нормативной карты производится на основании методических указаний.

4.2.1. Расчет нормативного времени на механическое бурение

Время бурения скважины глубиной 2900 метров составляет 247 часов (механического бурения), время СПО составит 15,8 часов.

Продолжительность испытания скважины определяется в зависимости от принятого метода испытания и числа испытываемых объектов по нормам времени на отдельные процессы, выполняемые при испытании скважин. Время на испытание скважины всего составляет 32,8 суток.

Общая продолжительность бурения и крепления скважины составляет

33.49 суток.

После обоснования продолжительности цикла строительства скважины должны быть определены скорости:

Механическая скорость бурения определяется по формуле:

$$V_M = \frac{2900}{247} = 11,7 \text{ м/час.}$$

Рейсовая скорость бурения определяется по формуле:

$$V_p = 2900 / (247 + 15,8 + 53,32) = 9,2 \text{ м/ч.}$$

Коммерческая скорость определяется по формуле:

$$V_K = \frac{2900 \cdot 720}{803,9} = 2597 \text{ м/ст.мес.}$$

Средняя проходка на долото по скважине определяется по формуле:

$$h_{cp} = 2900/4=725 \text{ м.}$$

На основании вышеизложенного, составляется нормативная карта.

Таблица 37 – Нормативная карта

Наименование работ	Тип и размер долота	Интервал бурения, м		Норма		Проходка в интервале, м	Количество долблений, шт	Время механического бурения, час	СПО и прочие работы, час	Всего
		от	до	Проходка на долото, м	Время бурения 1 м, ч					
Бурение под направление	393,7 М-ГВУ- R227	0	30	30	0,03	30	0,143	1,5	0,1	1,60
Промывка (ЕНВ)										0,04
Нарращивание (ЕНВ)										0,20
Смена долот (ЕНВ)										0,27
ПЗР к СПО (ЕНВ)										0,43
Сборка и разборка УБТ (ЕНВ)										1,34
Установка и вывод УБТ за палец										0,27
Крепление (ЕНВ)										21,59
Смена обтираторов (ЕНВ)										0,33
Ремонтные работы (ЕНВ)										2,30
Смена вахт (ЕНВ)										0,37
Итого:										30,01
Бурение под кондуктор	295,3 М-ГН- R105	30	500	470	0,04	628	0,217	25,12	1,59	26,71
Промывка (ЕНВ)										0,21
Нарращивание (ЕНВ)										17,09
Смена долот (ЕНВ)										0,43
ПЗР к СПО (ЕНВ)										0,27
Сборка и разборка УБТ (ЕНВ)										1,12
Установка и вывод УБТ за палец										0,22
Крепление (ЕНВ)										79,7
ПГИ (ЕНВ)										12,75
Смена обтираторов (ЕНВ)										0,33
Ремонтные работы (ЕНВ)										12,15
Смена вахт (ЕНВ)										1,96
Итого:	158,76									

Продолжение таблицы 37

Бурение под эксплуатационную колонну	БИТ 190,5 МС ВТ 613 Н	500	1500	1000	0,080	842	0,318	67,36	4,065	71,43
Бурение										165,16
Промывка (ЕНВ)		1500	2900	1400	0,135	1137	0,474	153,5	8,661	3,26
Нарращивание (ЕНВ)										17,92
Смена долот (ЕНВ)										0,87
ПЗР к СПО (ЕНВ)										0,27
Сборка и разборка УБТ (ЕНВ)										0,67
Установка и вывод УБТ за палец										0,27
Крепление (ЕНВ)										104,27
ПГИ (ЕНВ)										67,18
Смена обтираторов (ЕНВ)										0,50
Проверка ПВО										30,15
Ремонтные работы (ЕНВ)										43,06
Смена вахт (ЕНВ)										6,95
Итого:										562,57
Итого по колоннам:										751,34
Проектная продолжительность бурения и крепления скважины, сутки										33,5
Проектная коммерческая скорость, м/ст-м										2597
Продолжительность пребывания турбобура на забое, %										35,1

При составлении линейно-календарного графика выполнения работ учитывается то, что буровая бригада должна работать непрерывно, без простоев и пробурить все запланированные скважины за запланированное время.

Остальные бригады (вышкомонтажные и освоения) не должны по возможности простаивать.

Количество монтажных бригад определяется из условия своевременного обеспечения буровых бригад устройством и оборудованием новых кустов.

Линейно-календарный график представлен в таблице 38.

Условные обозначения к таблице 38.

- Вышкомонтажная бригада (первичный монтаж);
- Буровая бригада (бурение);
- Бригада испытания;

Таблица 38 – Линейно – календарный график работ

Линейно-календарный график работ.													
Бригады, участвующие в строительстве скважины	Затраты времени на одну скважину, месяц	Месяцы											
		1			2			3			4		
Вышкомонтажные работы													
Буровые работы													
Освоение													

4.3. Расчет сметной стоимости сооружения скважины

Таблица 39 – Сметный расчет на буровые работы по ценам 1984 года.

Наименование затрат	Единица измерения	Стоимость единицы, руб	Подготовит. работы		Направление		Кондуктор		Эксплуатационная колонна	
			кол-во	сумма	кол-во	сумма	кол-во	сумма	Кол-во	сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Повременная з/п буровой бригады	сут	129,15	6	774,9	-	-	-	-	-	-
Социальные отчисления, 30%		-	-	232,5	-	-	-	-	-	-
Сдельная з/п буровой бригады	сут	138,19	-	-	0,5	69,1	1,65	228,01	7.9	1091,7
Социальные отчисления, 30%		-	-	-	-	20,73	-	68,4		
Повременная з/п доп. слесаря и эл/монтера	сут	11,6	7	81,2	-	-	-	-	-	-
Социальные отчисления, 30%		-	-	24,36	-	-	-	-	-	-
Сдельная з/п доп. слесаря и эл/монтера	сут	14,4	-	-	0,5	7,2	1,65	23,76	-	-
Социальные отчисления, 30%		-	-	-	-	2,16	-	7,13	-	-
Содержание бурового оборудования	сут	252,86	8	2022,88	0,5	126,43	1,65	417,2	5.6	1416
Амортизация и износ бурового оборудования при бурении, креплении, испытании скв.испытателем пластов	сут	1317	7	9219	0,5	658,5	1,65	2173	5.6	7375,2
Материалы и запасные части при бурении забойными двигателями	сут	224,6	10	2246	-	-	1,65	370,59	-	-
Прокат ВЗД	сут	92,66	-	-	-	-	1,65	152,9	-	-

Продолжение таблицы 39

Эксплуатация ДВС передвижной электростанции	сут.	8,9	8	71,2	0,48	4,3	2,8	24,9	-	-
Содержание полевой лаборатории по разработке рецептур приготовления и обработки бурового раствора в эксплуатационном бурении.	сут.	7,54	-	-	0,48	3,62	2,8	21,11	4,9	36,95
Плата за подключенную мощность.	кВт/сут	149,48	-	-	0,48	71,75	2,8	418,54	7	1046,36
Плата за эл/эн. при двухставочном тарифе.	кВт/сут	107,93	13	1403,1	0,48	51,81	2,8	302,2	4,5	485,69
Эксплуатация трактора	сут	33,92	6	203,52	0,5	16,96	1,65	55,97	-	-
Всего затрат без учета транспортировки вахт, руб				16278,66		1032,56		4263,71		11451,9
Всего по сметному расчету, руб						33062,83				

Для перевода цен 1984 года, в которых производится расчет согласно СНиП IV-5-82, используется индекс изменения сметной стоимости, устанавливаемый Координационным центром по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве. Для Томской области этот индекс составляет на апрель 2017 года 204,2.

$$33062,83 \cdot 204,2 = 6744078,686 \text{ руб.}$$

Таблица 40 – Сводный сметный расчет с индексом удорожания для
Томской области на апрель 2017 г.

№	Наименование работ и затрат	Объем		Сумма основных расходов на единицу объема	Итого стоимость на объем, руб.	
		Ед. изм	Количество			
1	буровые работы				6744078,7	
	А. Собственно геологоразведочные работы:					
	1. проектно-сметные работы	%	2	от буровых работ	134881,6	
	2. буровые растворы	м ³	56,5	45500	2570750	
	4. работы по креплению	ч	205,6	32450	6671720	
	5. испытание и вызов притока	сут	30	33450	1003500	
	6. геофизические работы (комплекс)			1920400	1920400	
	Итого основных работ: Σ1					19045330,3
	3. организация полевых работ	%	1,2	от Σ1	228543,96	
	4. ликвидация полевых работ	%	1,5	от Σ1	285679,95	
	Итого полевых расходов: Σ2					19559554,21
	Б. Сопутствующие работы и затраты					
	1. Транспортировка грузов и персонала	%	20	от Σ2	3911910,84	
	2. Строительство временных зданий и сооружений	%	13	от Σ2	2542742,05	
	Итого себестоимость проекта: Σ3					26014207,1
2	Накладные расходы	%	14	от Σ2	3641989	
3	Плановые накопления	%	15	от Σ2	3902131,07	
4	Компенслируемые затраты					
	А. производственные командировки	%	0,8	от Σ1	152362,64	
	Б. полевое довольствие	%	3	от Σ2	586786,63	
	В. доплаты	%	8	от Σ2	1564764,34	
	Г. охрана природы	%	5	от Σ2	977977,71	
5	Резерв	%	10	от Σ3	2601420,71	
ИТОГО себестоимость проекта					39441639,2	
Договорная цена с учетом НДС (+18%)					46541134,26	

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Данным проектом предусматривается строительство площадки для временного размещения буровой установки БУ 3000 БД и вспомогательных зданий и сооружений при бурении разведочной скважины № 603 Восточно-Мыгинского месторождения, которое расположено на Мыгинской площади в Томской области. При сооружении проектной скважины при неправильной организации труда, несоблюдении технологии проводки скважины возможны следующие опасности: механические травмы, поражение электрическим током, взрывы, пожары.

5.1. Производственная безопасность

Таблица 41– Основные опасные и вредные производственные факторы

Вид работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 74)		Нормативные документы
Лабораторный и камеральный(внутри помещения)			
	Вредные	Опасные	
Работа за персональным компьютером (ПК) и оборудованием удаленного мониторинга (система телеметрии) расположенного на рабочем месте внутри помещения вагона-офиса инженера по бурению	1.Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2.Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений.	1.Электрический ток; 2.Пожароопасность	ГОСТ 12.1.045-84 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 12.2.003-91 СНиП 2.04.05- 91 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.005-88
Полевой этап			
Работа непосредственно на буровой площадке	Вредные 1.Превышение уровней шума; 2.Тяжесть физического труда 3.Превышение уровней вибрации.	Опасные 1.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2.Электрический ток; 3.Пожароопасность	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ 12.3.009-76 ГОСТ 12.4.125-83 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 23407-78 ГОСТ 12.1.019-79 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.006-84 ГОСТ 12.1.038-82

5.1.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

Возникает на всех этапах полевых работ, но возрастание риска подвергнуться 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 медико-санитарное обслуживание.

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

- материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаровзрывоопасные ситуации;
- конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения;
- конструкция производственного оборудования должна исключать падение или выбрасывание предметов (например, инструмента, заготовок, обработанных деталей, стружки), представляющих опасность для работающих, а также выбросов смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей;
- 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, представляющих опасность травмирования работающих, если их наличие не определяется функциональным назначением этих элементов.

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.

Пожароопасность

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 неомеднённого 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). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности.

Все сварочные работы должны производиться на специально выделенных участках (сварочные посты). В случае необходимости производства сварочных работ в другом месте необходимо получить разрешение у главного инженера. Запрещается курить, разводить костры в недозволенных местах.

Весь автотранспорт при работе во взрывоопасных зонах снабжаются искрогасителями. В этих зонах также обязательно использование омеднённого инструмента.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, должны проходить специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. 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

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае возгорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91:

1. Огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з) 2 шт.
2. Ведро пожарное 2 шт.
3. Багры 3 шт.
4. Топоры 3 шт.
5. Ломы 3 шт.
6. Ящик с песком, 0,2 м³ 2 шт.

Пожарный щит необходим для принятия неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады. Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания. В качестве огнетушительных веществ для тушения пожаров применяются: вода в виде компактных струй - для тушения твердых веществ; пены химические- для тушения нефти и ее продуктов, горючих газов; пены воздушно-механические- для тушения твердых веществ, нефти и ее продуктов; порошковый состав (флюсы), песок- для тушения нефти, металлов и их сплавов; углекислота твердая (в виде снега)- для тушения электрооборудования и других объектов под напряжением; инертные газы- для тушения горючих газов и электрооборудования.

Электрический ток.

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. Поэтому работа на каротажных станциях требует помимо соответствующей квалификации персонала большого внимания и строгого соблюдения правил электробезопасности.

Корпуса всех агрегатов должны быть надежно заземлены. Заземление выполняется на контур буровой, имеющий металлическую связь с устьем скважины, или на устье скважины, на которой проводятся работы.

Основной причиной является нарушение правил работы под линиями электропередач.

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. Запрещается передавать сигналы путём натяжения провода. Включение и другие коммутации источников питания могут проводиться только операторами установок;

с целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стой! Напряжение», «Не влезай! Убьёт» и др.); запрещающие («Не включать. Работают люди» и др.); предписывающие («Работать здесь» и др.); указательные («Заземлено» и др.).

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.

Камеральный и лабораторный этапы

Электрический ток.

При работе с компьютером существует опасность поражения электрическим током. Условия электробезопасности зависят и от параметров окружающей среды производственных помещений (влажность, температура, наличие токопроводящей пыли, материала пола и др.). Тяжесть поражения электрическим током зависит от плотности и площади контакта человека с частями, находящимися под напряжением. Во влажных помещениях или

наружных электроустановках складываются неблагоприятные условия, при которых улучшается контакт человека с токоведущими частями (табл.2).

Для профилактики поражения электрическим током в помещении, где проводятся камеральные работы необходимо проводить следующие мероприятия по обеспечению электробезопасности: изоляция всех токопроводящих частей и электрокоммуникаций, защитное заземление распределительных щитов.

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.

Пожароопасность

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарная защита.

Согласно СП 12.13130.2009 камеральные помещения и лаборатории относятся к категории помещений по пожарной и взрывной опасности В4, так как присутствуют твердые горючие материалы (деревянная мебель).

Все работники проходят специальную противопожарную подготовку. Ответственные за пожарную безопасность обязаны не допускать к работе лиц не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности. Обучать персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае загорания или пожара, контролировать соблюдение

рабочими противопожарного режима, обеспечивать исправное содержание и постоянную готовность к действию средств огнетушения, применять меры по ликвидации возникающих пожаров.

Помещения для лабораторных и камеральных работ подлежат защите автоматическими установками пожаротушения или огнетушителями типа ОУ-5 и автоматической пожарной сигнализацией.

Полевой этап

Превышение уровней вибрации.

Вибрация – это механические колебания. О вибрации также говорят в более узком смысле, подразумевая 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.

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц. Разделяют общую (вибрация, передаваемая на тело стоящего, сидящего или лежащего человека в точках его опоры) и локальную вибрацию (вибрация, передаваемая через кисти рук человека в местах контакта с управляемой машиной или обрабатываемым изделием). 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. Контроль за соблюдением установленных гигиенических нормативов по вибрации осуществляют соответствующие уполномоченные организации в ходе периодического контроля за соблюдением безопасных условий труда, аттестации рабочих мест и др.

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;
- создание условий труда, при которых вредное воздействие вибрации не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов;
- использование в качестве рабочих виброопасных профессий лиц, не имеющих медицинских противопоказаний, и обеспечение прохождения ими регулярных медицинских обследований;
- обучение рабочих виброопасных профессий правильному применению машин, уменьшающему риск получения вибрационной болезни;
- 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.

Тяжесть физического труда.

Физический труд характеризуется большой нагрузкой на организм, требующей преимущественно мышечных усилий и соответствующего

энергетического обеспечения, а также оказывает влияние на функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.), стимулирует обменные процессы. Основным его показателем является тяжесть. По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05. По рабочей позе – класс вредный первой степени (нахождение в позе стоя до 80 % времени смены). По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течении рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени (до 20 кг и более 20 кг соответственно). Кроме этого, персонал, занятый на данном виде исследований, работает вахтовым методом с ненормированным рабочим днем. Кроме того, и бытовые и природные полевые условия отражаются на физическом и нервно-эмоциональном состоянии рабочего персонала, приводит к нервному и физическому истощению, что в конечном итоге сказывается на результате работы и качестве полевого материала.

Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления, правильно организуют рабочее время.

Превышение уровней шума.

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

Первоначально слово шум относилось исключительно к звуковым колебаниям, однако в современной науке оно было распространено и на другие виды колебаний (радио, электричество).

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 необратимые 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.

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Согласно СП 52.13330.2011 различают естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (таблица 42).

Таблица 42 – Нормы освещенности рабочих поверхностей

Наименование помещений	Характеристика зрительной зоны	Размер объекта различия, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные помещения	Средней точности	0,5-1	4 – верхнее или комбинированное; 1,5 - боковое	300	Люминисцентные газоразрядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Освещение не должно давать блики, яркость светящихся поверхностей не должна быть более 200 нт/ М².

Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света ЛБ 40-2 и ДРЛ 60-2.

Для поддержания нормируемых значений освещенности необходимо своевременно проводить чистку стекол и светильников, замену перегоревших ламп.

Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений.

При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) нормируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (таблица 43).

Таблица 43. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

При работе с электро и радиотехническим устройствами и оборудованием допустимые уровни ЭМП нормируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

При несоответствии условий труда указанным требованиям выбираются способы и средства коллективной и индивидуальной защиты от воздействия ЭМП.

Обеспечение защиты работающих от неблагоприятного влияния ЭМП осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Организационные мероприятия включают в себя выбор рационального режима работы оборудования, размещения рабочих мест, диаграммы направленности излучения, защиту расстоянием, временем.

К техническим способам и средствам защиты относятся экранирование источника излучения или рабочего места, уменьшение мощности излучения, распространяющегося от источника излучения, применение сигнализации, средств индивидуальной защиты от воздействия ЭМП.

Наиболее эффективным и часто применяемым способом защиты от ЭМП является экранирование источника или рабочего места.

Уменьшение мощности излучения, распространяющегося от источника, обеспечивается применением поглощающих материалов, согласованных нагрузок, аттенуаторов. При поглощении энергия ЭМП превращается в тепловую. В качестве поглощающих материалов используют каучук с графитовым наполнителем, ферромагнитные порошки со связывающими диэлектриками и т.п. На их основе реализуют поглощающие экраны.

Устройство сигнализации предупреждает работающих об опасных уровнях излучения и имеет в качестве основного элемента датчик ЭМП.

Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМП с помощью средств коллективной защиты технически невозможно или неэффективно. Применяют защитную одежду из материи, содержащей в своей структуре микропровод, экранирующие каски и очки на основе металлической сетки или проводящего покрытия.

5.2. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность - допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Геологическая среда - неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидросферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды (вместе с жидкими углеродами), природные газы и микроорганизмы, постоянно находящиеся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие.

Воздействия на окружающую среду регулируются согласно Федеральному закону «О безопасности производственных процессов добычи, транспортировки и хранения газа» (таблица 44).

Таблица 44 — Вредные воздействия на природную среду в результате выполнения геолого-технических мероприятий и природоохранные мероприятия по их устранению

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Разрушение плодородного слоя почвы в месте кустовой площадки	Рекультивация земель, рациональное планирование мест установки
	Загрязнение почвы химреагентами, маслами, сточными водами.	Сооружение специальных сливных поддонов, уничтожение отработавших химреагентов
	Уничтожение растительности, создание неровностей поверхности при передвижение установки	Засыпка создаваемых неровностей
Вода и водные ресурсы	Попадание химреагентов, масел со сточными водами.	Хранение хим. Реагентов и ГСМ в специальных складах защищенных от попадания атмосферных осадков
Недра	Нарушение состояния геологической среды, путем закачки жидкости в пласт под высоким давлением	Инженерно-геологические и гидрогеологические наблюдения в скважинах
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов, от рабочих механизмов системы	Установка специализированных фильтров в систему вентиляции помещения для оборудования

При производстве буровых работ, загрязнение может приводить к снижению продуктивности почв и ухудшению качества подземных и поверхностных вод. Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими:

- неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок;
- планировка буровых площадок;
- нерациональное использование земельных участков под буровые установки;
- несоблюдение правил и требований.

При проведении инженерно-геологических работ необходимо выполнение следующих правил и мероприятий по охране природы:

- обязательна ликвидация возможных вредных последствий от воздействия на природу;
- не допускается разведение костров, за исключением специально оборудованных для этого мест;
- не допускается загрязнение участка проведения работ;
- для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности;
- установка маслосборников для быстрого удаления ГСМ;
- ликвидация скважин методом послойной засыпки ствола, извлеченным грунтом с послойной трамбовкой.

С целью уменьшения повреждений земельных угодий и снижение вредных воздействий, геологоразведочные организации должны ежегодно разрабатывать планы-графики перемещения буровых агрегатов с учетом времени посевов и уборки сельскохозяйственных культур. Подъездные дороги и буровые площадки по возможности необходимо располагать на малопродуктивных землях, а размеры их должны быть минимальными, все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: скважины - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

По окончанию буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение.

Кроме того, при изысканиях необходимо выявлять наличие загрязняющих веществ в геологической среде, опасных для здоровья населения, и осуществлять разработку предложений по утилизации и нейтрализации этих

веществ, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

Ввиду непродолжительности полевых работ и незначительности выбросов воздействие на окружающую среду при соблюдении природоохранных мер оценивается как незначимое и допустимое.

5.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К выполнению буровых работ допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. 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. Каждый участок, место, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка данного объекта. 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:

1. соблюдение правил внутреннего трудового распорядка;
2. выполнение требований инструкций (паспортов) заводо-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда, правил пожаробезопасности и электробезопасности;
3. качественное выполнение работ;

4. сохранность закрепленного за ним оборудования, приспособлений и инструмента;

5. аварии, несчастные случаи и другие нарушения, причиной которых явились действия рабочего, нарушающего требования инструкций (паспортов) заводов-изготовителей оборудования и инструкции по охране труда.

Перед началом работ рабочий должен:

1. проверить наличие защитных средств;
2. проверить наличие средств пожаротушения;
3. ознакомиться с условиями производства и характером работ и поучить разрешение на производство работ у лица, ответственного за безопасное производство работ.

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

Существуют некоторые правила, которые необходимо соблюдать работнику лаборатории:

- к работе не допускаются лица, не прошедшие инструктаж (периодичность для студентов- 2 раза в год);
- продолжительность работы в лаборатории составляет не более 8 часов в день (перерывы через каждые 45-50 минут);
- работа с химическими веществами запрещена беременным женщинам и несовершеннолетним;
- периодичность медосмотров – раз в год.

Законодательством об охране труда для работников, занятых на работах с вредными условиями труда или связанных с загрязнением, устанавливаются компенсации и льготы:

Согласно ст.117 Трудового Кодекса Российской Федерации, в соответствии со «Списком производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда» утвержденным Постановлением Государственного Комитета Труда СССР № 298/П-22, утвержденным 25 октября 1974г., для работников следующих профессий, устанавливается дополнительный отпуск в рабочих днях:

- машинист буровой установки – 6 рабочих дней;
- картограф, топограф, чертежник, занятые составлением, вычерчиванием топографических, географических, геологических, морских и специальных планов и карт – 6 рабочих дней;

Согласно ст. 221 Трудового Кодекса РФ и ст. 37 Конституции Российской Федерации работникам выдаются бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (средства защиты рук, средства защиты ног, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты глаз, средства защиты органов слуха, средства защиты органов дыхания).

В соответствии со ст. 27 Федерального закона №173-ФЗ от 17.12.2001 г (ред. От 04.06.2014, с изм. от 19.11.2015) «О трудовых пенсиях в Российской Федерации», сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии имеют следующие лица:

- мужчины по достижении возраста 55 лет, женщины по достижении возраста 50 лет, если они проработали соответственно не менее 12 лет 6 месяцев и 10 лет в экспедициях, партиях, отрядах, на участках и в бригадах непосредственно на полевых геолого-разведочных, поисковых, топографо-геодезических, геофизических, гидрографических, гидрологических, лесоустроительных и изыскательских работах и имеют страховой стаж соответственно не менее 25 и 20 лет;

За выполнение тяжелых работ, работ с вредными или опасными условиями труда предусмотрены такие компенсационные доплаты и надбавки, как:

- до 12% тарифной ставки (оклада) за нахождение на рабочем месте с вредными условиями труда не менее 50% рабочего времени (лаборант химического анализа);
- за каждый час ночной работы - 40% часовой тарифной ставки (оклада);
- за работу в выходной и нерабочий праздничный день оплата производится в двойном размере.

Проектируемые работы будут проводиться на территории г. Новосибирска, Новосибирской области, согласно Справочнику базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства данный район приурочен к районам, где к заработной плате работников применяется коэффициент 1,2.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 при организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ;
- статические нагрузки рабочей позы;

- время пребывания.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуется при физической работе средней тяжести и тяжелой. Если технологический процесс не требует постоянного перемещения работающего и физическая тяжесть работ позволяет выполнять их в положении сидя, в конструкцию рабочего места следует включать кресло и подставку для ног.

Помещение должно быть просторным, хорошо проветриваемым и в меру светлым.

Яркий солнечный свет порождает блики на мониторе, поэтому лучше предусмотреть жалюзи. Вообще по всем гигиеническим нормам помещение в целом и рабочее место должны быть освещены достаточно и равномерно. Недопустимо в темной комнате освещать только рабочее пространство, однако если для какой-либо работы необходим очень яркий свет, то лучше дополнительно осветить рабочее место при достаточном, но не излишнем фоновом освещении.

Пыль и жара — враг не только здоровья, но и техники, поэтому лучше установить кондиционер.

Синтетические ткани при соприкосновении с натуральными и с телом накапливают статическое электричество, которое вредно для техники и вызывает неприятные ощущения при прикосновении к заземленным деталям — поэтому постелите палас из натуральной шерсти и ходите в одежде из натуральных волокон. Энергоснабжение и заземление в тему этой статьи не входят.

Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости.

Конструкция и обустройство рабочего места должны обеспечивать оптимальную рабочую позу работника, учитывающую и не препятствующую естественным физиологическим процессам организма работника и

обеспечивающую оптимальную возможность выполнения работы для которой предназначено рабочее место: В современном мире значительная часть работы делается в положении сидя, организуя сидячее рабочее место необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- высоту рабочей поверхности и размеры рабочей зоны, возможности регулировать эти параметры под индивидуальные особенности организма работающего;
- высоты и строения опорной поверхности (плоская опорная поверхность, наклонные распределенные опорные поверхности);
- пространства для ног.

Современные передовые тенденции в организации рабочего места должны учитывать индивидуальные особенности работника. Не учет индивидуальных особенностей наносит значительный вред здоровью сотрудника использующего рабочее место, так же значительно снижаются производственные показатели как количественные, так и качественные.

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

Размещение технологической и организационной оснастки

- а месте не должно быть ничего лишнего, все необходимое для работы должно находиться в непосредственной близости от работающего, размещение оснастки должно исключать неудобные позы работника;
- те предметы, которыми пользуются чаще, располагаются ближе тех предметов, которыми пользуются редко;
- те предметы, которые берутся левой рукой, должны находиться слева, а те предметы, что берутся правой рукой, — справа;
- более опасная с точки зрения травмирования оснастка должна располагаться ниже менее опасной оснастки; однако при этом следует учитывать, что тяжелые предметы при работе удобнее и легче опускать, чем поднимать.

- рабочее место не должно загромождаться заготовками и готовыми деталями.

Конструкция и расположение средств отображения информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать безошибочное, достоверное и быстрое восприятие информации. Акустические средства отображения информации следует использовать, когда зрительный канал перегружен информацией, в условиях ограниченной видимости, монотонной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проделанной работе на тему: «Технологические решения для строительства вертикальной разведочной скважины глубиной 2900 метров на Восточно – Мыгинском нефтяном месторождении (Томская область)» представлены расчеты для строительства скважины.

В технологической части работы произведен выбор и обоснование способа бурения, типы долот по интервалам бурения, конструкции и профиля проектной скважины, режимы бурения для каждого интервала, бурового раствора и типа забойного двигателя, выбор кернорвателя. Обоснованы функции рациональной отработки долот. Разработаны мероприятия по предупреждению осложнений и аварий в процессе бурения скважины. Произведен расчет бурильной и обсадных колон, параметров цементирования.

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

В организационно - экономической части отражена структура и организационные формы бурового предприятия, произведен расчёт нормативной продолжительности строительства скважины, составлен линейно – календарный график строительства скважины, рассчитана сметная стоимость сооружения скважины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности, ПБ-08-624-03. Москва, 2013г.– 160с.
2. Иогансен К.В. Спутник буровика: Справочник. 3-е переработ. и доп. - М.: Недра, 1990. – 388с.
3. Булатов А.И., Аветистов А.Г. Справочник инженера по бурению: в 4 кн. - М.: Недра, 1996. – 361с.
4. Рязанов В.И. Направленное бурение глубоких скважин. Практ. Пособие, Томск: Изд. ТПУ, 1999. – 84с.
5. Ильский А.П., Шмидт А.П. Буровые машины и механизмы: Учебник. – М.: Недра, 1989. – 194с.
6. Балуев А.А., Митягин А.В., Безруков В.Г. Влияние технологических параметров проводки скважины на их добычные возможности. - // Нефтяное хозяйство. - №9 - 1997. – с.29-31.
7. Леонов Е.Г., Исаев В.И. Гидромеханика в бурении. Учебник. – М.: Недра, 1997. – 174с.
8. Ашрафьян М.О., Лебедев О.А., Саркисов Н.М. Совершенствование конструкций забоев скважин. - М.: Недра, 1987. - 156с.
9. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ: Учебник для вузов - М.: Недра, 1998. - 440с.
10. Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. - М.: ВНИИТнефть, 1997. - 194с.
11. Редутинский Л.С. Расчет параметров цементирования обсадных колонн. Томск: Изд. ТПУ, 1997. - 46с.
12. Басаргин Ю.М., Булатов А.И. Заканчивание скважин: Учебное пособие. - М.: Недра, 2000. - 670с.
13. Булатов А.И. Освоение скважин: Учебное пособие. - М.: Недра, 1999. - 472с.

14. Булатов А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. - М.: Недра, 1998. - 196с.
15. Булатов А.И., Аветистов А.Г. Справочник инженера по бурению: в 4 кн. - М.: Недра, 1996. - 361с.
16. Булатов А.И., Данюшевский В.С. Тампонажные материалы: Учебное пособие для вузов. - М.: Недра, 1987. - 280с.
17. Вяхирев Р.И. Трубы нефтяного сортамента: Международный транслятор-справочник - М.: Наука и техника, 1997. - 342с.
18. Масленников И.К. Буровой инструмент: Справочник. - М.: Недра, 1989. - 430с.
19. Середа Н.Г., Соловьев Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. - М.: Недра, 1988. - 359с.
20. Ясов В.Г., Мыслюк М.А. Осложнения в бурении: Справочное пособие. - М.: Недра, 1991. - 333с.
21. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. - М.: Недра, 1988. - 279с.
22. Середа Н.Г., Соловьев Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1998. - 359с.
23. Чубик П.С. Квалиметрия буровых промывочных жидкостей. – Томск: Изд. НТЛ, 1999. – 300с.
24. Инструкцией по технологии вызова притока из пласта с использованием эжекторов РД 39 – 2 – 1305 – 85 -78с.
25. Выбор типоразмера перфоратора и плотности перфорации в зависимости от геолого-промысловой характеристики объектов разработки месторождений Тюменской области. СТО 51.00.017-84. Тюмень, 1984г. -120с.
26. Оптимизация режимных параметров процесса вызова притока из пласта свабированием. Яковенко В.И, Бабаян Э.В. и др. Краснодар, 2001г. -96с.
27. Инструкция по технологии вызова притока из пласта пенами с использованием эжекторов РД 39-2-1305-85 -45с.

28. ГОСТ 12.4.125-83 «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов».
29. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
30. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
31. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».
32. ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность».
33. ГОСТ 12.1.012-90 "Вибрация. Общие требования безопасности".
34. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы».
35. ГОСТ 12.4.226.99 «Средства индивидуальной защиты при работе на высоте».
36. ГОСТ Р 12.4.241-2007 «Средства индивидуальной защиты органов дыхания дополнительные для работ с радиоактивными и химически токсичными веществами. Общие требования и методы испытаний».
37. ГОСТ 25835-83 «Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режимам работы».
38. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"
39. СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция, кондиционирование".
40. ГОСТ 12.1.007-76 "Вредные вещества, классификация и общие требования безопасности"
41. ГОСТ Р 50849-96 « Пояса предохранительные строительные».
42. ГОСТ 12.4.107-82 «Система стандартов безопасности труда».
43. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях»
44. ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».