

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА РАЗВЕДОЧНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 2880 МЕТРОВ НА НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

УДК 622.143:622.243.22:622.323(24:181m2880)(571.12)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б52Г	Клепач Алексей Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев Константин Мадестович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бойко Игорь Алексеевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселева Елена Станиславовна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатовна			

Томск – 2019 г.

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность: Нефтегазовое дело 21.03.01
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Максимова Ю.А.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
З-2Б52Т	Клепач Алексею Валерьевичу

Тема работы:

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА РАЗВЕДОЧНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 2880 МЕТРОВ НА НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ТЮМЕНСКАЯ 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 материала 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>	Геолого-технические условия бурения скважины на газовом месторождении (Красноярский край), с ожидаемым притоком $Q = 300 \text{ м}^3/\text{сутки}$.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	– Обоснование конструкции скважины (Обоснование конструкции эксплуатационного забоя, построение совмещенного графика давлений, определение числа обсадных колонн и глубины их спуска, выбор интервалов цементирования, расчет диаметров скважины и обсадных колонн, разработка схем обвязки устья скважины); – Углубление скважины: (Выбор способа бурения; выбор породоразрушающего инструмента, расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород, расчет частоты вращения долота, выбор и обоснование типа забойного двигателя, выбор компоновки и расчет бурильной колонны, обоснование типов и компонентного состава буровых растворов, выбор гидравлической программы промывки скважины, технические средства и режимы бурения при отборе керна; – Проектирование процессов заканчивания скважин (Расчет обсадных колонн, расчет процессов цементирования скважины, выбор технологической оснастки обсадных колонн, проектирование процессов испытания и освоения скважин); – Выбор буровой установки. – Современные производители мобильных буровых установок.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Геолого-технический наряд 2. Компоновка бурильной колонны
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, Киселева Елена Станиславовна
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Фех Алина Ильдаровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Общая и геологическая часть	
2. Технологическая часть	
3. Современные производители мобильных буровых установок	
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
5. Социальная ответственность	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев Константин Мадестович	к.т.н.		
Ст. преподаватель	Бойко Игорь Алексеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б52Т	Клепач Алексей Валерьевич		

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

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

Форма представления работы:

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
8 февраля	1. Общая и геологическая часть	10
5 апреля	2. Технологическая часть	40
31 апреля	3. Специальная часть	20
30 мая	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
30 мая	5. Социальная ответственность	15

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев Константин Мадестович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ-
РЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б52Т	Клепач Алексею Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление	Нефтегазовое дело

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметы на строительство скважины, расчет механической, рейсовой и коммерческой скоростей бурения.
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы времени на выполнение операций в ходе бурения скважины согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Проектирование нормативной карты строительства скважины 2. Расчет времени на проводимые операции 3. Расчет сметы на строительство скважины	Нормативная карта строительства скважины
---	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Киселева Елена Станиславовна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б52Т	Клепач Алексей Валерьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б52Т	Клепач Алексею Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Данные технологические решения будут использоваться для строительства разведочной вертикальной скважины глубиной 2880 метров на нефтегазовом месторождении
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 № 302н. 2. Трудовой кодекс РФ (ст. 219; 264; 298). РФ, N 197 -ФЗ
2. Производственная безопасность: – <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молние защита – источники, средства защиты);</i> – <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>	Опасные факторы: – Работа на высоте – Движущиеся части машин и механизмов – Пожаровзрывобезопасность – Электробезопасность – Превышение уровней вибрации – Превышение уровней шума – Недостаточная освещенность рабочей зоны
3. Экологическая безопасность: – Работа на высоте – Движущиеся части машин и механизмов – Пожаровзрывобезопасность – Электробезопасность – Превышение уровней вибрации – Превышение уровней шума – Недостаточная освещенность рабочей зоны	– Анализ воздействия объекта на атмосферу – Анализ воздействия объекта на гидросферу – Анализ воздействия объекта на литосферу

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Рассмотреть какие чрезвычайные ситуации могут возникнуть при строительстве скважин на нефть и газ. – ГНВП – Пожары
---	---

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б52Т	Клепач Алексей Валерьевич		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 81 страницу, 9 рисунков, 30 таблиц, 45 литературных источников, 5 приложений.

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

Цель работы – проектирование вертикальной разведочной скважины глубиной 2880 метров.

В процессе работы был составлен проект на строительство вертикальной разведочной скважины на газ глубиной 2880 м (по вертикали).

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

В работе рассмотрены современные производители мобильных буровых установок.

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

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

СОКРАЩЕНИЯ

ВЗД – винтовой забойный двигатель;

ОТТМ – муфтовое резьбовое соединение обсадной трубы, трапецеидальная;

ОТТГ – муфтовое резьбовое соединение обсадной трубы, герметичная;

КПО – кумулятивное перфорационное оборудование;

МСП – механическая скорость проходки;

КНБК – компоновка низа бурильной колонны;

УБТ – утяжеленные бурильные трубы;

ТБВК – трубы бурильные стальные бесшовные с высаженными внутрь концами и коническими стабилизирующими поясками;

ОЗЦ – ожидания затвердения цемента;

СПО – спуско-подъемные операции;

ЗУМППФ – зона успокоения механических примесей пластового флюида;

ПВО – противовыбросовое оборудование;

УВ – условная вязкость;

ПВ – пластическая вязкость;

БУ – буровая установка;

БК – башмак колонный;

ЦКОД – центральный клапан обратного действия;

ЦЦ – центратор цементируочный;

ГЦУ – головка цементируочная универсальная;

ПРП-Ц – пробка разделительная продавочная цементируочная.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	15
1 ОБЩАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	16
1.1 Геологические условия бурения скважины.....	16
1.2 Характеристика нефтеводоносности месторождения.....	17
1.3 Зоны возможных осложнений.....	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА	18
2.1 Обоснование и расчет профиля скважины.....	18
2.2.1 Построение совмещенного графика давлений.....	18
2.2.2 Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска	19
2.2.3 Выбор интервалов цементирования.....	19
2.2.4 Расчет диаметров скважины и обсадных колонн	19
2.2.5 Проектирование обвязки обсадных колонн	19
2.3 Углубление скважины.....	20
2.3.1 Выбор способа бурения.....	20
2.3.2 Выбор породоразрушающего инструмента.....	20
2.3.3 Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород	22
2.3.4 Расчет частоты вращения долота	23
2.3.5 Выбор и обоснование типа забойного двигателя	24
2.3.6 Выбор компоновки и расчет бурильной колонны	26
2.3.7 Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов	26
2.3.8 Выбор гидравлической программы промывки скважины	28
2.3.9 Технические средства и режимы бурения при отборе керна	28
2.4 Проектирование процессов заканчивания скважин.....	29
2.4.1 Расчет прочностных характеристик обсадных колонн	29
2.4.1.1 Расчет наружных избыточных давлений.....	30
2.4.1.2 Расчет внутренних избыточных давлений	31
2.4.1.3 Конструирование обсадной колонны по длине	32

2.4.2 Расчет и обоснование параметров цементировании эксплуатационной колонны	33
2.4.2.1 Обоснование способа цементировании.....	33
2.4.2.2 Расчет объёмов и компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора.	33
2.4.3 Выбор типа и расчёт необходимого количества цементировочного оборудования	34
2.4.4 Выбор технологической оснастки обсадных колонн	36
2.4.5 Проектирование процесса испытания и освоения скважины.....	36
2.4.5.1 Проектирование перфорационного оборудования для вторичного вскрытия продуктивного пласта.....	36
2.4.5.2 Проектирование пластоиспытателя	37
2.5 Выбор буровой установки.....	37
3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ МОБИЛЬНЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК.....	39
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	52
4.1 Расчет нормативной продолжительности строительства скважин.....	52
4.2.1 Расчет нормативного времени на механическое бурение	53
4.2.2 Расчет нормативного времени на спускоподъемные операции	54
4.2.3 Расчет нормативного времени на установку центрирующих фонарей	57
4.2.4 Расчет нормативного времени ожидания затвердевания цемента.....	57
4.2.5 Расчет нормативного времени на разбуривание цементной пробки	57
4.2.6 Расчет нормативного времени на геофизические работы	59
4.2.7 Расчет затрат на прочие вспомогательные работы, не учтенные укрупненными нормами	59
4.2.8 Расчет нормативных затрат времени на проведение ремонтных работ	59
4.3 Расчет технико-экономических показателей.....	62
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	64

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	64
5.2 Производственная безопасность.....	66
5.3 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	67
5.4 Экологическая безопасность.....	72
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	98

ВВЕДЕНИЕ

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

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

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой проект на строительство вертикальной разведочной скважины. Данная работа включает в себя решение многих вопросов в основных сферах проектирования скважины, а это, технологические, экономические и социальные. В специальной части работы рассматривается винтовой забойный двигатель с регулируемым углом перекоса.

1 ОБЩАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Геологические условия бурения скважины

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

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

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

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

Физико-механические свойства. Продуктивный пласт в интервале 2800–2845 метров представлен известняком.

Давление по разрезу скважины представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Давление по разрезу скважины

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал, м		Градиент			
			пластового давления	порового давления	гидроразрыва пород	горного давления
	от	до	доли ед.	кгс/см ² на м	кгс/см ² на м	кгс/см ² на м
1	2	3	4	5	6	7
Q	0	20	0,1	-	0,173	0,1
P ₃ nk	20	157	0,1	-	0,173	0,22
P ₃ chn	157	223	0,1	-	0,173	0,22
P ₂ ll	223	278	0,1	-	0,173	0,22
P ₁ tl	278	312	0,1	-	0,173	0,22
K ₂ gn	312	430	0,1	-	0,173	0,22
K ₂ slv	430	490	0,1	-	0,175	0,22
K ₂ ip	490	652	0,1	-	0,172	0,22
K ₂ kz	652	675	0,1	-	0,172	0,22
K ₁₋₂ pk	675	1515	0,101	-	0,172	0,22
K ₁ kl	1515	2140	0,101	-	0,175	0,23
K ₁ tr	2140	2232	0,102	-	0,175	0,23
K ₁ klm	2232	2450	0,102	-	0,178	0,23

J ₃ bg	2450	2475	0,102	-	0,178	0,23
J ₃ gr	2475	2495	0,102	-	0,178	0,23
J ₂₋₃ vs	2495	2570	0,102	-	0,178	0,23
J ₂ tm	2570	2794	0,102	-	0,178	0,24
P-T	2794	2800	0,103		0,179	0,24
Pz, D ₃	2800	2900	0,103		0,179	0,24

1.2 Характеристика нефтеводоносности месторождения (площади)

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

Таблица 2 – Нефтеводоносность, нефтеносность, газоносность по разрезу скважины

Интервалы залегания, м		Тип коллектора	Плотность, г/см ³	Свободный дебит, м ³ /сут
от	до			
Водоносность				
0	312	поровой	1	-
675	1515	поровой	1,010	-
2140	2232	поровой	1,020	-
2495	2570	поровой	1,020	-
2570	2794	поровой	1,012	-
2835	2845	трещинокавернознопоровый	1,048	-
Нефтеносность				
2800	2845	трещинокавернознопоровый	0,898	50-300

Проектируется испытание пласта Pz, D₃

1.3 Зоны возможных осложнений

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

Таблица 3 – Возможные осложнения по разрезу скважины

Интервалы залегания, м		Вид осложнения	Характер возможных осложнений
от	до		
0	675	осыпи и обвалы стенок скважины	
1000	1200		
2570	2794		
2800	2900		
675	1515	нефтегазоводопроявления	вода
2800	2845		нефть
0	312	прихватоопасные зоны	при нахождении бурильного инструмента в скважине без движения и нарушение режима промывки
312	2390		

Продолжение таблицы 3

0	675	поглощение бурового раствора	вплоть до катастрофического поглощения без выхода циркуляции
675	1515		
2800	2900		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

2.1 Обоснование и расчет профиля (траектории) скважины

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

2.2 Обоснование конструкции эксплуатационного забоя и выбор способа заканчивания скважин

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

2.2.1 Построение совмещенного графика давлений

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

Совмещенный график давлений представлен на рисунке 1.

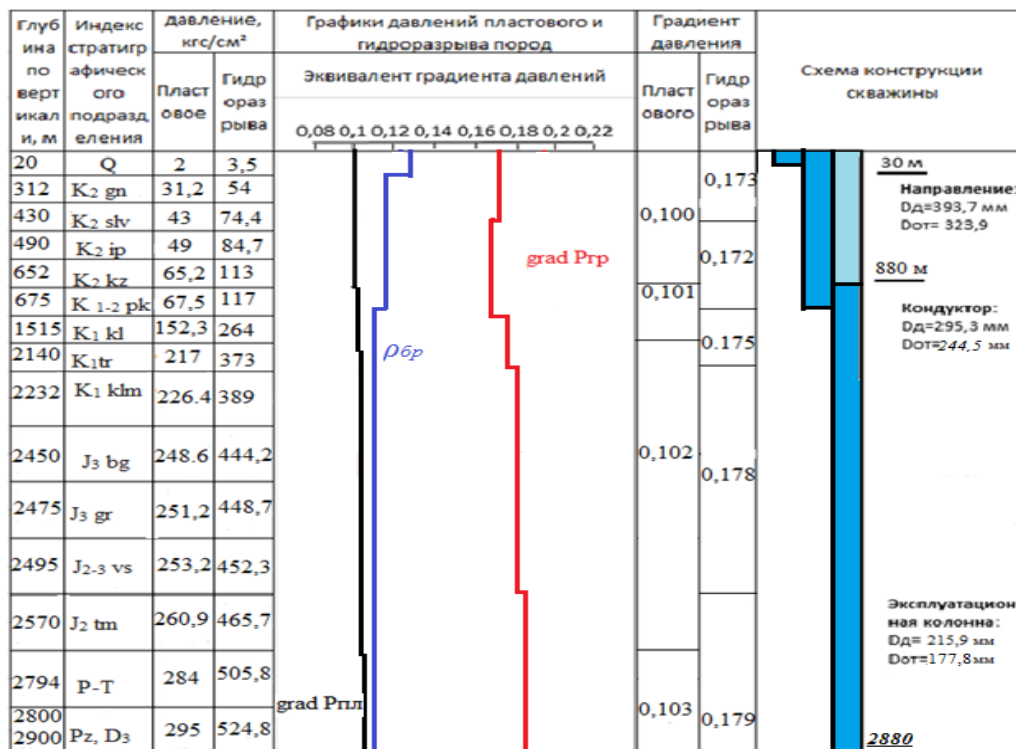


Рисунок 1 – Совмещенный график давлений

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

2.2.2 Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска

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

2. Кондуктор спускается на глубину 880 м, т.к. с этой глубины, согласно прогнозу, физико-механический свойств горных пород по разрезу скважины, начинаются породы средней твердости.

3. Эксплуатационная колонна спускается на глубину 2880 м с учетом перекрыть подошву самого нижнего продуктивного пласта для ЗУМППФа.

2.2.3 Выбор интервалов цементирования

В соответствии с требованиями правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности предусматриваются следующие интервалы цементирования [19,31,32,38,41]:

1. Направление: интервал цементирования 0–30 м;
2. Кондуктор: интервал цементирования 0–880 м;
3. Эксплуатационная колонна: интервал цементирования 730–2880 м (цементируются с учетом перекрытия башмака предыдущей колонны на высоту 150 м для нефтяной скважины).

2.2.4 Расчет диаметров скважины и обсадных колонн

По условия геологического задания диаметр эксплуатационной колонны принимаем равным $D_{\text{эк}} = 177,8$ мм. Диаметр скважины под каждую колонну рассчитывается с учетом габаритного размера колонны (по муфтам) и рекомендуемого зазора между муфтой и стенкой скважины.[41,44].

2.2.5 Проектирование обвязки обсадных колонн

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

$$P_{\text{му}} = 8,02 \text{ МПа.}$$

1. Колонная головка, соответствующая максимальному устьевому давлению: **ОКК1–21–178х245 К1 ХЛ**.

2. ПВО, соответствующее высокому пластовому давлению: **ОП5–230/80х35**.

2.3 Углубление скважины

2.3.1 Выбор способа бурения

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

Выбор способа бурения под направления выбираем роторный, потому что использование ВЗД не целесообразно, в виду того, что интервал бурения мал. Для остальных интервалов совмещен с применением ВЗД, для создания необходимой частоты вращения.

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

Таблица 4 – Способы бурения по интервалам скважины

Интервал, м	Обсадная колонна	Способ бурения
0–30	направление	роторный
30–880	кондуктор	совмещен с применением ВЗД (винтовой забойный двигатель)
880–2880	эксплуатационная колонна	совмещен с применением ВЗД (винтовой забойный двигатель)

2.3.2 Выбор породоразрушающего инструмента

Из анализа физико-механических свойств горных пород по разрезу скважины по степени абразивности и по категории буримости для строительства проектируемой скважины выбраны долота типа РС для интервала бурения под направления и PDC для интервала бурения под кондуктор, эксплуатацион-

ную колонну и хвостовик, так как они позволяют обеспечить максимальное значение величины механической скорости бурения при минимальном количестве рейсов. [18-20,35].

Характеристики выбранных долот представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики буровых долот по интервалам бурения

Интервал		0-30	30-880	880-2880
Шифр долота		393,7 GRDP135	У8 – 295,3 ST – 64 С	БИТ 215,9 В 913 Н
Тип долота		Шарошечное	PDC	PDC
Диаметр долота, мм		393,7	295.3	215.9
Тип горных пород		М	СТ	СТ
Присоединительная резьба	ГОСТ	3 177	3 152	3 117
	API	6 5/8	4 1/2	4 1/2
Длина, м		0.4	0,43	0,4
Масса, кг		80	42,6	43
G, тс	Рекомендуемая	14-28	2-12	2-12
	Предельная	-	40	40
n, об/мин	Рекомендуемая	40–600	60–400	60-400
	Предельная	-	400	400

1. Для бурения интервала под эксплуатационную колонну проектируется долото PDC 215,9 В 913 Н марки СТ (по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения и требуемую проходку на долото. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен средне-твердыми горными породами.

2. Для бурения интервала под кондуктор проектируется долото марки У8 – 295,3 ST – 64 С СТ(по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения и требуемую проходку на долото. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен средне-твердыми горными породами.

3. Для бурения интервала под направление проектируется шарошечное долото 393,7 GRDP135 марки М (по типу горных пород), которое обеспечит максимальную механическую скорость бурения. Выбор долота обусловлен тем, что интервал сложен мягкими горными породами, а проектирование долота типа PDC для заданного диаметра скважины не рентабельно.

4. В приведенных случаях выбора долота при использование шарошечного долота механическая скорость бурения будет меньше, чем с долотом PDC.

2.3.3 Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород

При расчете осевой нагрузки на долото используют следующие методы:

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

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

3. Расчет из условия допустимой нагрузки на долото, произведен для шарошечных долот и PDC по формулам 1 и 2 [20,35] с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и результат занесен в таблицу 6.

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

где α – коэффициент забойных условий;

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

F – опорная площадь рабочей поверхности долота.

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

где k_T – число зубцов на рабочей поверхности;

D_c – средний диаметр зубцов, мм.

Результат расчета осевой нагрузки по интервалам бурения представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Результат расчета осевой нагрузки по интервалам бурения

Интервал	0-60	60-950	950-3000
Исходные данные			
α	1	1	1
$P_{ш}, \text{ кг/см}^2$	200	450	2100
$D_d, \text{ см}$	39,37	29,53	21,59
η	1	1	1
$\delta, \text{ см}$	1,5	1,5	1,5
$q, \text{ кН/мм}$	0,2	0,2	0,3
$G_{пред}, \text{ кН}$	196	98	156

Результаты проектирования			
G ₁ , кН	69	78	117
G ₂ , кН	79	59	65
G ₃ , кН	157	78	125
G _{проект} , кН	79	78	117

Получаем, что на направлении осевая нагрузка G₂=79 кН является наибольшей между G₁ и G₂, сравниваем её с G₃=157 кН, отсюда следует G₂<G_{пред}, значит берем расчетные данные G₂

Для интервала под кондуктор осевая нагрузка G₁=78 кН, является наибольшей между G₁ и G₂ сравниваем ее с G₃=78 кН, отсюда следует G₁<G_{пред}, значит берем расчетные значения G₁

2.3.4 Расчет частоты вращения долота

Расчет частоты вращения долот произведен по формуле 3 [20,35] с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и результаты расчета приведены в таблице 7.

$$n_l = 19,1 \frac{V_l}{D_d}, \quad (3)$$

Интервал		0-30	30-880	880-2880	Отбор керна 2800-2845
Исходные данные					
V _л , м/с		2,8	1,6	1,4	1
D _д	м	0,3937	0,2953	0,2159	0,2159
	мм	393,7	295,3	215,9	215,9
τ, мс		6	-	-	-
z		24	-	-	-
α		0,8	-	-	-
Результаты проектирования					
n ₁ , об/мин		146	139	120	85
n ₂ , об/мин		257	-	-	-
n ₃ , об/мин		663	-	-	-
n _{проект} , об/мин		65	139	120	85

Исходя из практики бурения, интервал под направление используем роторный способ бурения. Из расчета мы видим для эффективного разрушения горной породы 146 об/мин. Но поскольку интервал мал и использование ВЗД не целесообразно, выбираем частоты вращения 65 об/мин. Для интервалов бурения под кондуктор, техническую и эксплуатационную колонну проектируются

полученные расчетные значения, поскольку используются долота PDC. Частоту вращения для сохранения целостности отбираемого керна выбираем расчетную. Керноотборный снаряд производства ООО НПП «Буринтех» СК-178/100 "ТРИАС 6" позволяет отбор с применением ВЗД и проектируемой частотой вращения.

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

2.3.5 Выбор и обоснование типа забойного двигателя

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

Расчет двигателя произведен по формулам (4-7) [20,35-36] с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и результат проектирования занесен в таблицу 8.

$$D_{зд} = (0,8-0,9)D_{\delta}, \quad (4)$$

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

D_{δ} – диаметр долота, мм.

$$M_p = M_o + M_{y\delta} + G_{oc}, \quad (5)$$

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

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

$M_{y\delta}$ – удельный момент долота, Н*м/кН;

G_{oc} – осевая нагрузка на долото, кН.

$$M_o = 500 * D_{\delta}. \quad (6)$$

где D_{δ} – диаметр долота, м.

$$M_{y\delta} = Q + 1,2 * D_{\delta}, \quad (7)$$

где Q – расчетный коэффициент, принимаемый в расчетах 1-2 (принимается 1,5), Н*м/кН;

D_{δ} – диаметр долота, см.

Результат проектирования параметров забойного двигателя по интервалам бурения представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Результат проектирования параметров забойного двигателя по интервалам бурения

Интервал		0-30	30-880	880-2880	Отбор керна 2800-2845
Исходные данные					
D _д	М	-	0,2953	0,2159	0,2159
	мм	-	295,3	215,9	215,9
G _{ос} , кН		-	89,7	150	60
Q, Н*м/кН		-	1,5	1,5	1,5
Результаты проектирования					
D _{зд} , мм		-	237-269	174,82	137
M _р , Н*м		-	3423	4037,27	1261
M _о , Н*м		-	141,8	106,65	75
M _{уд} , Н*м/кН		-	39	29,54	19,78

Для интервала бурения под кондуктор 30–880 м, из опыта бурения выбирается винтовой забойный двигатель ВЗД Д-240М.7/8.55, который отвечает требованиям по диаметру забойного двигателя, а также позволяет при заданном расходе обеспечить момент для разрушения горной породы для достижения плановой механической скорости проходки.

Для интервала бурения 880–2880 м под эксплуатационную колонну проектируется винтовой забойный двигатель Д-195.4000.78, который отвечает требованиям по диаметру забойного двигателя, а также позволяет при заданном расходе обеспечить момент для разрушения средних по твердости горных пород.

Технические характеристики запроектированных винтовых забойных двигателей представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики запроектированных винтовых забойных двигателей

Двигатель	Д-240М.7/8.55	Д-195.4000.78
Интервал, м	30–880	880–2880
Наружный диаметр, мм	240	195
Длина, м	8,025	8,74
Вес, кг	1816	1298
Расход жидкости, л/с	30–75	20–30
Число оборотов, об/мин	120–198	150–204
Максимальный рабочий момент, кН*м	11–15	8,5–11,5
Мощность двигателя, кВт	97–236	96–180

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

2.3.6 Выбор компоновки и расчет бурильной колонны

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

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

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

2.3.7 Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов

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

- интервал бурения 0–30 м под направление – бентонитовый буровой раствор.
- интервал бурения 30–880 м под кондуктор – полимер-глинистый буровой раствор.
- интервал бурения 880–2880 м под эксплуатационную колонну – биополимерный буровой раствор.

Запроектированные параметры буровых растворов по интервалам бурения приведены в таблице 10[23,26]. В таблице 11 представлен компонентный состав бурового раствора [23,26].

Таблица 10 – Параметры бурового раствора по интервалам бурения

Тип раствора	Интервал по стволу, м		Параметры бурового раствора							
	от	до	плотность г/см ³	УВ, с	ПВ, сПз	ДНС, сПз	СНС 10 сек / 10 мин,	одо-от-да-ча, см ³ / 30 мин	рН	содержание песка, %
Бентонитовый	0	30	1,22	120	-	-	-	-	-	< 1
Полимер-глинистый	30	880	1,12	90	21	43	10-30/ 25-50	< 10	9,5	< 1
Биополимерный	880	2880	1,07	45	17	28	5-15/ 7-20	< 6	9,0	< 1

Таблица 11 – Компонентный состав бурового раствора

Тип раствора	Интервал по стволу, м		Компонентный состав бурового раствора
	от	до	
Бентонитовый	0	30	Техническая вода, глинопорошок, каустическая сода, барит.
Полимер-глинистый	30	880	Техническая вода, глинопорошок, каустическая сода, кальцинированная сода, барит, полиакриламид, ПАЦ НВ, DRILLING DETERGENT.
Биополимерный	880	2880	Техническая вода, каустическая сода, KCL, карбонат кальция 5 мкр, карбонат кальция 50 мкр, селективный флокулянт, смазочная добавка, бактерицид.

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

При расчете потребного количества химических реагентов необходимо учесть выполнение условия: «запас бурового раствора на поверхности должен быть не менее двух объемов скважины» [26].

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

2.3.8 Выбор гидравлической программы промывки скважины

Расход промывочной жидкости должен обеспечить:

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

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

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

2.3.9 Технические средства и режимы бурения при отборе керна

При строительстве проектируемой разведочной скважины планируется отбор керна для анализа газаносных пластов. Согласно геолого-техническому условию газаносность по разрезу скважины присутствует в интервале: 2800–2845 м. По условию задания скважина является разведочной и из-за неполноты геологических данных существует вероятность нахождения продуктивных пластов выше/ниже прогнозируемой вертикали, в следствие этого планируемые интервалы отбора керна следующие:

- интервал отбора керна 2800–2880 м

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

Характеристика проектируемой бурголовки для бурения интервала отбора керна представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристика проектируемой бурголовки для бурения интервала отбора керна

Типоразмер	Наружный диаметр, мм	Диаметр керна, мм	Присоединительная резьба по ГОСТ 21 ST 0-7Б	Масса, кг
PDC У9- 215,9/100 STD 4 СТ	215,9	100	3-171	40

Керноприемное устройство	Наружный диаметр корпуса, мм	Максимальная длина керна за 1 рейс, м (кол-во секций)	Диаметр керна, мм	Длина керноприема, мм	Резьба		Масса устройства в сборе, кг
					верхняя	нижняя	
СК-178/100 "ТРИАС 6"	178	36 (4)	100	14835	3-133	3-133	2987

Технические средства и режимы бурения при отборе керна представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Технические средства и режимы бурения при отборе керна

Интервал, м	Тип керноотборного снаряда	Параметры режима бурения		
		осевая нагрузка, т	частота вращения инструмента, об/мин	расход бурового раствора, л/сек
2800-2845	СК-178/100 "ТРИАС 6"	1-3	60-120	14-25

2.4 Проектирование процессов заканчивания скважин

2.4.1 Расчет прочностных характеристик обсадных колонн

Исходные данные к расчету обсадных колонн представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Исходные данные к расчету обсадных колонн

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Плотность продавочной жидкости $\rho_{прод}$, кг/м ³	1000	плотность буферной жидкости $\rho_{буф}$, кг/м ³	1050
Плотность облегченного тампонажного раствора $\rho_{тр\ обь}$, кг/м ³	1400	плотность тампонажного раствора нормальной плотности $\rho_{тр\ н}$, кг/м ³	1800
Плотность нефти ρ_n , кг/м ³	760	глубина скважины, м	2880
Высота столба буферной жидкости h_1 , м	730	высота столба тампонажного раствора нормальной плотности h_2 , м	180
Высота цементного стакана $h_{см}$, м	10	динамический уровень скважины h_d , м	1920

2.4.1.1 Расчет наружных избыточных давлений

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

$$P_{ни} = P_n - P_v, \quad (8)$$

где P_n – наружное давление;

P_v – внутреннее давление.

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

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

Эпюра наружных избыточных давлений представлена на рисунке 2.

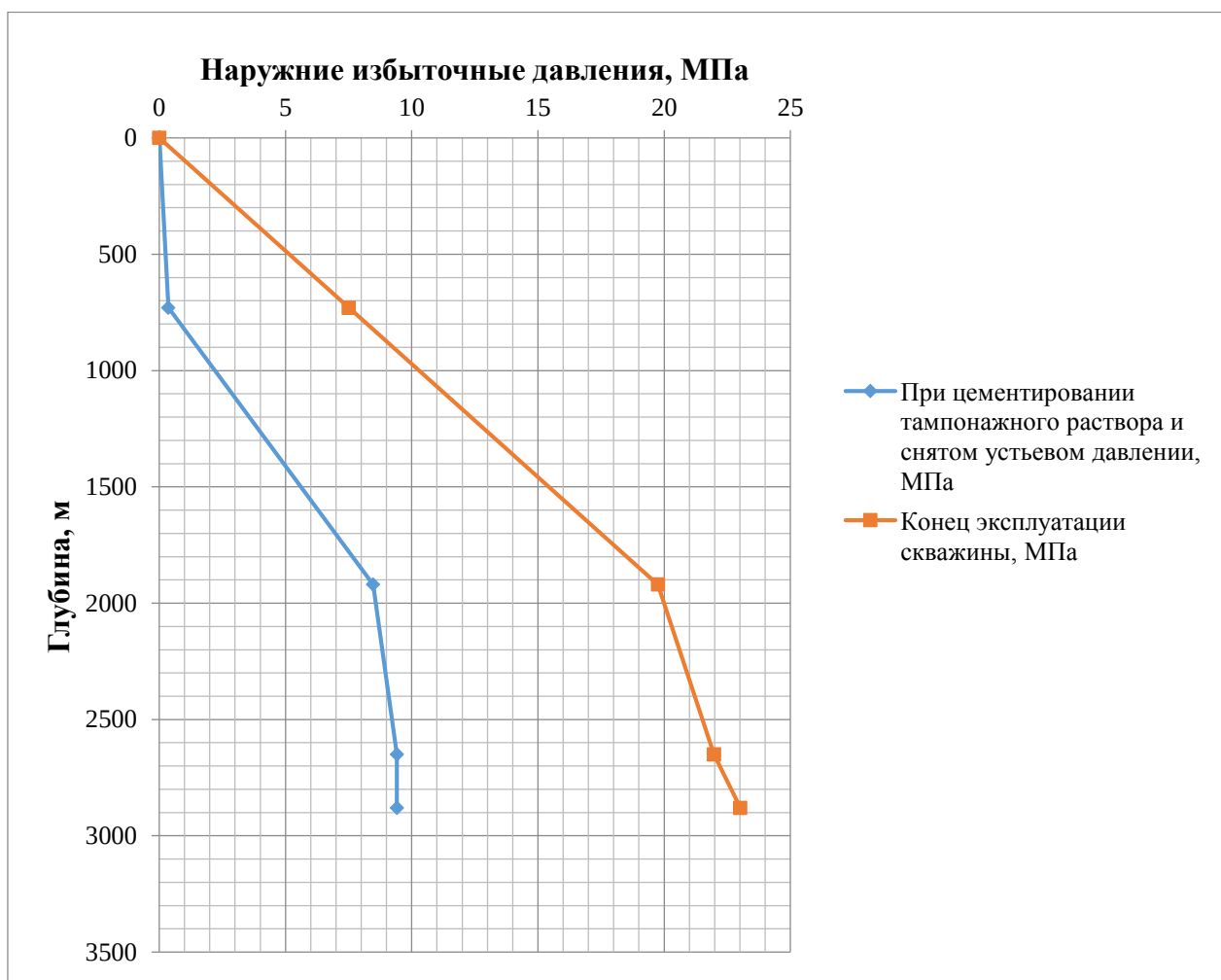


Рисунок 2 – Эпюра наружных избыточных давлений

2.4.1.2 Расчет внутренних избыточных давлений

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

1. При цементировании в конце продавки тампонажной смеси, когда давление на цементировочной головке достигает максимального значения.
2. При опрессовке колонны с целью проверки её на герметичность [42].

Эпюра внутренних избыточных давлений представлена на рисунке 3



Рисунок 3 – Эпюры внутренних избыточных давлений

2.4.1.3 Конструирование обсадной колонны по длине

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

Рассчитанные характеристики секций представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика обсадных колонн

Тип резьбового соединения	Группа прочности	Толщина стенки, мм	Длина, м	Вес, кг			Интервал установки, м
				1 м трубы	секций	суммарный	
1	2	3	4	5	6	7	8
Направление							
ОТТМ	Д	8,5	30	66,1	1983	1983	0–30
Кондуктор							
ОТТМ	Д	7,9	880	47,9	42152	42152	0–880

Продолжение таблицы 16

Эксплуатационная колонна							
2	3	4	5	6	7	8	9
ОТТМ	Д	11,5	130	47,2	6136	124206	2750–2880
ОТТМ	Д	10,4	2750	42,9	118070		0–2750

2.4.2 Расчет и обоснование параметров цементирования эксплуатационной колонны

2.4.2.1 Обоснование способа цементирования

Проверяется условие недопущения гидроразрыва пластов или поглощения раствора по формуле 9 [19,31,41]:

$$P_{гс\ кп} + P_{гд\ кп} \leq 0,95 * P_{гр}, \quad (9)$$

где $P_{гс\ кп}$ – гидростатическое давление в кольцевом пространстве, $P_{гс\ кп} = 37,06$ МПа;

$P_{гд\ кп}$ – гидродинамические потери давления в кольцевом пространстве, $P_{гд\ кп} = 0,25$ МПа;

$P_{гр}$ – давление гидроразрыва пород на забое скважины, МПа. Согласно геологическим данным $P_{гр} = 45,7$ МПа.

Производим сравнения давлений $37,06 \text{ МПа} \leq 45,7 \text{ МПа}$.

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

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

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

Объемы компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Объемы компонентного состава буферной, продавочной жидкости и тампонажного раствора

Наименование жидкости	Объем жидкости, м ³	Плотность жидкости, кг/м ³	Объем воды для приготовления жидкости, м ³	Наименование компонента	Масса компонентов, кг	Наименование цемента	Масса цемента, т/ количество мешков
Буферная	4,9	1050	-	МБП-СМ	344,2	-	-
	4,9			МБП-МВ	73,8	-	-
Облегченный тампонажный раствор	47,28	1400	42,7	НТФ	36917	ПЦТ-3-Об(4)-100	19,4 /20
Тампонажный раствор нормальной плотности	4,01	1800	13,2	НТФ	5265	ПЦТ - 1 – 100	1,6 / 2
Продавочная жидкость	60,35	1000	-	-	-	-	-

2.4.3 Выбор типа и расчёт необходимого количества цементирующего оборудования

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

$$P_{ца} \geq P_{цг} / 0,8, \quad (10)$$

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

$$P_{цг} = 12,58 \text{ МПа};$$

$$23 \text{ МПа} \geq 17,5 \text{ МПа}.$$

Выбирается ближайшее большее давление, развиваемое цементирующим агрегатом СИН.

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

$$m = G_{сyx} / G_6, \quad (11)$$

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

G_6 – вместимость бункера смесителя.

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

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

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

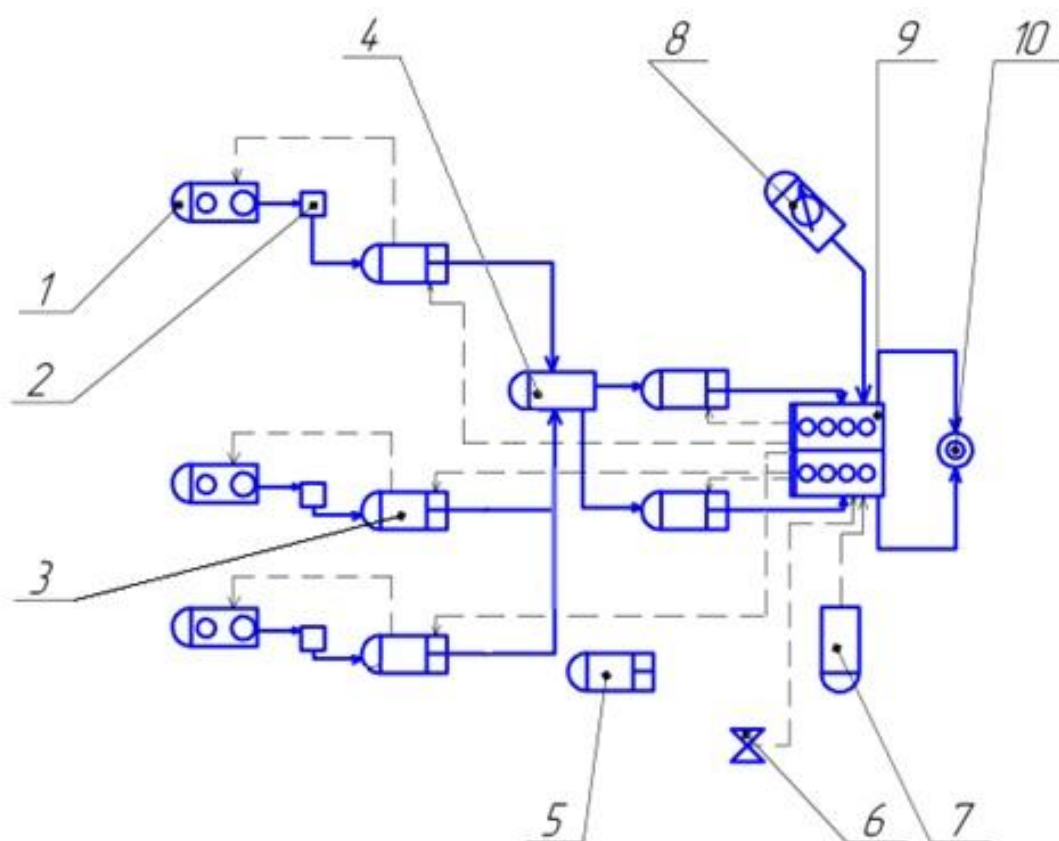


Рисунок 4 – Схема обвязки цементирующей техники при приготовлении тампонажного раствора с применением цементосмесительной установки и гидроворонки

2.4.4 Выбор технологической оснастки обсадных колонн

Технологическая оснастка обсадных колонн представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Технологическая оснастка обсадных колонн

Тип колонны, D _{усл} , мм	Башмак	Обратный клапан	Пробка разде- лительная продавочная	Центратор, (количество, шт)
Направление, D _{усл} = 324 мм	БКМ-324 ОТТМ	ЦКОД -324 ОТТМ	ПРП-Ц-324	ЦПЦ2-324/394 (3)
Кондуктор, D _{усл} =245 мм	БКМ-245 ОТТМ	ЦКОД -245 ОТТМ	ПРП-Ц-245	ЦПЦ2-245/295 (34)
Экспл. колонна, D _{усл} =178 мм	БКМ-178 ОТТМ	ЦКОД -178 ОТТМ	ПРП-Ц-В-178 ПРП-Ц-Н-178	ЦПЦ2-178\216 (78)

2.4.5 Проектирование процесса испытания и освоения скважины

2.4.5.1 Проектирование перфорационного оборудования для вторичного вскрытия продуктивного пласта

Для вторичного вскрытия продуктивного пласта будет использован кумулятивный перфоратор ПКТ114Н-СБО-01. Мощность продуктивного пласта согласно геологическим данным составляет 45 м, глубина 2800–2845 м.

Основные технические характеристики перфорационной системы представлены в таблице 19.

Для перфорации продуктивной зоны пласта потребуется одна спуско-подъемная операция перфорационного комплекса в составе из десяти секций по 5 м.

Таблица 19 – Основные технические характеристики перфорационных систем однократного применения ПКТ114Н-СБО-01

Технические характеристики	ПКТ114Н-СБО-01
Наружный диаметр, мм	140
Фазировка, ° *	60
Плотность перфорации, отв./м **	20
Максимально допустимое гидростатическое давление, МПа ***	100
Максимально допустимая температура, °С	150/170

2.4.5.2 Проектирование пластоиспытателя

Комплекс пластоиспытательный КИИ-95/146 предназначен для исследования скважин с целью определения гидродинамических характеристик пластов. Проведение испытаний в многоцикловом режиме, отбор герметизированных проб пластовой жидкости в конце подъема комплекса из скважины (при наличии контейнеров) [44].

Технические характеристики комплекса пластоиспытательного КИИ-95/146 представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Технические характеристики комплекса пластоиспытательного КИИ-95/146

Наружный диаметр, мм	146
Длина компоновки с фильтром, м	11
Максимальный перепад давления, МПа	35
Максимальное давление, МПа	75
Максимальная температура, °С	150
Вес компоновки, кг	468

2.5 Выбор буровой установки

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

При выборе буровой установки должны выполняться следующие условия:

$$[G_{кр}] / Q_{бк} \geq 0,6; \quad (12)$$

$$[G_{кр}] / Q_{об} \geq 0,9; \quad (13)$$

$$[G_{кр}] / Q_{пр} \geq 1, \quad (14)$$

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

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

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

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

Параметр веса колонны при ликвидации прихвата определяется по формуле 15:

$$Q_{\text{пр}} = k \cdot Q_{\text{мах}}, \quad (15)$$

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

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

Для расчета примем буровую установку Уралмаш БУ-3200/200 — ЭУ-1.

Расчет буровой установки производился с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и результаты расчета буровой установки представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Результат расчета буровой установки

Наименование БУ		Допустимая нагрузка на крюке, тс	Оснастка талевой системы
Уралмаш 3900/225 ЭПК-БМ		225	5х6
Вес, тс		Условие соответствия	
Максимальный вес бурильной колонны	93,7	$[G_{\text{кр}}] / Q_{\text{бк}} \geq 0,6$	2,13
Максимальный вес обсадной колонны	124,2	$[G_{\text{кр}}] / Q_{\text{об}} \geq 0,9$	1,61
Веса колонны при прихвате	161,5	$[G_{\text{кр}}] / Q_{\text{пр}} \geq 1,0$	1,23

3. Современные производители мобильных буровых установок

Покупая буровые установки, всегда необходимо выбирать только проверенных производителей, которые пользуются большой популярностью и уважением во всем мире. Но как же найти такие? Как вариант, можно присмотреться к странам-производителям, которые и сами активно пользуются буровыми установками для нефтегазовой промышленности. Бурение скважин, на сегодняшний день, трудно представить без профессиональных мобильных буровых установок. Мобильные буровые установки имеют ряд преимуществ, приведенных ниже:

1. Прежде всего, это мобильность. Установка легко устанавливается к прицепу автомобиля или на его шасси, благодаря чему можно быстро перемещать установку за счет увеличения скорости автомобиля.
2. Модели, которые представляют производители, имеют не только безупречные характеристики, но также высокую производительность.
3. В отличие от стационарной установки, МБУ имеет более низкую себестоимость.
4. Время работ уменьшается с данным типом установок.

Теперь множество задач, которые решались при помощи стационарной техники, можно решить пользуясь мобильными буровым оборудованием. Благодаря тому, что стала возможна смена комплектующих установки, появилась возможность производить одной техникой разные задачи.

Мобильные буровые установки принято использовать для решения всевозможных операций при строительстве, капитальном или подземном ремонте скважин на газ или нефть.

Мобильные буровые установки выполняют ряд следующих функций:

- Углубление и освоение скважин;
- Фрезеровка боковых частей колонн обсадных труб, а также цементных и песчаных пробок;

- Спуск и подъем навверх больших бурильных и насосно-компрессорных труб, а также насосных штанг.
- Строительство скважин

Чтобы выбрать качественную бурильную установку, необходимо знать, какое конкретно оборудование входит в буровую установку:

- Кабина бурильщика;
- Роторный стол;
- Превенторы и система их управления;
- Системы: пневматическая, электрическая и гидравлическая;
- Силовой блок, включающий в себя гидромеханическую трансмиссию, а также двигатель;
- Лебедка, включающая в себя две тормозные ленты и механический тормоз;
- Крюкоблок;
- Рабочая платформа;
- Мачта с кронблоком.

3.1 Конструктивное устройство и типы мобильных установок

Термин «мобильная» означает, что оборудование можно быстро переместить с одного места на другое без применения дополнительной тяжелой техники.

Более предпочтительными выглядят самоходные установки, потому что они ездят вместе с автомобилем и можно легко управлять их местоположением. Сверху колесного шасси устанавливается надстройка, которая играет роль бурового аппарата. По конструкции она состоит всего из трех основных узлов:

- силового агрегата, который служит для создания крутящего момента;
- передающего звена, через которое энергия идет от двигателя к сверлу;
- непосредственного бурового механизма, осуществляющего разработку.

Кроме того, мобильные буровые установки для бурения скважин могут выпускаться на колесном шасси. Такие установки пользуются большой попу-

лярностью, поскольку позволяют доставить буровую установку до места работ без серьезных затрат.

В случае, если работы предстоит проводить на территории со сложной дорожной обстановкой, рекомендуется рассмотреть мобильные буровые установки для бурения скважин на гусеничном шасси. Такие устройства легко маневрируют между препятствиями и обеспечивают удобство транспортировки к месту проведения работ по пересеченной местности, в том числе – под контролем пульта дистанционного управления. А для проведения бурения в труднодоступной местности: в лесах, на болотах или на сильно заснеженных территориях – оптимальным вариантом будет использование мобильной буровой установки на вездеходном гусеничном шасси.

3.2 Крупнейшие производители современных мобильных буровых установок

Bentec



Рисунок 5 – Изготовление МБУ на заводе Бентек

Фирма «Bentec» — это один из лидеров мирового производства бурильных агрегатов и всего сопутствующего оборудования, специализированного для нефтедобычи. В России в Тюмени находится дочернее предприятие немецкой компании Бентек. Тюмень выбрана из-за географического расположения и логистики.

МБУ изготавливаемые заводом не уступают немецкому качеству. Компания контролирует полный технологический цикл производства от заготовки металла до покраски, а также испытание оборудования. Как только установка готова, производится ее контрольная сборка.

Ассортимент «Бентек» включает узлы и системы стационарных и мобильных установок, комплектующие и т.п.: буровые насосы, подъемные лебедки разной грузоподъемности, циркуляционные системы, а также электроприводы постоянного и переменного тока и многое другое. Аппараты, созданные конструкторами «Bentec» способны работать в самых жестких условиях крайнего севера.

Пульт бурильщика компании «Бентек» — это разработанный по индивидуальному заказу модуль, содержащий все необходимые системы контроля и отображения информации для высококачественного проведения работ. Пульт имеет высокую степень защиты и комфорта, а также может быть модифицирован под любую из существующих буровых установок.

С пультом бурильщика предоставляется система контроля параметров бурения infoDRILL, с помощью нее в режиме реального времени можно дистанционно контролировать процесс бурения.

Блочно-модульная конструкция с возможностью быстрого монтажа-демонтажа и транспортировки транспортом ж/д. Предназначение для длительного срока службы. Так, большую популярность в России завоевала установка Bentec HR 5000 максимальной грузоподъемностью 320 тонн, используемая для кустового бурения очень глубоких скважин под газовые и нефтяные разработки. Она является спецтехникой эшелонного типа,

оснащается верхним приводом и другими высокотехнологичными достижениями компании, опробована в северных разработках Газпрома РФ.

Shandong

Буровая установка zj 40 Техника имеет ряд особенностей, которые выгодно отличают её среди аналогичного бурового оборудования. Мобильная буровая установка zj 40 базируется на передвижном автомобиле, что способствует высокому уровню мобильности. Надёжное оборудование специально рассчитано на работу в пустынных условиях, именно при таких обстоятельствах есть возможность формировать скважины глубиной до 4 километров. Буровое устройство оснащено механической приводной системой. Машина укомплектована двумя дизельными моторами: CAT 3508 CAT 3512. Первый отвечает за работоспособность лебедки, а второй — за функционирование пары насосных агрегатов.



Рисунок 6 – МБУ zj 40

Среди наиболее важных особенностей всей конструкции буровой установки можно выделить следующие: Комплектация модулями позволяет существенно экономить время при монтаже системы на месте проведения буровых работ. Высокий уровень мобильности МБУ zj 40 достигается за счёт наличия передвижной системы, дополнительно применяются тягачи и подкаты. Всю мобильную буровую установку можно перевезти, используя максимум 10 транспортных баз. Все модули после транспортировки монтируются в единую

систему в течение трёх суток. При необходимости перевозку техники можно осуществлять, не разбирая на модули. Демонтировать следует лишь соединения между передними и задними основаниями, а также фиксаторы карданного вала, который отвечает за работу роторного устройства. Подъёмная лебедка имеет закрытую конструкцию и автономную систему для переключения скоростного режима. Также присутствуют барабанные устройства и тормоза дискового типа. Корпус и привод всей системы имеет закрытую конструкцию. Мачта обладает телескопическим строением, она открыта в передней части. Это сделано для простоты сборки, которая осуществляется на земле. Система поднимается уже в собранном состоянии с применением мощных гидравлических приборов. При транспортировке модули фиксируются на платформе так, что получается единый уровень вместе с транспортной базой. Основание zj 40 установлено на шасси, которые опираются на мощные шины. Колёса располагаются чётко под передним и задним модулем, обеспечивая ювелирный баланс при перевозке техники в собранном виде.

Модель zj 40 выпускается в заводской комплектации, а также с дополнительным оборудованием. Базовая система включает следующие элементы:

1. дизельный электрический мотор;
2. коробка передач на гидромеханике;
3. лебёточно-тормозная система;
4. ротор и приводная система;
5. база управления, основанная на гидравлике или пневматике;
6. шасси 12 x 8, 10 x 8, 8 x 6;
7. тормозное оборудование лебедки на основе дисков или лент;
8. гидравлические цилиндры.

Дополнительное оборудование для техники zj 40 может поставляться по следующей номенклатуре:

1. система, обеспечивающая баланс и устойчивость техники;
2. лебёдка гидравлического типа;

3. комплект приборов для эвакуации оператора установки;
4. система для ускорения подъёмных действий;
5. кабина и приборный блок для оператора.

КрАЗ

В газо- и нефтедобывающей промышленности востребованы работы по ремонту и освоению скважин. Для ремонта, ввода в эксплуатацию скважин глубиной 2000-4000 метров используют установки для бурения УПА-80. Кроме обеспечения стандартных функций, предприятие переоснащает оборудование по желанию заказчика. Агрегат УПА-80 относится к самоходным буровым установкам. Он является мобильным буровым комплексом, который используется для освоения и ремонтных работ на нефтегазовых скважинах, глубина которых не превышает 5000 метров, а диаметр — от 146 до 148 мм. Для мобильности высокопроизводительная буровая установка монтируется на базу шасси КрАЗ-63221 (65053, 65101).

Буровая установка УПА-80 выполняет следующие виды работ:

1. бурение, освоение и ремонтные работы скважин глубиной до 5 километров, диаметром 5-6 (146-148 мм) во время изыскательных работ; бурение скважин с заданными параметрами, не превышающими возможности установки, которые будут эксплуатироваться для газовой и нефтяной добычи;
2. комплекс работ (монтаж, спуск, подъем) с обсадными и бурильными трубами для укрепления и эксплуатации скважины;
3. монтаж и демонтаж оборудования, используемого для обсадки колонн, герметизации скважин — с помощью установки монтируется оборудование для оформления устья скважины;
4. ремонт скважин — разбуривание, удаление цементных пробок из колонн, чей диаметр 146-168 мм), другие работы, проводимые после аварий на месте бурения.

Главными преимуществами агрегата являются его производительность и универсальность. Установку используют для освоения, ремонта скважин (текущего и капитального), предназначенных для добычи нефти.



Рисунок 7 – МБУ Краз УПА-60

Применяют ее и для бурения роторным или забойным способом скважин разного назначения: водозаборных, геологических, нефтяных, газовых. Климат, подходящий для эксплуатации агрегата — умеренный и холодный. Другие достоинства установки обусловлены внедрением в ее конструкцию ряда новых технических решений: возможность увеличения метража вышки, реализующий монтаж труб длиной до 21 метра;

1. надежность тормоза усилена гидравлической системой;
 2. такой же системой оснащен тормоз лебедки;
 3. наличие площадки-балкона для верхового рабочего, специальными мостками, с которых выполняется укладка труб;
 4. установка оснащена спайдером и гидроприводным ключом.
- Высокую проходимость установки в осложненных геологических условиях обеспечивает мощное шасси.

Элементы, из которых состоит установка:

1. лебедка с одним или двумя барабанами, используется для выполнения спусковых и подъемных работ;
2. вышка телескопической конструкции, оснащенная системой электрического и пневматического управления;
3. автоплатформа с дизельным агрегатом, через трансмиссию которой осуществляется привод лебедки и механизмов.

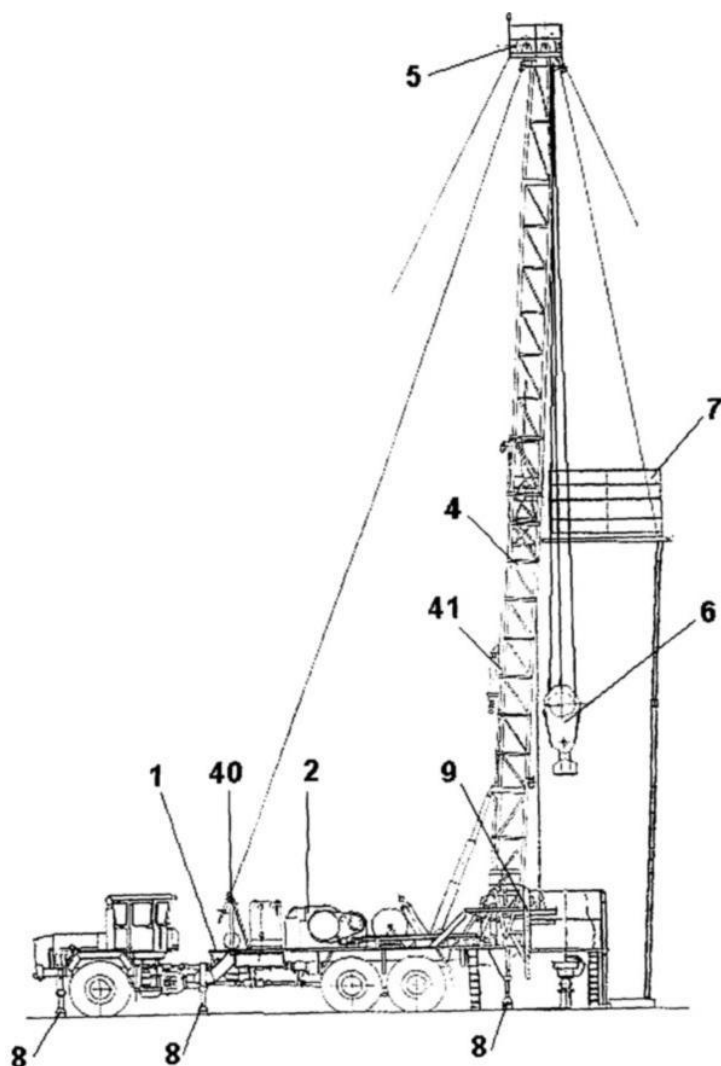


Рисунок 8 – Схема буровой установки УПА-80

1 — рама; 2 — лебедка; 4 телескопическая мачта; 5 кронблок; 6 — талевый блок; 7 — лопаты; 8 — гидроаутриггеры; 9 — ремонтная площадка; 40 — передняя опора; 41 — две скобы.

УРАЛМАШ

Мобильные буровые установки грузоподъемностью от 160 до 200 тонн с условной глубиной бурения от 2500 до 3200 метров. Мобильные буровые установки могут иметь самоходный или полуприцепной вариант исполнения вышечно-лебедочного блока. Основные модули установок включают встроенные транспортные устройства. Все оборудование установок встроено в сертифицированные полуприцепы и транспортируется седельными тягачами. Установки оснащаются двухсекционной мачтой с открытой передней гранью с безъякорными растяжками. Установки изготавливаются с дизельным, дизель-электрическим или электрическим регулируемым приводом основных механизмов с системой управления с пульта бурильщика. В зависимости от требований заказчика мобильные буровые установки оснащаются циркуляционной системой объемом от 120 до 200 куб.м и различными наборами вспомогательного и очистного оборудования. Характерные конструктивные признаки:

1. модульная компоновка;
2. собственная транспортная база и встроенные транспортные устройства для перевозки модулей с помощью седельных тягачей;
3. встроенные в модули средства механизации и монтажа;
4. вышка с открытой передней гранью с возможностью установки системы верхнего привода;
5. современная 4-х ступенчатая циркуляционная система;
6. кабина бурильщика.

Система обогрева: комбинированная (теплогенераторы воздушные, парогенераторы электрические, воздушно-отопительные агрегаты электрические, трубчатые электронагреватели).

Промышленная безопасность:

1. дизель-электростанции с автоматическими системами пожаротушения; системы громкоговорящей связи, видеонаблюдения, звуковой

- сигнализации; системы блокировки приводов буровых насосов, ротора и лебедки; автоматическая система приточно-вытяжной вентиляции;
2. система эвакуации верхового рабочего;
 3. приборы контроля состояния окружающей среды.

Сервис при поставке:

1. контрольная сборка;
2. шефмонтаж и пусконаладочные работы;
3. техническая диагностика машин и механизмов;
4. гарантийный и послегарантийный ремонт;
5. обеспечение запасными частями.

Мобильные буровые установки				
Параметры / Модель	2500/160 Д	2500/160 ДЭР-П (ЭР-П)	2900/175 ДЭР-П (ЭР-П)	3200/200 ДЭР-М
Допускаемая нагрузка на крюке (по ГОСТ 16293), тс	160	160	175	200
Макс. статическая нагрузка на крюке (API), тс	200	200	210	240
Условная глубина бурения, м	2500	2500	2900	3200
Длина буровой свечи, м	18	18	18	18
Тип привода	дизельный	дизель-электр (электрический)	дизель-электр (электрический)	дизель-электр (электрический)
Тип вышки	УМ 31-160 ОГ-Р мачта с открытой передней гранью	УМ 31-160 ОГ-Р мачта с открытой передней гранью	УМ 32-175 ОГ-Р мачта с открытой передней гранью	УМ 33-200 ОГ-Р мачта с открытой передней гранью
Производитель	УНГОХ			
Высота вышки, м	31.0	31.0	32.0	33.0
Тип основания	складное	складное	складное	складное
Высота основания, м	6.6	7.2	7.2	7.2
Диаметр талевого каната, мм	28	28	28	28
Число струн талевой системы (оснастка)	8(4x5)	8(4x5)	8(4x5)	10(5x6)
Лебедка	ЛБУ-600 ЭТ	ЛБУ-600 ЭТ	ЛБУ-600 ЭТ	ЛБУ-670 ЭТ
Производитель	УНГОХ			
Расчетная мощность на входном валу, кВт	550	600	600	670
Вертульг	УВ-160	УВ-160 МА	УВ-175 МА	УВ-225 МА
Производитель	Вертульг — УНГОХ, СВГП — определяется заказчиком			
Грузоподъемность, тс	160	160	175	225
Динамическая грузоподъемность (по API), тс	100	100	105	145
Тип ротора	P-700	P-700	P-700	P-700
Производитель	УНГОХ			
Расчетная мощность привода ротора, кВт	370	370	370	370
Диаметр отверстия в столе ротора, мм	700	700	700	700
Допускаемая статическая нагрузка, тс	500	500	500	500
Насос	УНБТ-600 L	УНБТ-600 L	УНБТ-600 L	УНБТ-600L / УНБТ-950L
Производитель	УНГОХ			
Мощность насоса, кВт	600	600	600	600/950
Максимальная подача, л/с	50.9	50.9	50.9	50.9/51.4
Максимальное давление (на выходе), МПа	35	35	35	35/32
Система очистки бурового раствора	Производитель технологического оборудования определяется заказчиком			
Общий полезный объем ЦС, м³	120	120	120	120÷250
количество ступеней очистки	4	4	4	4

Рисунок 9 – Технические характеристики МБУ завода УРАЛМАШ

Таблица 22 – Сравнение характеристик МБУ

Название МБУ	Максимальная глубина работы(м)	Грузоподъемность (т)	Использование в условиях жесткого климата
	Глубина бурения от 500 до 2500		
УРАЛМАШ 2500/160Д	2500	160	+
Shandong RPMC RL-CZ10/20	2000	161	+
	Глубина бурения от 2500 до 4000		
УРАЛМАШ 3200/200 ДЭР-М	3200	200	+
Shandong RPMC ZJ-40	4000	250	+
УРАЛМАШ 2900/175 ДЭР-П(ЭР-П)	2900	175	+
Bentec Euro Rigs	4000	250	+
	Глубина бурения от 4000+		
Bentec Euro Rigs	7200	450	+
Краз УПА-80	5000	80	+

Глубина бурения от 500 м до 2500 м: свое предпочтение здесь стоит отдать Shandong RPMC RL-CZ10/20. Данная МБУ имеет глубину бурения до 2000 м и грузоподъемность 161 т. Главным ее плюсом стоит считать то, что данная МБУ имеет свое шасси, которое позволяет развивать скорость до 45 км/ч .

Глубина бурения от 2500 м до 4000 м: объективно лучшую МБУ здесь выбрать сложно, но так как стоит задача найти именно мобильную буровую установку вкупе с остальными ее техническими характеристиками, то свой вы-

бор стоит сделать в пользу МБУ ZJ-40. Эта МБУ имеет грузоподъемность 200 т, и бурит на глубину до 4000 м, также установка оснащена своим шасси, которое может развивать скорость до 45 км/ч.

Глубина бурения от 4000+ м: отличным выбором станет Bentec Euro Rigs. Данная МБУ может работать на глубине от 3000 до 7200 м в зависимости от модели установки и имеет грузоподъемность 450 тонн.

Современные производители мобильных буровых установок занимаются выпуском огромного количества буровой техники, которая имеет не только все современные технологии, но и соответствует мировым стандартам по безопасности. Производимая техника обладает следующими достоинствами:

1. Широкий выбор установок для поставленных перед ней целей
2. Климатические условия работы
3. Транспортная база

Современные производители мобильных буровых установок предлагают не только разнообразие по исполнению и характеристикам, но и широкий спектр услуг, таких как предоставление специалистов для технического обслуживания установок и сопутствующего оборудования, обучение буровых бригад работе на производимых установках, а также проектирование и изготовление оборудования по требованиям заказчика.

Главная положительная черта МБУ – это наличие транспортной базы.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Темой раздела финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение является расчет сметной стоимости и определение нормативного времени строительства разведочной скважины глубиной 2880 м расположенной в Ханты-Мансийском автономном округе.

Объектом исследования является планирование и формирование бюджета научных исследований для строительства разведочной скважины глубиной 2880 м расположенной в Ханты-Мансийском автономном округе, это является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения исследований.

Целью раздела финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение является проектирование нормативной карты для строительства разведочной скважины глубиной 2880 м в Ханты-Мансийском автономном округе.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

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

4.1 Расчет нормативной продолжительности строительства скважин

Целью настоящего раздела является определение сметной стоимости строительства скважины. Расчет сметной стоимости связан с определением цикла строительства скважины. Предоставленные исходные данные в таблице 23.

Таблица 23 – Исходные данные для расчета нормативной карты

Наименование скважины	Разведочная
Проектная глубина, м:	2880
Способ бурения:	
– под направление	Роторный
– под кондуктор, эксплуатационную колонну и хвостовик	Совмещенный с ВЗД
Цель бурения	Разведка
Конструкция скважины:	
– направление	d 323,9 мм на глубину 30 м
– кондуктор	d 244,5 мм на глубину 880 м

Продолжение таблицы 23

– эксплуатационная	d 177,8 мм на глубину 2880 м
Буровая установка	Уралмаш БУ-3200/200 — ЭУ-1
Оснастка талевой системы	5'6
Насосы:	
– тип и количество, шт.	УНБТ-950
производительность, л/с:	
– в интервале 0–30 м	61,2
– в интервале 30–880 м	53,55
– в интервале 880–2880 м	30,47
Утяжеленные бурильные трубы (УБТ):	
Забойный двигатель (тип):	УБТ 241 – 18,9 м
– в интервале 60–950 м	
– в интервале 30–880 м	Д-240М.7/8.55
– в интервале 880–2880 м	Д-195.4000.78
Бурильные трубы: длина свечей, м	
– в интервале 0–30 м	25
– в интервале 30–880 м	127'9
– в интервале 880–2880 м	127'9
Типы и размеры долот:	127'9
– в интервале 0–30 м	393,7GRDP135
– в интервале 30–880 м	У8 – 295,3 ST – 64С
– в интервале 880–2880 м	БИТ 215,9 В 913 Н

4.2.1 Расчет нормативного времени на механическое бурение

Сведения о разбивке геологического разреза на нормативные пачки, а также действующие на буровом предприятии нормы времени механического бурения 1 м породы и проходки на долото представлены в таблице 24 [21,22].

Таблица 24 – Нормы механического бурения

Интервалы бурения	Интервал, м		Количество метров в интервале, м	Норма времени механического бурения 1 м породы, ч	Норма проходки на долото, м
	от (верх)	до (низ)			
1	0	30	30	0,028	490
2	30	880	850	0,033	860
3	880	2880	2000	0,037	1600

Нормативное время на механическое бурение N , ч рассчитывается по формуле 16:

$$N = T \cdot H, \quad (16)$$

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

H – количество метров в интервале, м.

Нормативное время бурения представлено в таблице 25 [21,22].

Таблица 25 – Нормативное время бурения

Количество метров в интервале, м	Норма времени на бурение 1 метра, ч/м	Нормативное время на механическое бурение, ч
40	0,028	0,84
760	0,033	28,05
1530	0,037	74
Итого		102,89

Далее производится расчет нормативного количества долот n с учетом интервала набора кривизны. Нормативное количество долот рассчитывается по формуле 17:

$$n = H / П, \quad (17)$$

где H – количество метров в интервале;

$П$ – нормативная проходка на долото в данном интервале, м.

Для всех интервалов расчет производится по формуле 17 и результаты расчета сводятся в таблицу 26 [21,22].

Таблица 26 – Нормативное количество долот

Количество метров в интервале H , м	Нормативная проходка на долото в данном интервале $П$, м	n
30	490	0,06
850	860	0,98
2000	1600	1,25
Итого на скважину		4

В данном разделе произведены расчеты нормативного времени на механическое бурение, которое составляет 102,89 часа и нормативного количества долот, которое составляет 4.

4.2.2 Расчет нормативного времени на спускоподъемные операции

Данные нормы включают время на выполнение следующих работ:

- 1) спуск бурильных свечей;
- 2) подъем бурильных свечей;

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

Укрупненные нормы времени на СПО $T_{СПО}$, с составляют на 1 метр проходки в зависимости от глубины залегания интервала и нормы проходки на долото.

Расчет производится по формуле 18:

$$T_{СПО} = \Pi \cdot n_{сно}, \quad (18)$$

где Π – длина интервала, м;

$n_{сно}$ – нормативное время СПО в расчете на 1 метр, с/м.

Результаты расчета времени на СПО и исходные данные приведены в таблице 27 [34,39].

Таблица 27 – Расчет нормативного времени на спускоподъемные операции

Исходные данные из нормативной карты				Исходные данные из сборника УНВ на СПО		Расчет нормативного времени на СПО, ч
Интервалы бурения	интервал бурения, м	размер долота, мм	норма про-ходки на долото, м	интервал бурения, м	норма времени, ч/м	
1	2	3	4	7	8	9
I	0-30	393,7	490	0-30	0,0119	0,35
II	30-750	295,3	860	30-100	0,0120	0,84
				100-200	0,0131	1,31
				200-300	0,0144	1,44
				300-400	0,0144	1,44
				400-500	0,0144	1,44
				500-600	0,0153	1,53
				600-700	0,0156	1,56
				700-800	0,0157	1,57
				800-880	0,0157	1,25
ИТОГО						12,73
III	880-2880	215.9	1600	880-900	0,0157	0,31
				900-1000	0,0158	1,58
				1000-1100	0,0164	1,64
				1100-1200	0,0175	1,75
				1200-1300	0,0186	1,86
				1300-1400	0,0188	1,88
				1400-1500	0,0191	1,91
				1500-1600	0,0197	1,97
				1600-1700	0,0208	2,08
				1700-1800	0,0228	2,28
				1800-1900	0,0231	2,31
				1900-2000	0,0238	2,38
				2000-2100	0,0244	2,44
				2100-2200	0,0247	2,47
				2200-2300	0,0250	2,50
				2300-2400	0,0253	2,53
				2400-2500	0,0254	2,54
				2500-2600	0,0256	2,56
				2600-2700	0,0264	2,64
				2700-2800	0,0276	2,76
				2800-2880	0,0288	2,30
Итого						54,49

В данном разделе произведен расчет нормативного времени на СПО. Время, которое будет затрачено на СПО равно 54,49 часам.

4.2.3 Расчет нормативного времени на установку центрирующих фонарей

Норма времени на установку одного центрирующего фонаря в сборе, определяемая на основе фактических данных о работе буровых бригад составляет 1 мин. Нормативное время составит:

кондуктор: $3 \cdot 1 = 3$ мин;

эксплуатационная колонна: $8 \cdot 1 = 8$ мин.

В данном разделе рассчитано время на установку центрирующих фонарей. Для кондуктора оно составляет 3 минуты, а для эксплуатационной колонны 8 минут.

4.2.4 Расчет нормативного времени ожидания затвердевания цемента

Время ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ) нормируется на основе фактических данных по скважинам, пробуренным в аналогичных условиях, но не свыше норм времени. Принимаем время ОЗЦ направления-3-4 ч, кондуктора-10 ч, эксплуатационной колонны- 22 ч.

4.2.5 Расчет нормативного времени на разбуривание цементной пробки

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

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

Разбуривание цементной пробки предусматривается после цементирувания направления, кондуктора и технической колонны. Норма времени на выполнение следующей операции складывается из времени следующих работ: Отвертывание долота - 7 минут.

Спуск бурильных свечей:

а) определяется глубина спуска бурильного инструмента L_c , м по формуле

$$L_c = L_k - L_n, \quad (19)$$

где L_k - глубина кондуктора, м;

L_n - длина цементной пробки, м.

б) рассчитывается длина неизменной части бурильного инструмента L_n , м квадрата (28 м), переводника с долотом (1 м).

$$L_n = 28 + 1 = 29 \text{ м}$$

в) определяется длина бурильных труб L_T , м по формуле

$$L_T = L_c - L_n, \quad (20)$$

Для направления:

$$L_T = 30 - 29 = 1 \text{ м}$$

г) рассчитывается количество спускаемых свечей N по формуле

$$N = L_T / l_c, \quad (21)$$

где l_c - длина одной свечи, м

д) по УНВ спуск одной свечи занимает 2 мин.

$$T_{\text{секции}} = N * 2 + 5. \quad (22)$$

Для направления: $T_{\text{напр.}} = 0,25 * 2 + 5 = 5,5 \text{ мин}$

Для кондуктора: $T_{\text{конд.}} = 35,5 * 2 + 5 = 75,4 \text{ мин}$

Для эксплуатационной колонны: $T_{\text{конд.}} = 115,2 * 2 + 5 = 235,4 \text{ мин}$ Подготовительные и заключительные работы перед и после спуска занимают 17 минут.

Разбуривание цементной пробки и запорного кольца составляют 42 мин. Подъем инструмента после разбуривания пробки не предусматривается.

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

$$\Sigma = 5,5 + 75,4 + 235,4 + 3 \cdot (7 + 17 + 42) = 469,91 \text{ мин} = 8,57 \text{ ч.}$$

В данном разделе произведен расчет разбуривания цементной пробки. Общее время на разбуривание цементных пробок 8,57 часов.

4.2.6 Расчет нормативного времени на геофизические работы

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

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

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

4.2.8 Расчет нормативных затрат времени на проведение ремонтных работ

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

Нормативная продолжительность проводки скважины по итогу составляет 247,24 часов или 10,3 суток. Следовательно, надбавка времени на выполнение ремонтных работ составляет 6,6 %.

Общее время на выполнение ремонтных работ определяется произведением: $247,24 \times 0,066 = 16,3 \text{ ч.}$

Общее нормативное время проводки скважины составляет

$$247,24 + 16,3 + 25 = 288,54 \text{ ч} = 12,02 \text{ суток.}$$

Нормативная карта вертикальной разведочной скважины представлена в таблице 28 [21,22].

Таблица 28–Нормативная карта вертикальной разведочной скважины

Наименование работ	Тип и размер долота	Норма проходки, м	Количество, шт	Интервал бурения, м	Количество метров, м	Время механического бурения, ч		Прочие работы, связанные с проходкой, ч	Всего времени на интервал бурения, ч
						на 1 м бурения	на весь интервал		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бурение под направление	393,7GRDP135	490	0,06	0-30	30	0,028	0,84	0,35	1,19
Итого			0,06		30		0,84	0,35	1,19
Бурение под кондуктор	У8 – 295,3 ST – 64С	860	0,98	30-880	850	0,033	28,05	10,34	38,39
Итого			0,98		850		28,05	10,34	38,39
Бурение под эксплуатационную колонну	БИТ 215,9 В 913 Н	1600	1,25	880-2880	2000	0,037	74	55,54	129,54
Итого			1,25		2000		74	55,54	129,54
Всего			4		2880		102,89	66,03	168,92
Крепление:									
- направления									3,80
- кондуктора									19,0
- эксплуатационная									33,4

Продолжение таблицы 28 на странице 61

Продолжение таблицы 28

Установка центраторов			3						0,03
-направление			34						0,34
-кондуктор			78						0,78
- эксплуатационная			-						-
ОЗЦ:									
-направление									4,0
-кондуктора									10,0
- эксплуатационной									22,0
Разбуривание цементной пробки (10 м)									
-направление									1,05
-кондуктор				20-30					2,12
- эксплуатационной				870-880					5,42
Промывка скважины (1 цикл)				2870-2880					
-направление									0,05
-кондуктор									0,30
- эксплуатационная									1,20
Спуск и подъем при ГИС									5,89
Геофизические работы									25,0
Прочие вспомогательные работы, не учтенные в УНВ									7,65
Всего на бурение скважины (без учета норм времени на геофизические работы)									263,54
Ремонтные работы (6,6 %)									16,3
Общее время на скважину									365,67

4.3 Расчет технико-экономических показателей

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

а) по формуле 24 механическая скорость V_M , м/ч

$$V_M = H / T_M [34,39], \quad (23)$$

где H – глубина скважины, м;

T_M – время механического бурения, ч.

б) по формуле 25 рейсовая скорость V_p , м/ч

$$V_p = H / (T_M + T_{сно}) [34,39], \quad (24)$$

где $T_{сно}$ – время спускоподъемных операций, ч

в) по формуле 26 коммерческая скорость V_K , м/ч

$$V_K = (H \cdot 720) / T_H, \quad (25)$$

где T_H – нормативная продолжительность бурения скважин, ч

г) по формуле 27 проходка на долото h_∂ , м [34.39]

$$h_\partial = H / n, \quad (26)$$

где n – количество долот;

Себестоимость одного метра строительства скважины находим по формуле 28 [39]:

$$C_{clm} = (C_{см} - П_n) / H, \quad (27)$$

где $C_{см}$ – сметная стоимость строительства скважины, рублей;

$П_n$ – плановые накопления, рублей

Результаты расчетов сводим в таблицу 29.

Таблица 29 – Нормативные технико-экономические показатели бурения скважины

Показатели	Величина
Глубина скважины, м	3720
Продолжительность бурения, суток	18,57
Механическая скорость, м/ч	25
Рейсовая скорость, м/ч	17,8
Коммерческая скорость, м/ст.-мес.	8719
Проходка на долото, м	994,6
Стоимость одного метра	40363

В данном разделе произведены расчеты норм времени на производимые операции, такие как: нормативное время на механическое бурение; нормативного времени на СПО; нормативное время на установку центрирующих фонарей; нормативное время ОЗЦ; нормативное время на разбуривание цементной пробки; нормативное время на проведение вспомогательных работ; нормативное время на проведение ремонтных работ;

В разделе 2 после составления нормативной карты производится расчет технико-экономических показателей, таких как механическая скорость, рейсовая скорость, коммерческая скорость, проходка на долото, сметная стоимость.

В ходе проделанной работы определена сметная стоимость ,а так же нормативное время для строительства скважины.

Спроектирована нормативная карта строительства скважины, отражающая в себе нормативную продолжительность работ, на карте указаны затраты времени на каждый вид работ, которые должны быть выполнены при бурении. В ходе проведенных расчетов определена сметная стоимость строительства скважины – 52083 рубля за один метр строительства скважины.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

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

На сегодняшний день каждое производство нацелено на увеличение объемов изготовленных товаров/оказанных услуг при минимальных затратах. Это предполагает увеличение объемов производства, рост потребления энергии. В свою очередь производственные процессы могут являться источниками опасности для человечества в целом. Предприятия должны знать и соблюдать законодательство в области охраны труда, что позволит минимизировать риски для работников. Мероприятия по уменьшению опасности обычно снижают производительность труда и не несут экономической выгоды.

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются такие вопросы как: правовые и организационные мероприятия обеспечения безопасности; производственная безопасность; экологическая безопасность; Основной целью является выявление возможных вредных и опасных факторов на производстве, а также анализ воздействия предполагаемых источников загрязнения на окружающую среду, возникающих в результате реализации проекта на строительство скважины. Возможные пользователи разрабатываемого технологического проекта – сервисные буровые компании, сфера деятельности которых направлено на строительство скважин, предоставление услуг по заканчиванию и освоению скважин.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Согласно Трудовому кодексу РФ, N 197 -ФЗ работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

5.2 Производственная безопасность

Таблица 30 – Основные опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)	+	+	+	ПОТ Р М-012-2000-Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте ГОСТ 12.2.003-91-оборудование производственное. ГОСТ 12.4.011-89- средства защиты работающих.
2.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	+	+	ГОСТ 12.2.062-81- оборудование производственное ГОСТ 12.4.026-2001-цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная
3.Пожаровзрывобезопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91-пожарная безопасность
4.Электробезопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-79-электробезопасность
5.Превышение уровней вибрации	+	+	+	ГОСТ 12.1.012-2004-вибрационная безопасность
6.Превышение уровней шума	+	+	+	ГОСТ 31192.2-2005-измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека
7.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	ГОСТ 31319-2006-измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека
8.Отклонение показателей климата на открытом воздухе				ГОСТ 12.1.003-2014-шум
9.Превышение уровней шума				ГОСТ 17.2.2.03-87-атмосфера СНиП 23-05-95- естественное и искусственное освещение
10.Недостаточная освещенность рабочей зоны				ГОСТ 12.1.005-88- общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны СанПиН 2.2.4.548–96- Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

5.3 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)

Работы на высоте относятся к работам с повышенной опасностью и включены в перечень профессий и видов работ, к которым предъявляются повышенные требования по соблюдению правил безопасности при производстве работ.

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

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

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

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

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

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

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

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

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

- конструкция производственного оборудования и его отдельных частей должна исключать возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения;
- производственное оборудование должно быть пожаровзрывобезопасным;
- движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства, предотвращающие травмирование;
- элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями. [23]

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 [29].

Пожаровзрывобезопасность

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

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
2. Открытый огонь (сварочные работы, костры, курение, искры от автотранспорта и неомедленного инструмента);
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества. [28]

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

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, должны проходить первичный и вторичный противопожарный инструктаж. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» согласно ГОСТ 12.1.004-91. [28]

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

12.1.004-91: огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з)-2 шт.; ведро пожарное-2 шт.; багры-3 шт.; топоры-3 шт.; ломы-3 шт.; ящик с песком, 0,2 м³-2 ш.

Электробезопасность

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

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

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

- ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств (диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики, изолирующие подставки);
- все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи.
- с целью предупреждения работающих об опасности поражения электрическим током широко используют плакаты и знаки безопасности. [25]

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

Поражение электрическим током может произойти в следующих случаях:

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

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79 [9].

Превышение уровней вибрации

Вибрация – это механические колебания, оказывающие ощутимое влияние на человека. Источником вибрации является буровая установка и установка

статического зондирования. К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004. [27]

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

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

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования используют различные методы:

- использование машин с меньшей виброактивностью;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению вибрации и воздействию ее на человека;
- использование в качестве рабочих виброопасных профессий лиц, не имеющих медицинских противопоказаний, и обеспечение прохождения ими регулярных медицинских обследований; проведение послеремонтного и, при необходимости, периодического контроля виброактивных машин;
- индивидуальные средства защиты: виброобувь и виброрукавицы, вкладыши и прокладки из упругодемпфирующих материалов;
- коллективные средства защиты: амортизационные подушки в соединениях блоков, оснований, эластичные прокладки, виброизолирующие хомуты на напорных линиях буровых насосов. [27]

Превышение уровней шума

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

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

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, установкой статического зондирования, установками воздуха, преобразователями напряжения). В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-2014. [26].

Недостаточная освещенность рабочей зоны

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

Освещение рабочих мест должно отвечать требованиям, изложенным в СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение". Освещение должно быть постоянным во времени, без пульсации, иметь спектр, близкий к естественному. Предельно допустимые нормы рассчитываются по ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.548–96.5.2.

5.4 Экологическая безопасность

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

Вредные воздействия на природную среду (атмосферу, литосферу, гидросферу) в результате выполнения геолого-технических мероприятий и природоохранные мероприятия по их устранению приведены в таблицы 32[5,10,37].

Таблица 31 – Вредные воздействия на природную среду (атмосферу, литосферу, гидросферу)

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 химическими реагентами, маслами, сточными водами.	Сооружение специальных сливных поддонов, уничтожение отработавших химических реагентов.
	Уничтожение растительности, создание неровностей поверхности при передвижении установки.	Засыпка создаваемых неровностей.
Вода и водные ресурсы	Попадание химических реагентов, масел со сточными водами.	Хранение химических 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.

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 окончании 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.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях **Мероприятия по устранению ЧС ГНВП, пожары:**

В процессе строительства скважины возможны возникновения различного вида чрезвычайные ситуации. Это могут быть открытые нефтяные фонтаны и последствия, при не принятых мерах, падение и разрушение вышки или элементов талевой системы, а также взрывы и пожары. Данные факторы приводят к выводу из строя оборудования, нанесение огромного ущерба природной среде.

В случае возникновения аварийной ситуации – открытого фонтана, а также в следствие пожара, работы по их ликвидации должны осуществляться силами Северной военизированной части по предупреждению возникновения и по ликвидации открытых фонтанов и нефтяных фонтанов.

Анализ возможных чрезвычайных ситуаций представлен в таблице 2.

Таблица 32 - Анализ чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация	Источники чрезвычайной ситуации	Характер чрезвычайной ситуации	Последствия чрезвычайной ситуации
1	2	3	4
Пожары	Внутренние: являются проявления недр при вскрытии продуктивных пластов. Разлив нефти с возгоранием. Внешнее: поджог	Локальный (пострадавших не более 10 человек, материальный ущерб не более 1000 МРОТ, ЧС в пределах территории объекта)	Пожар, разрушение зданий, ожоги, летальные исходы
ГНВП	Внутреннее: Разлив нефти и дизельного топлива с возгоранием, выброс бурового раствора с последующим фонтанированием углеводородного сырья; проведение огневых работ. Внешнее: поджог	Локальный (в пределах буровой вышки)	Пожар, повреждение механизмов и оборудования, разрушение вышки, ожоги, отравления продуктами горения, летальные исходы

Раздел социальная ответственность был посвящен охране окружающей среды, технике безопасности и правилам безопасности при чрезвычайных ситуациях.

Перечень принимаемых мер по устранению наиболее вероятных ЧС техногенного характера связанных с пожароопасностью и принятия мер по сохранению природных ресурсов и их залежей. Недопущения загрязнений водоносных пластов.

Предусмотрены все необходимые меры безопасности жизнедеятельности, рассмотрены мероприятия по охране недр и окружающей среды и предупреждению аварий и осложнений.

Предложенные средства индивидуальной и коллективной защиты минимизируют риски получения травм и нанесения вреда здоровью персоналу с приведёнными факторами. Уделено внимание возможным источникам загрязнения окружающей среды и природоохранным мероприятиям для обеспечения ее экологической безопасности, сохранению природных ресурсов и залежей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан проект на строительство разведочной вертикальной скважины глубиной 2880 м на нефтном месторождении в Тюменской области. Представлены географо-экономическая характеристика района работ, стратиграфический разрез скважины, тектоническая характеристика и газонефтеводоносность разреза, а так же проведен анализ возможных осложнений.

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

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

В экономической части отражены расчет продолжительности строительства скважины, рассчитана сметная стоимость строительства скважины, построена нормативная карта строительства скважины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

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

26. Книга инженера по растворам – Москва 2006 г.
27. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Мессер А.Г., Соловьев Н.В. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: Справочное пособие / Под ред. А.Г.Калинина. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2001. – 450 с.
28. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Мессер А.Г., Соловьев Н.В. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: Справочное пособие / Под ред. А.Г.Калинина. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 450 с.
29. Калинин А.Г., Никитин Б.А., Солодский К.М. и др. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: Справочник / Под ред. А.Г. Калинина. – М.: Недра, 1997. – 648 с.
30. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.-метод. Пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 144 с.
31. Редутинский Л.С. Расчет параметров цементирования обсадных колонн – Томск: Изд. ТПУ, 1997. – 47 с.
32. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. ПБ 08-624-03. Москва, 2003г. – 263 с.
33. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Москва, «Недра», 2004 – 187 с.
34. Основы менеджмента (нефтяная и газовая промышленность) : учебник / А. Ф. Андреев [и др.] ; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газа) ; под ред. А. Ф. Андреева. – М. : Нефть и газ, 2007. – 264 с.
35. А.В. Епихин, А.В. Ковалев Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Методическое пособие. ТПУ – Томск 2016 г.
36. Рязанов В.И., Борисов К.И. Практическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология бурения нефтяных и газовых скважин». – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 94 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Приложение А

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

Глубина залегания, м		Стратиграфическое подразделение		Коэффициент кавернозности
от	до	название	индекс	
1	2	3	4	5
0	20	Четвертичное отложения	Q	1,3
20	157	Некрасовская серия	P ₃ nk	1,3
157	223	Чегановская свита	P ₃ chn	1,3
223	278	Люлинворская свита	P ₂ ll	1,3
278	312	Талицкая свита	P ₁ tl	1,3
312	430	Ганькинская свита	K ₂ gn	1,3
430	490	Славгородская свита	K ₂ slv	1,3
490	652	Ипатовская свита	K ₂ ip	1,3
652	675	Кузнецовская свита	K ₂ kz	1,3
675	1515	Покурская свита	K ₁₋₂ pk	1,4
1515	2140	Киялинская свита	K ₁ kl	1,4
2140	2232	Тарская свита	K ₁ tr	1,2
2232	2450	Куломзинская свита	K ₁ klm	1,2
2450	2475	Баженовская свита	J ₃ bg	1,2
2475	2495	Георгиевская свита	J ₃ gr	1,2
2495	2570	Васюганская свита	J ₂₋₃ vs	1,2
2570	2794	Тюменская свита	J ₂ tm	1,2
2794	2800	Пермо-триасовая система	P-T	1,2
2800	2900	Палеозой, Девон	Pz, D ₃	1,2

Таблица А.2 – Литологическая характеристика разреза скважины

Название стратиграфического подразделения	Интервал, м		Стандартное описание горной породы: полное название, характерные признаки. (структура, текстура, минеральный состав и т.п.)
	от (верх)	до (низ)	
1	2	3	6
Четвертичное отложения	0	20	Почвенно-растительный слой, глины и суглинки, желтовато-серые пески и супеси
Некрасовская серия	20	57	Пески светло-серые, мелкозернистые, с подчиненными прослоями глин темно-серых, зеленовато-серых
Чегановская свита	430	885	Глины серые, плотные с пропластками и линзами бурых углей, светло-серые пески
Люлинворская свита	885	900	Глины зеленовато-серые, опоковидные, алевроистые с тонкими прослоями песчаников
Талицкая свита	900	1100	Глины серые, с прослоями алевролитов и песчаников
Ганькинская свита	1100	1620	Глины серые и зеленовато-серые, известковистые с прослоями мергелей, песчаников и алевролитов
Славгородская свита	1620	2370	Глины серые, зеленовато-серые, плотные, иногда алевролитовые или опоковидные
Ипатовская свита	2370	2500	Песчаники глауконито-кварцевые с резко подчиненными прослоями алевролитов и глин
Кузнецовская свита	652	675	Глины темно-серые с редкими линзочками песка
Покурская свита	675	1515	Неравномерное переслаивание глин, песчаников и алевролитов. Глины серые, темно серые, слюди- стые с гнездами песка. Алевролиты серые, слюдистые, слабоупроченные. Песчаники серые, желто- серые, разнозернистые
Киялинская свита	1515	2140	Глины пестроцветные, бурые плотные с прослоями песчаников и алевролитов серых, слюдистых, разнозернистых
Тарская свита	2140	2232	Песчаники серые, мелкозернистые, кварц-полевошпатовые, слюдистые, известковистые, крепокце- ментированные, с прослоями алевролитов серых до темно-серых, крепких и аргиллитов темно-серых, плотных, слюдистых

Продолжение таблицы А.2

Куломзинская свита	2232	2450	Аргиллиты темно-серые, слоистые и массивные, плотные с растительными остатками; песчаники и алевролиты серые, мелкозернистые, известниковые
Баженовская свита	2450	2475	Темно серые, битуминозные, слоистые с ихтиодетритом
Георгиевская свита	2475	2495	Темно серые, морского происхождения битуминозные аргиллиты
Васюганская свита	2495	2570	Аргиллиты серые и темно-серые, слоистые с тонкими прослойками и линзами песчаников и алевролитов серых, массивных и слоистых, мелкозернистых, полимиктовых и кварц полевошпатовых, известковистых, крепкоцементированных
Тюменская свита	2570	2794	Аргиллиты тёмно-серые, с прослоями алевролитов серых и светло-серых, мелкозернистых песчаников
Пермотриасовая система	2794	2800	Глинисто-сидерит-бокситовые породы, участками ожелезненные
Палеозой, Девон	2800	2900	Известняки органогенные, сгустково–комковатые, слоистые нефтенасыщенные

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

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал		Краткое название горной породы	Плотность, г/см ³	Пористость, %	Проницаемость, мД	Глинистость, %	Карбонатность, %	Твердость, кгс/мм ²	Расслоенность, %	Абразивность	Категория породы промысловой классификации
	от (верх)	до (низ)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q	0	20	Песок Глина	2.0 1.9	25-30 30	2500	10 100	0 0	0 10	1 2	10 4	Мягкая
P ₃ nk	20	157	Глина Песок	2.1 1.9	30 30	0 1000	95 20	0 0	10 0	2 1	4 10	Мягкая
P ₃ chn	157	223	Песок Глина	2.1 1.9	30 0	0 1000	95 20	0 5	10 0	2 1	4 10	Мягкая
P ₂ ll	223	278	Глина	2.2	20	0	100	0	10	4	4	Мягкая
P ₁ tl	278	312	Глина Песчаник	2.2 2.1	30 22	30	95 10	0 3	10 30	5 2	10 10	Мягкая
K ₂ gn	312	430	Алевролит Глина	2.1 2.3	20 25	50 0	10 95	3 0	20 15	2 3	10 4	Мягкая
K ₂ slv	430	490	Глина	2.3	25	0	100	0	15	3	4	Мягкая
K ₂ ip	490	652	Песчаник Глина	2.1 2.3	22 20	30 0	10 95	3 0	30 10	2 3	10 4	Мягкая
K ₂ kz	652	675	Глина	2.3	25	0	95	5	10	4	4	Мягкая
K ₁₋₂ pk	675	1515	Глина Песчаник Алевролит	2.1 2.1 2.4	22 20 20	30 50	10 10 95	3 3 0	30 20 20	2 2 3	10 10 4	Мягкая Средняя

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K ₁ kl	1515	2140	Песчаник Алевролит Глина	2.0 2.2 2.4	22 20 14	10-30 10	10 15 95	3 10 5	25 5 20	3.5 3.5 3.5	10 10 3	Средняя
K ₁ tr	2140	2232	Аргиллит Песчаник Алевролит	2.4 2.1 2.3	5 20 16	20-50 10-15	90 10-20 20-30	0 10 10	40 20 25	2 3 3	4 4 6	Средняя
K ₁ klm	2232	2450	Аргиллит Алевролит Песчаник	2.4 2.3 2.3	5 15 10	10-15 9-300	90 30 25	0 5 0	40 30 70	2 3 3	4 6 6	Средняя
J ₃ bg	2450	2475	Аргиллит	2.4	5	5	90	0	0	1.5	10	Средняя Твердая
J ₃ gr	2475	2495	Аргиллит	2.4	5	5	90	0	10	1.5	10	Средняя Твердая
J ₂₋₃ vs	2495	2570	Песчаник Алевролит Песчаник	2.4 2.3 2.3	5 16 15	0 0 50	90 30 20	5 5 5	80 40 65	3 3 3	4 6 10	Твердая
J ₂ tm	2570	2794	Аргиллит Алевролит Песчаник	2.4 2.3 2.3	15 5 10	0 5 5-20	90 30 20	1 0 3	100 40 70	1.5 2 1.5	4 6 10	Твердая
P-T	2794	2800	Сидерит Боксит Аргилит	2.9 2.8 2.4	10 10	30 30 30	30 30 100	5 3 3	150 150 100	- - 2.5	8 8 6	Твердая
Pz, D ₃	2800	2900	Известняк	2.8	3	200	10	80	120	-	-	Твердая

Приложение Б

Таблица Б.1 – Результат расчета параметров забойного двигателя по интервалам бурения [35]

Интервал	0–30	30–880	880–2880
Исходные данные			
$D_d, \text{ м}$	0,3937	0,2953	0,2159
K	0,65	0,6	0,5
K_k	1,3	1,32	1,25
$V_{кр}, \text{ м/с}$	0,15	0,13	0,1
$V_m, \text{ м/с}$	0,008	0,007	0,0047
$d_{бг}, \text{ м}$	0,127	0,127	0,127
$d_{мах}, \text{ м}$	0,393	0,24	0,195
$d_{нмах}, \text{ м}$	0,009	0,008	0,009
n	6	6	6
$V_{кпмин}, \text{ м/с}$	0,5	0,5	0,5
$V_{кпмах}, \text{ м/с}$	1,3	1,3	1,5
$\rho_{см} - \rho_p, \text{ г/см}^3$	0,02	0,15	0,15
$\rho_p, \text{ г/см}^3$	1,23	1,126	1,073
$\rho_n, \text{ г/см}^3$	2,2	2,2	2,5
Результаты проектирования			
$Q_1, \text{ л/с}$	62	26	20
$Q_2, \text{ л/с}$	59	37	23
$Q_3, \text{ л/с}$	128	71	39
$Q_4, \text{ л/с}$	69	31	26
$Q_5, \text{ л/с}$	48	28	30
$Q_6, \text{ л/с}$		30-75	20-40

Таблица Б.2 – Проектирование областей допустимого расхода бурового раствора [35]

Интервал	0–30	30–880	880–2880
Исходные данные			
Q ₁ , л/с	62	26	20
Q ₂ , л/с	59	37	23
Q ₃ , л/с	128	71	39
Q ₄ , л/с	69	31	26
Q ₅ , л/с	48	28	30
Q ₆ , л/с	-	30-75	20-40
Области допустимого расхода бурового раствора			
ΔQ, л/с	69-128	37-71	30-39
Запроектированные значения расхода бурового раствора			
Q, л/с	69	50	35
Дополнительные расчеты (оценка создаваемого момента на забойном двигателе)			
ρ ₁ , кг/м ³	-	1000	1000
ρ _{бр} , кг/м ³	1230	1126	1073

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под направления принимается 69 л/с исходя из возможностей оборудования буровой установки.

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под кондуктор принимается 50 л/с для обеспечения эффективной очистки забоя скважины, породоразрушающего инструмента, для стабильной работы ВЗД, выноса шлама и предотвращения осложнений.

Запроектированный расход бурового раствора для бурения интервала под эксплуатационную колонну принимается 39 л/с, для обеспечения эффективной очистки забоя скважины, породоразрушающего инструмента, для стабильной работы ВЗД.

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

Приложение В

Таблица В.1 – КНБК для бурения секции под направления (0–30 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соединения (низ)	Су- мар- ный вес, т
					резьба (верх)	тип соединения (верх)	
Бурение под направление (0-30 м)							
1	Долото 393,7 (15 1/2) GRDP135	0,4	393,7	-		-	80
					3-177	Ниппель	
2	Переводник МЗ-177/177	0,51	225	100	3-177	Муфта	99
					3-177	Муфта	
3	УБТ 241х76 Д	9,45	241	77	3-177	Ниппель	3047
					3-177	Муфта	
4	УБТ 241х76 Д	9,45	241	77	3-177	Ниппель	3047
					3-177	Муфта	
5	Переводник ПЗ – 177/171	0,92	229	100	3-177	Ниппель	76,9
					3-171	Муфта	
6	Рабочий переводник ПЗ – 171/147	0,52	178	95	3-171	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
7	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
8	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1695
					3-171	Муфта	

Таблица В.2 – КНБК для бурения секции под кондуктор (30–880 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соединения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соединения (верх)	
Бурение под кондуктор (30-880 м)							
1	Долото У8 – 295,3 ST – 64 С	0,43	295,3	-	-	-	42,6
					3-152	Ниппель	
2	Наддолотный калибратор 2К-295,3 МС	0,87	295,3	90	3-152	Ниппель	280
					3-152	Муфта	
3	Переводник ПЗ – 177/152	0,51	203		3-152	Ниппель	74,3
					3-152	Муфта	
4	ВЗД Д-240М.7/8.55	8,55	240/270	-	3-152	Муфта	1816
					3-177	Муфта	
5	Переводник ПЗ – 171/177	0,53	229	101	3-177	Ниппель	99
					3-171	Муфта	
6	Обратный клапан КОБ-203	0,77	203	40	3-171	Ниппель	115
					3-171	Муфта	
7	УБТ УБТ 203х80 Д	28,35	203	80	3-171	Ниппель	6322
					3-171	Муфта	
8	Переводник ПЗ – 133/171	0,53	203	105	3-171	Ниппель	49
					3-133	Муфта	
9	Бурильная труба ПК 127х9 Д	240	127	95,3	3-133	Ниппель	6408
					3-133	Муфта	
10	Ясс ЯГК-172	2,7	172	76	3-133	Ниппель	360
					3-133	Муфта	
11	Бурильная труба ПК 127х9 Д	587	127	95,3	3-133	Ниппель	15373,53
					3-133	Муфта	
12	Рабочий переводник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
13	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
14	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							32731,43

Таблица В.3 – КНБК для бурения секции под эксплуатационную колонну (880–2880 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соединения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соединения (верх)	
Бурение под эксплуатационную колонну (880-2880 м)							
1	Долото БИТ 215,9 В 913 Н	0,3	215,9	-	-	-	40
					3-117	Ниппель	
2	Наддолотный калибратор КЛС-215,9 СТК	0,63	215,9	80	3-117	Ниппель	79
					3-117	Муфта	
4	ВЗД Д-195.4000.78	8,74	172/178	-	3-117	Муфта	1279
					3-147	Муфта	
5	Переливной клапан КП-172.000	0,55	172	45	3-147	Ниппель	97
					3-147	Муфта	
6	Обратный клапан КОБ-172	0,92	178	40	3-147	Ниппель	98
					3-147	Муфта	
7	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
8	Калибратор КЛСВ-215,9 СТ	0,9	215,9	70	3-133	Ниппель	150
					3-133	Муфта	
9	Переводник ПЗ – 147/133	0,53	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
10	УБТ 178x80 Д	28,35	178	80	3-147	Ниппель	4423
					3-147	Муфта	
11	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
12	Калибратор КЛСВ-215,9 СТ	0,9	215,9	70	3-133	Ниппель	150
					3-133	Муфта	
13	Переводник ПЗ – 147/133	0,53	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
14	УБТ 178x80 Д	37,8	178	71	3-147	Ниппель	7081
					3-147	Муфта	

Продолжение таблицы В.3

15	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
16	Бурильная труба ПК 127х9 Д	1418	127	95,3	3-133	Ниппель	37903,14
					3-133	Муфта	
17	Ясс ЯГК-172	2,7	172	76	3-133	Ниппель	360
					3-133	Муфта	
18	Бурильная труба ПК 127х9 Д	1380	127	95,3	3-133	Ниппель	36887,4
					3-133	Муфта	
19	Рабочий переводник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
20	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
21	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							90665,84

Таблица В.4 – КНБК для отбора керна (2800–2845 м)

№	Типоразмер, шифр	Длина, м	Наруж. диаметр, мм	Внут. диаметр, мм	Резьба (низ)	Тип соединения (низ)	Вес, кг
					Резьба (верх)	Тип соединения (верх)	
Бурение под эксплуатационную колонну с отбором керна (2800-2845 м)							
1	Бурильная головка PDC У9-215,9/101,6 STD 4 СТ	0,3	215,9	101,6	-	-	40
					3-171	Ниппель	
2	ПЗ-133/171	0,53	203	105	3-171	Муфта	99
					3-133	Ниппель	
3	Керноотборный снаряд СК-178/100 "ТРИАС 6"	36	178	100	3-133	Муфта	2987
					3-133	Ниппель	
4	Переводник ПЗ – 133/147	0,5	155	140	3-133	Муфта	47
					3-147	Ниппель	
5	Переливной клапан КП-172.000	0,55	172	50	3-147	Муфта	97
					3-147	Муфта	
6	Обратный клапан КОБ-172	0,55	172	45	3-147	Ниппель	98
					3-147	Муфта	
7	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
8	Калибратор КЛСВ-215,9 СТ	0,9	215,9	70	3-133	Ниппель	150
					3-133	Муфта	
9	Переводник ПЗ – 147/133	0,53	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
10	УБТ 178х80 Д	8,35	178	80	3-147	Ниппель	4423
					3-147	Муфта	
11	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
12	КЛСВ-215,9 СТ	0,9	215,9	70	3-133	Ниппель	150
					3-133	Муфта	
13	Переводник ПЗ – 147/133	0,53	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
14	УБТ 178х80 Д	37,8	178	80	3-147	Ниппель	7081
					3-147	Муфта	

Продолжение таблицы В.4

15	Переводник ПЗ – 133/147	0,53	178	101	3-147	Ниппель	46,1
					3-133	Муфта	
16	Бурильная труба ПК 127х9 Д	1418	127	95,3	3-133	Ниппель	37903,14
					3-133	Муфта	
17	Ясс ЯГК-172	2,7	172	76	3-133	Ниппель	360
					3-133	Муфта	
18	Бурильная труба ПК 127х9 Д	1380	127	95,3	3-133	Ниппель	36887,4
					3-133	Муфта	
19	Рабочий переводник ПЗ – 147/133	0,52	178	95	3-133	Ниппель	44
					3-147	Муфта	
20	Шаровый кран КШЗ-147	0,46	178	70	3-147	Ниппель	40
					3-147	Муфта	
21	Ведущая труба ТВКП-140	16	140	100	3-147	Ниппель	1808
					3-171	Муфта	
Суммарный вес, кг							93719,84

Приложение Г

Таблица Г.1 – Потребное количество бурового раствора под интервал 0–2880 м

Направление Интервал бурения, м.		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыду- щей обсадной колонны, мм.	k каверн.	Объем скважины в конце ин- тервала, м ³ .
от	до					
0	30	30	393,7	-	1,3	4,7
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						$V_{\text{фил}} = 0,4$
Расчетные потери бурового раствора при очистке						$V_{\text{пот}} = 3,3$
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						$V_{\text{спо}} = 0,15$
Объем раствора в конце бурения интервала						$V_1 = 18,64$
Объем раствора к приготовлению:						$V_{\text{бр}} = 22,5$
Рекомендуемый объем раствора для перевода на следующий интервал						$V_{\text{пер1}} = 9,24$
Кондуктор Интервал бурения, м.		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыду- щей обсадной колонны, мм.	k каверн.	Объем скважины в конце ин- тервала, м ³ .
от	до					
30	880	850	295,3	307,1	1,3	143,34
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						$V_{\text{фил}} = 11,26$
Расчетные потери бурового раствора при очистке						$V_{\text{пот}} = 96,77$
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						$V_{\text{спо}} = 4,4$
Объем раствора в конце бурения интервала						$V_2 = 288,54$
Общая потребность бурового раствора на интервале:						$V_{\text{бр}} = 400,97$
Планируемый объем переведенного раствора с предыдущего интервала						$V_{\text{пер1}} = 9,24$
Объем раствора к приготовлению:						$V_2' = 391,73$
Рекомендуемый объем раствора для перевода на следующий интервал						$V_{\text{пер2}} = 173$

Продолжение таблицы Г.1

Экспл. колон- на Интервал бурения, м.		Длина интервала, м.	Диаметр долота под интервал, мм.	Внутренний Ø предыдущей обсадной колонны, мм.	k _{каверн.}	Объем скважи- ны в конце ин- тервала, м ³ .
от	до					
0	2880	2880	215,9	157	1,24	203,2
Расчетные потери бурового раствора при фильтрации						V _{фил} = 19,3
Расчетные потери бурового раствора при очистке						V _{пот} = 93,7
Расчетные потери бурового раствора при наращивании и СПО						V _{спо} = 14,4
Объем раствора в конце бурения интервала						V ₄ = 339,9
Общая потребность бурового раствора на интервале:						V_{бр} = 467,3

Таблица Г.2 – Потребное количество химических реагентов

Наименование материала	Упаковка ед. изм.	Потребное количество реагентов							
		направление		кондуктор		экспл. колонна		итого	
	кг	кг	уп	кг	уп	кг	уп	кг	уп
Каустическая сода	25 (мешок)	7,05	1	201,2	9	304,8	13	513,05	23
Кальцинированная сода	25 (мешок)			201,2	9			201,2	9
Глинопорошок	1000 (мешок)	1551	2	33793,2	34			35344,2	36
Барит	1000 (мешок)	4970	5	57600	58			62570	63
Полиакриламид	25 (мешок)			201,2	9			201,2	9
SAPP	25 (мешок)			1206,9	49			1206,9	49
ПАЦ HB	25 (мешок)			402,3				402,3	2
ПАЦ BB	25 (мешок)								
Ингибитор DRILLING DETER- GENT	210 (бочка)					731,52	30	731,52	30
Ксантановая смола	25 (мешок)					36576	37	36576	37
KCL	1000 (мешок)					9753,6	391	9753,6	391
Крахмал (DEXTRID LT)	25 (мешок)					3048	14	3048	14
Смазочная добавка BDF-612	208 (бочка)					12192	59	12192	59
Карбонат кальция 5 мкр	1000 (мешок)					45720	46	45720	46
Карбонат кальция 50 мкр	1000 (мешок)					45720	46	45720	46
Бактерицид MICROBIOSIDE	20(канистра)					304,8	16	304,8	16
Пеногаситель BDF-611	220 (бочка)					304,8	2	304,8	2

Приложение Д

Таблица Д.1 – гидравлические показатели промывки скважины

Интервал по стволу, м		Вид технологической операции	Наименьшая скорость восходящего потока в открытом стволе, м/с	Удельный расход, л/с на см² к.п.	Схема промывки	Гидромониторные насадки		Скорость истечения, м/с	Мощность срабатываемая на долоте, л.с./дм²
от (верх)	до (низ)					кол-во	диаметр		
Под направление									
0	30	Бурение	0.57	0.066	Периферийная	3	17	93	3.53
Под кондуктор									
30	880	Бурение	0.88	0.081	Периферийная	4	11	81.8	3.24
Под эксплуатационную колонну									
880	2880	Бурение	0.85	0.077	Периферийная	5	6	99,8	4.24
Отбор керна									
2800	2845	Отбор керна	0,61	0.055	Периферийная	6	6	89,1	2,41

Таблица Д.2 – Режим работы буровых насосов

Интервал по стволу, м		Вид техно- логической операции	Тип	Количество	Режим работы бурового насоса						Сум- марная произ- води- тель- ность насо- сов в интер- вале, л/с
					КПД	диаметр ци- линдро-вых втулок, мм	допустимое давление, кгс/см ²	коэффициент наполнения	число двойных ходов в мин.	Производи- тельность, л/с	
0	30	Бурение	УНБТ – 950	2	160	170	245	1	110	33	66
30	880	Бурение	УНБТ – 950	1	160	160	245	1	127	31	31
880	2880	Бурение	УНБТ – 950	1	140	150	326	1	63	14	14
2800	2845	Отбор керна	УНБТ – 950	1	140	140	326	1	45	10	10

Таблица Д.3 – Распределение потерь давлений в циркуляционной системе

Интервал по стволу, м		Вид техно- логической операции	Давление на стояке в конце интервала, кгс/см ²	Потери давления (в кгс/см ²) для конца интервала в				
				Элементах КНБК		бурильной колонне	кольцевом пространстве	обвязке буровой установки
от (верх)	до (низ)			насадках долота	забойном двигателе			
0	30	Бурение	93	60,9	0	3,9	0,1	10
30	880	Бурение	195,7	45,4	54,7	49,8	35,8	10
880	2880	Бурение	223,6	62,4	35,6	108,9	14,6	2,1
2800	2845	Отбор керна	124,9	77	0	60,4	13,7	1,1

