

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

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность – 21.05.03. «Технология геологической разведки»

Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых

Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта:
Технология и техника сооружения поисково-оценочных скважин на Бакчарском железорудном проявлении (Томская область)

УДК 550.822.7:622.24:553.31(571.16)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Войцеховский Артем Леонидович		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П..			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геолого-методическая часть»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Т.В.	К.Г.-М. Н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А..	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	д-ф-м.н., профессор		

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

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность – 21.05.03. «Технология геологической разведки»

Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых

Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Немирович-Данченко М.М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Войцеховскому Артему Леонидовичу

Тема работы:

Технология и техника сооружения поисково-оценочных скважин на Бакчарском железорудном проявлении (Томская область)
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Бакчарское железорудное проявление (Томская область)
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цехи. 3. Выбор путей повышения выхода керна при бурении трещиноватых пород.
Перечень графического материала	1. Геологический план. 2. Геологический разрез. 3. Геолого-технический наряд. 4. Схема расположения бурового оборудования и привышечных сооружений. 5. Двойной колонковый снаряд ДКНТ-ВП-0. 6. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ (СМ-1).

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Т.В.
Социальная ответственность	Задорожная Т.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая О.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Войцеховский Артем Леонидович		

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

Школа	Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность)	21.05.03 «Технология геологической разведки»
Уровень образования	Специалитет
Отделение	Нефтегазового дела
Период выполнения	осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Описание теоретической части проекта</i>	
	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	
	<i>Устранение недостатков проекта</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	д-ф-м.н., профессор		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Войцеховскому Артему Леонидовичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Специалитет	Специальность	Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Полевые работы на оценочной стадии геологоразведочных работ
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – повреждения в результате контакта с насекомыми; – повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – движущиеся машины и механизмы различного оборудования; – давление в пневмосистеме; – острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб; – поражение электрическим током.
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – уничтожение и повреждение почвенного слоя; – загрязнение почвы; – усиление эрозионной опасности; – уничтожение растительности; – лесные пожары; – загрязнение подземных вод
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – пожары.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Войцеховский Артем Леонидович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Войцеховскому Артему Леонидовичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	специалитет	Специальность	Технология геологической разведки

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе геологоразведочных работ</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Свод видов и объемов геологоразведочных работ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Сформировать календарный план выполнения работ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Войцеховский Артем Леонидович		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P2	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P3	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P4	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P5	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P6	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать <i>глубокие знания по проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 151 страницу, 38 таблиц, 13 рисунков, 24 источников.

Перечень ключевых слов: скважина, бурение, коронка, железная руда, горные породы.

Объектом исследования является Бакчарское железорудное проявление, Томская область.

Цель работы: составление проекта на бурение поисково-оценочных скважин; геологическое изучение объекта; разработка технологии проведения поисковых работ на участке; разработка управления и организации работ на объекте.

В процессе проектирования проводились: выбор бурового оборудования; поверочный расчет выбранного оборудования; расчет режимных параметров; анализ вредных и опасных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению; выбор вспомогательного оборудования и организации работ; сметно-финансовый расчет.

В результате проектирования: была дана полная геологическая характеристика объекта; произведен выбор бурового и вспомогательного оборудования; был произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах; выполнены сметно-финансовые расчеты.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проект приведены технические характеристики составляющих буровой установки и буровой установки в целом; приведен состав технологического инструмента.

Значимость работы: проведение поисково-оценочных работ на Бакчарском железорудном проявлении позволит спроектировать добычу и переработку запасов. Добыча обусловлена все более возрастающей потребностью в железной руде.

ABSTRACT

Graduation qualification work contains 151 pages, 38 tables, 13 figures, 24 sources.

The list of key words: borehole, drilling, crown, iron ore, rocks.

The object of the study is the Bakchar iron ore manifestation, Tomsk region.

Purpose of the work: drafting the project for drilling prospecting and evaluation wells; Geological study of the object; The development of technology for carrying out prospecting works on the site; The development of management and organization of work at the facility.

During the design process, the following were selected: selection of drilling equipment; Verification calculation of the selected equipment; Calculation of mode parameters; Analysis of harmful and dangerous factors in the conduct of geological exploration and measures to prevent them; The choice of auxiliary equipment and organization of work; Estimate and financial calculation.

As a result of design: a complete geological description of the object was given; A selection of drilling and auxiliary equipment has been made, satisfying all the requirements; The analysis of all harmful and dangerous factors was carried out at geological prospecting works within the given object; Estimated financial calculations.

The main design, technological and technical and operational characteristics: the project provides the technical characteristics of the components of the drilling rig and the drilling rig as a whole; the composition of the technological tool is given.

Significance of the work: carrying out prospecting and appraisal works at the Bakchar iron ore manifestation will allow to design the extraction and processing of reserves. Production is due to the ever-increasing demand for iron ore.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	13
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
1.1. Географо-экономические условия проведения работ.....	14
1.1.1. Административное положение объекта работ.....	14
1.1.2. Рельеф.....	14
1.1.3. Климат.....	14
1.1.4. Растительность. Животный мир	15
1.1.5. Экономическая характеристика района работ.....	15
1.1.6. Пути сообщения	15
1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ.....	16
1.2.1. Геологическая изученность района работ.....	16
1.2.2. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность района.....	18
1.2.3. Геофизическая изученность района работ.....	20
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ.....	20
1.3.1. Геологическое строение участка работ.....	20
1.3.2. Гидрогеологические условия района работ.....	24
1.3.3. Геофизическая характеристика района работ	29
1.3.4. Общая геолого-экономическая модель объекта.....	30
1.4. Методика проведения планируемых геологоразведочных работ.....	32
1.4.1. Геологические задачи и методы их решения.....	32
1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ.....	33
1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых работ	35
1.5.1. Методика проведения буровых работ	35
1.5.2. Расчет объемов буровых работ	36
1.5.3. Геолого-технические условия бурения скважин.....	36
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ	41
2.1. Организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения.....	41
2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении.....	41
2.3. Разработка типовых конструкции скважин	42
2.4. Выбор буровой установки	46
2.4.1. Буровой станок	50
2.4.2. Буровой насос	51
2.4.4. Буровая мачта	52
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения	53
2.5.1. Выбор бурильных труб.....	53

2.5.2. Обсадные труб.....	55
2.5.3. Проходка горных пород.....	56
2.5.4. Технология бурения по полезному ископаемому	60
2.5.5. Параметры промывочной жидкости.....	62
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины, сложенных неустойчивыми породами	63
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования.....	64
2.7.1. Проверочный расчет мощности привода бурового станка	64
2.7.2. Расчет мощности привода насоса	66
2.7.3. Проверочный расчет грузоподъёмности мачты	67
2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность	72
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин	81
2.9. Выбор источника энергии	83
2.10. Механизация спуско-подъемных операций.....	84
2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры	88
2.12. Автоматизация производственных процессов	89
2.13. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования	89
2.14. Ликвидация и консервация скважин	89
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ	110
4.1. Организация ремонтной службы	110
4.2. Организация энергоснабжения	111
4.3. Организация водоснабжения.....	111
4.4. Транспортный цех	111
4.5. Связь и диспетчерская служба.....	112
5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ: ВЫБОР ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД.....	113
5.1. Факторы, влияющие на выход керна.....	113
5.2. Механизм самозаклинивания керна	120
5.3. Колонковые снаряды, работающие с комбинированной циркуляцией промывочной жидкости	122
5.4. Колонковый набор ССК-59ЭВ.....	126
5.5. Опыт применения колонкового набора ССК-59ЭВ.....	130
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	132
6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия.....	132
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	133
6.2.1 Технический план (таблица видов и объёмов проектируемых работ).....	133
6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ	133

6.2.3. Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады.....	137
6.2.4. Расчет производительности труда обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ.....	137
6.3. Расчет сметной стоимости работ.....	138
6.3.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ – 1).....	138
6.3.2. Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5), сметно-финансовые и прочие сметные расчеты.....	141
6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами.....	143
6.4.1. Календарный план.....	143
6.4.3. Финансовый план.....	145
6.5. Организация и управление буровыми работами.....	145
6.5.1. Режимы работы участков и численность производственного персонала.....	145
6.5.2. Мотивация и стимулирование труда.....	146
6.5.3. Стратегия развития предприятия.....	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	149
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	150

ВВЕДЕНИЕ

Проектом предусматривается бурение 6-и поисково-оценочных скважин на Бакчарском железорудном проявлении.

В проекте указаны способы бурения, определена конструкция скважин, их глубина, диаметры породоразрушающего инструмента (ПРИ), глубины спуска обсадных колонн. Предлагаемые в проекте способ бурения и конструкция скважин позволят:

- обеспечить необходимый процент выхода керна;
- изучить литолого-геологический разрез скважин;
- произвести отбор проб для проведения качественного и количественного анализа запаса железной руды;
- обеспечить проведение геофизических исследований в скважинах.

Целевым назначением проектируемых работ является локализация и оценка прогнозных ресурсов железных руд в пределах перспективной площади в восточной части Бакчарского железорудного проявления по категории Р1 и запасов по категории С2.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

Участок находится на территории Бакчарского административного района Томской области, в 204 км на северо-запад от г. Томска.

1.1.2. Рельеф

Рельеф – плоская, местами слабо волнистая равнина.

Абсолютные высотные отметки – максимальные – 116...121, минимальные – 89...98 м (пойма р. Галка, Бакчар). Относительное превышение водоразделов над долинами – 15...25 м. Залесенность, заболоченность – 80%, угодья, пашни – 20%.

1.1.3. Климат

Климат района континентально-циклонический с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Характерны возвратные холода и заморозки в мае, иногда в июне.

Снежный покров достигает 60...80 см и держится до начала мая. Число дней со снежным покровом достигает 183...201 дней. Максимальная глубина промерзания грунтов наступает в конце марта и достигает 3,50 м на песках. Минимальная 0,5...0,6 м – на торфяниках. Средняя глубина промерзания 1...2 м.

Средняя многолетняя норма осадков 520...540 мм. По количеству атмосферных осадков территория относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения.

1.1.4. Растительность. Животный мир

Территория проектируемых работ находится в таёжной зоне. Лесная растительность представлена хвойными и лиственными породами – сосна, ель, кедр, пихта, берёза и осина. Животный мир соответствует положению района в пределах таёжной зоны. Характерными представителями являются лось, бурый медведь, рысь, лисица. Обитают пушные звери – соболь, белка, заяц-беляк, колонок, бурундук, ласка. Из птиц в тайге встречаются коршун, ястреб-тетеревятник, филин, сова. Широко распространены куриные – глухарь, тетерев, рябчик. Воробьиные представлены большим количеством зерноядных и насекомоядных – кедровка, снегирь, щегол, дятел, синица, дрозд и др. Из перелётных птиц встречаются различные виды уток, гуси, журавли.

Район проектируемых работ относится к опасным из-за возможности заражения энцефалитом, разносчиком которого являются клещи.

1.1.5. Экономическая характеристика района работ

Ближайшие населённые пункты – с. Полынянка, Бакчар. Население представлено, в основном, русскими. В меньшем количестве проживают украинцы, белорусы, немцы, татары и др.

Экономика района работ развита сравнительно слабо. Сельскохозяйственные угодья занимают незначительные площади и распространены на западе района работ.

Население, в основном, занято в сельском хозяйстве, меньшая его часть – в лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Возможность найма рабочих на местах производства работ очень ограничена. Возможен наем рабочих только негеологических специальностей.

1.1.6. Пути сообщения

Протяженность автодорог по группам:

- асфальтированные I группы – 45 км;
- грунтовые II группы – 35 км;
- грунтовые III группы – все остальные.

Расстояние от г. Томска до с. Бакчар – 200 км.

Категория проходимости - хорошая – 10%, удовлетворительная – 20%, плохая – 40%, очень плохая – 30%.

1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ

1.2.1. Геологическая изученность района работ

Первые сведения о геологии района проектируемых работ появились в 1945 г. В.П. Казаринов (1960) высказал предположение о возможности обнаружения в прибрежно-морских осадках мезозоя и кайнозоя восточной части Западно-Сибирской низменности осадочных руд железа, марганца и алюминия. Эта гипотеза подтвердилась в г. Колпашево при бурении опорной скважины в 1950 г. были вскрыты два горизонта оолитовых железных руд крупного железорудного бассейна, впоследствии названного Западно-Сибирским. Первое описание этих руд, по керну опорной скважины, было сделано сотрудниками треста Запсибнефтегеология и Е.В. Шумиловой (ЗСФАН СССР) в 1951 г. Отдельные образцы руд были подвергнуты химическому анализу, показавшему промышленные количества валового железа (Ф.С. Бузулуцков и др. 1951 г.; А. А. Булынникова и др. 1956 г.).

Трестом Запсибнефтеразведка, Западно-Сибирским, Новосибирским, Красноярским геологическими управлениями на этой территории проведены геологосъёмочные работы. По крупным речным магистралям для выявления нефте- и газоперспективных структур были пробурены скважины глубиной 400...500 м, через 5...10 км друг от друга.

На территории Бакчарского рудопоявления значительные по объёмам геологосъёмочные и тематические работы проводились в разные годы Союзным Сибирским геофизическим трестом, СНИИГГиМСом, ВСЕГЕИ, Томским политехническим институтом, Институтом геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР и другими организациями.

Большинство скважин проходило в рыхлой и слабо сцементированной толще, поэтому имели низкий выход керна, что могло обусловить погрешность в анализе материалов и неравномерность в изучении железорудной толщи.

Бурение в районе с. Бакчар Бакчарской партией Томской ГРЭ НТГУ (И.Б.

Санданов, А.А. Бабин) выявило наиболее богатый и перспективный участок распространения железных руд. Поисково-разведочные работы в Бакчарском районе подтвердили наличие руд в палеогеновом Бакчарском горизонте. В 1958 г. А.А. Бабиным выделены Западный (Бакчарский) и Восточный (Полынянский) участки.

Целеустремлённое изучение рудных горизонтов характеризуется широким размахом опробовательских и тематических работ. Результаты освещены в работах М.П. Нагорским и И.Б. Сандановым, М.П. Нагорским и Ю.П. Зайченко, А.С. Калугиным, С.А. Скробовым (1957 г.), А.П. Бердниковым и А.И. Фадеевым (1958 г.), Е.Я. Горюхиным, А.А. Бабиным и А.С. Донченко (1958 г.). Изучался состав руд. Было установлено, что в них входят гидроокислы железа, обломочные минералы, железистые хлориты, сидерит и глауконит.

В ряде научных работ рассматривался генезис железных руд.

В 1964 году Сибирским отделением АН СССР опубликована коллективная работа «Западно-Сибирский железорудный бассейн». В ней даны обобщение главнейших материалов и сведений, характеризующих Западно-Сибирский железорудный бассейн в целом и Бакчарского рудопроявления в частности.

В 1967 году Сибирским отделением АН СССР опубликованы материалы исследований И.В. Николаевой, посвящённые Бакчарскому месторождению оолитовых железных руд.

В начале 2000-х годов, благодаря ходатайству томских ученых и геологов, в лице А.К. Мазурова, Н.Я. Тищенко, В.А. Домаренко, В.Г. Емешева, Г.Ю. Боярко, Министерство природных ресурсов РФ обратило внимание на «томские» железные руды и выделило средство для проведения поисково-оценочных работ. В январе 2001 г. Томской горнодобывающей компанией (ТомГДК) под руководством М.С. Паровинчака было проведено доизучение Бакчарского рудопроявления. Опробована перспективная технология добычи руды – скважинная гидродобыча. В 2008 г. была добыто первые 1000 т руды

(технологическая проба) и произведена предварительная оценка запасов и прогнозных ресурсов. Затем в 2012 Роснедра выделил 200 млн. рублей на проведение оценочных работ на Бакчарском железорудном проявлении, с целью постановки извлекаемых запасов руды на государственный баланс. В ходе работ 2012-2014 года на западном участке Бакчарского лицензионного участка было пробурено 14 оценочных скважин и 1 поисковая скважина на восточном участке. Таким образом, развернутые в 2001-2008 г. и продолжающиеся в настоящее время работы на Бакчарском рудопроявлении вновь привлекли внимание многих специалистов производственных и научных организаций. После длительного застоя вновь стали публиковаться результаты исследований осадочных железных руд Томской области.

1.2.2. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность района

Первая сводная работа по гидрогеологии и первый кадастр подземных вод Обь-Иртышского междуречья были опубликованы в 1939 году М.И. Кучиным.

В последующие годы данные по гидрогеологии Томской области пополнялись, в основном, за счет сведений, полученных при геологических исследованиях.

В.А. Филипов, собрав и обобщив новые материалы по гидрогеологии, составил второй кадастр подземных вод Томской области (1948).

В 1956г. М.С. Гуревичем составлена гидрохимическая карта Западно-Сибирского артезианского бассейна.

В 1957–1958 г.г. А.А. Бабиным и А.С. Донченко в процессе поисковых работ на железные руды изучались гидрогеологические условия разработки Бакчарского и Польшанского рудных полей, дан расчет максимального водопритока в проектируемый карьер при открытой разработке железных руд.

Примерно в это же время был составлен третий кадастр подземных вод (Щипачев, 1959 г.), в котором были обобщены все имевшиеся на этот период гидрогеологические скважины, в том числе и эксплуатационные.

С 1960 года гидрогеологические исследования стали проводиться при геологических съемках масштаба 1:200000 (Бабин, Гусельникова, 1964; Горюхин, Бычкова, 1965; Шамахов, Бычкова, 1965). В результате этих исследований были составлены гидрогеологические карты, отвечающие условиям масштаба 1:500000. На этих картах показаны первые от поверхности водоносные горизонты, их водообильность и химический состав.

В 1966–1967 годах Афонской Г.А. и Герасимовой А.С. под руководством Е.М. Сергеева проводится инженерно-геологическая съемка масштаба 1:500000 с использованием материалов геолого-гидрогеологических съемок, проведенных НТГУ и ТТГУ. В результате работ составлены гидрогеологическая и инженерногеологическая карты с элементами районирования территории. Проведенное инженерно-геологическое районирование для целей массовых наземных видов строительства позволило разделить территорию на ряд соподчиненных категорий (инженерно-геологические регионы, провинции, области, районы и подрайоны), детализировано распространение отложений, имеющих определенные инженерно-геологические свойства. Выяснена геоморфология, особенности неотектонической обстановки, изменения гидрогеологических условий в зависимости от геологических и геоморфологических факторов, интенсивность развития и направленность современных геологических процессов. Такое районирование дало возможность типизации инженерно-геологических условий и их оценки в строительных целях.

В отчете приведено описание поверхностных вод и вод зон аэрации. В зоне насыщения исследованы водоносные горизонты четвертичных, неогеновых, палеогеновых и верхнемеловых отложений.

Изучены инженерно-геологические условия, выделены стратиграфогенетические типы, описаны современные геологические процессы, выполнено инженерно-геологическое районирование для целей массового строительства.

1.2.3. Геофизическая изученность района работ

Комплексные геофизические исследования методами гравиразведки, сейсморазведки, магниторазведки (в основном аэромагниторазведки) и электроразведки с целью решения задач геокартирования и поисков месторождений углеводородов проводились в районе работ с конца 40 начала 50г.г. прошлого столетия.

В районе Бакчарского рудопроявления выполнены:

– кондиционная гравиметрическая съемка масштаба 1:200000 (Аронов В.И., 1958);

– высокоточная аэромагнитная съемка масштаба 1:50000 с аэромагнитометром ММ-305 на АН-2 по широтным маршрутам на высоте 120–150 м с фотопривязкой (Повадатор В.И.,1989), точность съемки 1.64 нТл, регистрация измерений в цифровом виде на магнитную ленту и аналоговом на диаграммную бумагу, измерение вариаций на МВЛ–308;

– сейсморазведка корреляционный метод приломленных волн (КМПВ) масштаба 1:200000.

1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ

1.3.1. Геологическое строение участка работ

Район проектируемых работ расположен в центральной части Западно-Сибирской низменности, имеющей двухъярусное строение: складчатый фундамент палеозойского возраста и перекрывающий его сверху чехол осадочных мезозойско-кайнозойских отложений. Для проведения проектируемых работ особый интерес представляет верхняя часть разреза от пород мезозойско-кайнозойского возраста до четвертичного.

В пределах Западно-Сибирского железорудного бассейна отчетливо выделяются четыре железорудных горизонта (Нарымский, Колпашевский, Тымский (чигаринский) и Бакчарский). На участке работ железорудная толща представлена двумя горизонтами:

1. Нарымским горизонтом, входящим в состав ипатовской свиты.

2. Колпашевским горизонтом, входящим в состав славгородской свиты.

Геологический разрез взят по материалам работ Бакчарской поисково-разведочной партии (Бабин А.А., 1957–1958 г.г) и Обской партии (Кривенцов А.В., 1979 г.).

Бакчарская железорудная толща (K₂bc) складывается из четырех свит:

1. Верхнемеловые отложения ипатовской свиты (K₂ip).
2. Славгородская свита (K₂sl).
3. Ганькинская свита (K₂ - P₁gn).
4. Люлинворская свита (P₁₋₂ll).

Мезозойская группа

Меловая система

Верхнемеловые отложения ипатовской свиты (K₂ip) представлены песками разнозернистыми, с частыми прослоями серых алеврито-песчаных, иногда аргиллитоподобных глин. В кровле свиты залегает железорудный горизонт, установленный на глубинах 187...302 м. Возраст ипатовской свиты определен по спорово-пыльцевым комплексам как турон-коньякский. Вскрытая мощность свиты 20 м.

Славгородская свита (K₂sl) с размывом залегает на отложениях ипатовской и представлена черными и темно-серыми глинами, иногда опоковидными, с прослоями железных руд. Формирование отложений свиты происходило в морских условиях. Возраст определен по микрофауне как ранний кампан. Мощность свиты в пределах Бакчарского рудопроявления 40 м.

Ганькинская свита (K₂ – P₁gn) со значительным размывом залегает на нижележащих отложениях и представлена каолинизированными глинами, песками глинистыми и железными рудами. Строение свиты на территории месторождения очень неоднородное. На востоке месторождения преобладают руды, на западе – псефитопелитовые хлидолиты с прослоями гравелитов и песчаников. Возраст определен по микрофауне фораминифер как маастрихт-даний. Мощность свиты на участке измеряется 6...18 м.

Кайнозойская группа

Палеогеновая система

Люлинворская свита (P_{1-2ll}) на участке работ установлена во всех скважинах и представлена зелеными, серовато-зелеными горизонтальнослоистыми глинами. В них часты тонкие прослойки и линзы песков и линзы, крепких песчаников сидеритовых и плотных алевролитов. Гравелиты и песчаники на сидеритовом цементе в виде базального горизонта мощностью 10...20 см залегают в подошве свиты. Глины аргиллитоподобные, плитчатой и сланцеватой текстуры. Отложения свиты формировались в морских и прибрежно-морских фациях. Возраст свиты по микрофауне и спорово-пыльцевым определением датируется палеоцен – эоценом. Мощность в пределах 20,0 м.

Юрковская свита (P_{2jr}) распространена повсеместно и вскрыта всеми скважинами Бакчарской партии. Ее слагают гравелистые пески и глины, с линзами бурых углей. Возраст отложений свиты, определен поздним эоценом на основании спорово-пыльцевых комплексов. Мощность колеблется в пределах 20...60 м.

Новомихайловская свита (P_{3nt}) распространена повсеместно. Это озерно-аллювиальные отложения глинистого состава. В глинах частые прослойки песков, а также пласты бурого угля мощностью до 6,0 м. Алевролитистые глины имеют ритмичную горизонтальную иногда косую слоистость, которая обозначена растительным детритом и скоплением чешуек слюды. Бурые угли чаще встречаются в верхней части разреза свиты на востоке района. Кровля свиты находится на глубинах 70...100 м. Возраст новомихайловской свиты по спорово-пыльцевым определениям – верхний олигоцен. Мощность свиты в пределах 75,0 м.

Лагернотомская свита (P_{3lt}) перекрывает отложения новомихайловской свиты на глубинах 50...75 м от поверхности земли и представлена песками с прослоями серых, светло-серых каолинизированных глин, алевролитов и лигнитов. Возраст лагернотомской свиты по спорово-пыльцевым определениям

– поздний олигоцен. Мощность свиты 6...22 м.

Неогеновая система

Миоцен

Абросимовская свита (N_{Iab}) представлена озерно-аллювиальными образованиями песчано-глинистого состава. В подошве свиты встречаются гравий и галька. Глины алевритистые с четкой горизонтальной и косой слоистостью. Цвет глин голубовато-серый, а у песков зеленоватые тона. По спорво-пыльцевым комплексам возраст абросимовской свиты определяется миоценом. Мощность свиты в пределах 15,0 м.

Четвертичная система

По схеме районирования район работ относится к приледниковой зоне (Васюган-Тымский район).

Эоплейстоцен-неоплейстоцен, нижнее звено

Смирновская свита (Q_{E-ISM}) распространена повсеместно и залегает на поверхности абросимовской свиты на глубинах от 0 до 15 м. Свита имеет двучленное строение. Нижняя часть сложена мелко и среднезернистыми песками и глинами, верхняя – глинами и суглинками. Иногда в глине встречается единичные гальки кремнистого состава. Отложения смирновской свиты отнесены к эоплейстоцену нижнему неоплейстоцену. Мощность свиты в пределах участка до 15,0 м.

Неоплейстоцен, среднее звено

Сузгунская свита (Q_{IIsz}) небольшим плащом (по мощности) перекрывает отложения смирновской свиты. Она включает в себя ранее выделяемые в районе самаровскую свиту и ширтинско – тазовские отложения, поскольку вся территория Томской области относится к приледниковой зоне, а упомянутые отложения характерны для внутриледниковой зоны.

Сузгунская толща представлена глинами, суглинками, супесями озерного происхождения. Глины и суглинки голубовато-серые, темно-серые, коричневатые – серые, карбонатные, местами алевритистые с горизонтальной слоистостью, с линзами песков, погребенных почв и редкой обугленной

растительной сеткой, фауной остракод. Супесь светло и темно-серая, тонкозернистая, глинистая, тонкогоризонтально и волнистослоистая. Палинологические спектры характеризуют холодные и влажные условия формирования пород сузгунской толщи. Возраст толщи определен по положению в разрезе, как среднечетвертичный. Мощность ее до 15,0 м.

Неоплейстоцен, среднее и верхнее звенья

Неоплейстоцен, среднее и верхнее звенья (saQ_{JU-IV}) представлены субаэральными покровными отложениями суглинками, лёссовидными суглинками буровато-серого и коричневого цветов, иногда комковатой структуры. Мощность 5,0 м.

Голоцен

Болотные отложения (bQ_H) развиты на всех геоморфологических уровнях и перекрывают с размывом породы смирновской свиты и сузгунской толщи. Представлены они торфяниками, илами, сапропелями. В районе проектируемых работ выделяются болота верховые, преимущественно атмосферного питания. Верховые болота распространены на водоразделах. Поверхность их выпуклая, покрыта убогой сосной. Мощность торфяников 1,0...5,0 м.

1.3.2. Гидрогеологические условия района работ

Гидрогеологические условия района определяются расположением в южной части Среднеобского бассейна регионального стока в составе Западно-Сибирского артезианского бассейна. Водоносные комплексы приурочены к мощной (свыше 3000 м) толще различных по литологическому составу осадочных пород мезозоя и кайнозоя, слагающих платформенный чехол.

Верхний гидрогеологический этаж сложен комплексами отложений неоген – четвертичного и палеогенового возраста. Подземные воды этажа пресные, напорно-безнапорные и характеризуются свободным водообменном. Формирование, характер питания и разгрузки, геохимическая зональность подземных вод в этой части разреза определяются ландшафтно-климатическими и гидрографическими условиями территории.

Нижний гидрогеологический этаж объединяет комплексы отложений

мелового и юрского возраста. Воды этажа находятся в обстановке затрудненного и застойного водообмена, характеризуются высоконапорным режимом фильтрации. Отмечается уменьшение водопроницаемости пород от верхних комплексов к нижним при одновременном увеличении минерализации, температуры и газонасыщенности, а также возрастании концентраций микрокомпонентов.

Гидрогеологические условия верхнего этажа приводятся по материалам среднемасштабной гидрогеологической съемки. Для характеристики подземных вод нижнего гидрогеологического этажа использованы результаты испытаний скважин при поисково-разведочном бурении на нефть и газ, а также приводятся материалы по изучению термальных минеральных промышленных вод Томской области (Иванов, 1998).

В основу гидрогеологической стратификации положен стратиграфический принцип. Основные таксономические единицы приняты в соответствии с принципами гидрогеологической стратификации разработанными ВСЕГИНГЕО.

Верхний гидрогеологический этаж

Палеогеновый (эоцен) - четвертичный комплекс – P₂-Q

Водоносный голоценовый болотный горизонт (bQ_H). Водовмещающими являются: торф различного ботанического состава и степени разложения, иловатые и заторфованные суглинки и супеси. Преобладающая мощность 1...5 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод изменяется от 0,0 до 0,5 м. Коэффициент фильтрации 0,025...1,89 м/сут.

Химический состав вод болотных отложений пестрый, в основном гидрокарбонатный, реже хлоридный, минерализация 0,03...0,52 г/дм³. Отличаются высоким содержанием общего железа (до 12,0 мг/дм³) и повышенной окисляемостью, величина которой достигает до 65 мгО₂/дм³.

На водоразделах в зоне аэрации распространены *водоупорные локально-водоносные горизонты, связанные с верхней частью разреза сузгунской толщи и смирновской свиты (IQ_{nsz}; laQ_{E-1sm}).* Подземные воды здесь приурочены к

отдельным песчаным и супесчаным прослоям, маломощным, обводненным. Максимальная мощность всего горизонта достигает на водоразделах 45 м. Уровни воды наблюдаются на глубинах от 4 до 12 м, дебиты воды не превышают 0,51 л/с.

Водоносные горизонты, приуроченные к песчаным отложениям, залегающим в нижней части смирновской и абросимовской свит, распространены на всей площади района. В южной и юго-восточной частях они объединены с обводненными песчаными отложениями олигоценового возраста и составляют единые водоносные горизонты, максимальная мощность которых достигает 65 м. Воды напорно-безнапорные, уровни устанавливаются на глубинах от 1,7 до 16,2 м. Водоносность пород различная, удельные дебиты изменяются от 0,004 до 2 л/с при понижениях 1...35 м. Коэффициенты водопроницаемости колеблются от 100 до 569 м²/сут. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные, преимущественно кальциевые, магниевые-кальциевые, реже натриево-кальциевые с минерализацией 0,2...0,56 г/дм³. Содержание в воде железа иногда достигает 15 мг/дм³. В среднем содержание железа составляет 0,6...4,5 мг/дм³. Содержание в воде гумусовых веществ и органических кислот обуславливают высокую окисляемость 5,8...9,6 мг/дм³. В воде часто содержится марганец в количествах 0,4...2,5 мг/дм³.

Водоупорный локально-водоносный лагернотомский и новомихайловский горизонт (P_{3lt} + P_{3nm}) распространен повсеместно. Объединяет преимущественно алевроито-глинистую толщу лагернотомской и верхней части новомихайловской свит. Разделяет водоносные горизонты неоген-четвертичных отложений смирновской и абросимовской свит и нижнеолигоценовых отложений новомихайловской и атлымской свит. Общая мощность 70...100 м, положение кровли от поверхности земли 20...60 м. Преимущественно глинистый состав водовмещающих пород, частые фациальные замещения, низкие значения коэффициента фильтрации (0,1...0,5 м/сут) обуславливают их небольшую водообильность. Удельный дебит не превышает 0,1 л/с.

Водоносный новомихайловский и юрковский горизонт ($P_{3nt} + P_{2jr}$) распространен повсеместно. Объединяет нижнеолигоценовую толщу нижней части новомихайловской и юрковской свит. Мощность водоносного горизонта варьирует в значительных пределах от 20 до 60 м. Соответственно, глубина залегания кровли от 60 до 90 м. Общая мощность достигает 70 м. Подстилают горизонт морские глины люлинворской свиты.

Воды напорные. Положение статического уровня от поверхности земли отмечено на глубинах 0,37...11,9 м. Величина напора составляет 50...120 м. Водообильность горизонта как по площади, так и по разрезу, изменяется в значительных пределах от высокой до низкой в зависимости от литологии и мощности водовмещающих пород. Дебиты скважин колеблются от 2,5 до 27,5 л/с при понижении уровня от 2 до 34,5 м и удельных дебитах 0,08...3,4 л/с. Повышенной водообильностью обладает нижняя часть разреза. Характеризуемый горизонт является наиболее водообильным по сравнению с другими и обладает значительными значениями коэффициента водопроводимости, достигающим величины 2585 м²/сут. Для верхней части разреза его значение не превышает 200 м²/сут.

Воды по качеству и степени минерализации пресные, гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией 0,3...0,7 г/дм³. Из нормируемых компонентов содержание железа в воде во всех пробах превышает норму – 0,3 мг/ дм³ и составляет 1...12 мг/ дм³, содержание марганца при норме 0,1 мг/ дм³ составляет 0,15...1,3 мг/дм³, повышена жесткость воды до 8...10,5 мг-экв/дм³ (норма 7мг-экв/дм³). Кроме того, эпизодически в воде встречены следующие микрокомпоненты (мг/дм³): кремний 10...11,4; барий до 0,45; йод 0,18...0,35; фтор 0,1...0,77; бром 0,36...4,95. Спектральным анализом обнаружены микрокомпоненты в незначительных количествах: свинец, медь, никель, молибден, титан, стронций, серебро, галлий.

Подземные воды эоцен-нижнеолигоценовых отложений являются основным перспективным источником централизованного водоснабжения. Горизонт имеет повсеместное распространение, значительную мощность и

защищен от поверхностного загрязнения. Качество воды имеет отклонение по отдельным показателям и может быть улучшено несложными методами водоподготовки.

Верхнемеловой (турон) – эоценовый комплекс (K_2 - P_2)

Распространен повсеместно и объединяет отложения люлинворской, ганькинекой, славгородской, ипатовской, кузнецовской (верхний мел) свит. Литологически это глины аргиллитоподобные с подчиненными прослоями песков и песчаников. Прослой приурочены к отложениям кровли ипатовской свиты и являются продуктивными железорудными. Воды приурочены преимущественно к отложениям ипатовской свиты.

Общая мощность комплекса, в зависимости от набора составляющих свит, варьирует в пределах 450...700 м.

Водоупорный лютинворский горизонт (P_{1-2ll}) морских верхнепалеоцен-эоценовых отложений распространен повсеместно на всей территории проектируемых работ и залегает на глубинах 130...160 м. Мощность водоупорных глин от 5 до 34 м.

Водоупорный горизонт славгородской и ганькинской свит ($K_{2sl}+P_{1gn}$). Водоупорный горизонт, сложенный морскими верхнемеловыми-палеоценовыми отложениями, имеет площадное распространение на описываемой территории. Мощность достигает 70 м. Глубина залегания кровли горизонта от 159 до 220 м.

Водоносный ипатовский горизонт (K_{2ip}) верхнемеловых отложений распространен повсеместно на всей площади и залегает на глубине 170...290 м от поверхности земли. Мощность горизонта 213...250 м. Водовмещающие породы представлены мелко-среднезернистыми песками с отдельными глинистыми прослоями, иногда значительной мощности и протяженности. Воды высоконапорные, пьезометрический уровень в скважинах устанавливается выше поверхности на 12 м, обуславливая самоизлив скважин в долинах рек. На водоразделах скважины не изливаются и уровни устанавливаются у современной поверхности на глубинах 0,02...4,9 м.

Напорный уровень 190...250 м, дебиты скважин колеблются от 2,4 до 8,08 л/с, удельные дебиты составляют 0,052...0,49 л/с. Водоносность пород сравнительно невысокая, коэффициент водопроницаемости 5...25 м²/сут.

Химический состав и минерализация подземных вод верхнемелового горизонта ипатовской свиты изменяется с глубиной от вод гидрокарбонатных натриевых с минерализацией 0,46 г/дм³ до гидрокарбонатно-хлоридных натриевых с минерализацией 1,9 г/дм³. Воды мягкие, рН среды 8,5...8,8, общая жесткость не превышает 2 мг-экв/дм³. Отмечается увеличение фонового содержания микрокомпонентов (свинец, цинк, марганец, медь, титан, ванадий, барий) до 0,1...5 мкг/дм³. Содержание двухвалентного железа до 3,7 мг/дм³. Присутствуют йод – 0,4 мг/дм³, бром – 5,41 мг/дм³. Воды холодные, состав растворенного газа – азотный, метаново-азотный.

1.3.3. Геофизическая характеристика района работ

Петрофизические свойства пород и руд района Бакчарского рудопроявления в лабораторных условиях не изучались, а скважинные исследования, выполнены в ограниченном объеме в основном методом ГК и в 7 скважинах КС, ПС.

Кажущееся электрическое сопротивление рыхлых пород определяется количеством в породе глинистого материала и возрастает в ряду глина, суглинок, супесь, песок, гравийно-галечниковые отложения от первых единиц Омм до сотен – первых тысяч Омм. Вмещающие руды породы представлены в основном песчано-глинистыми отложениями с кажущимся сопротивлением от 2,5 до 60...80 Ом·м, рудные интервалы на КС отмечаются повышенными сопротивлениями более 80 до 500 Ом·м, слабopоложительными аномалиями спонтанной поляризации ПС до 30...40 мВ и повышенным гамма-полем.

Плотность пород мел-палеогеновых отложений Западно-Сибирской платформы варьирует в пределах от ~ 1,0 г/см (лигниты), до 2,3 г/см, железных руд (по аналогии с известными осадочными месторождениями железных руд) – от 2,3 до 3,0 г/см³

Рыхлые песчано-глинистые отложения не магнитны, их магнитная

восприимчивость не превышает первых единиц 10^{-5} ед.СИ. Магнитная восприимчивость руд, вероятно, может варьировать в широких пределах от десятков до сотен первых тысяч 10^{-5} ед.СИ.

Магнитное поле на территории Западно-Сибирской платформы несет интегральную характеристику строения фундамента платформы и консолидированной части земной коры в целом. Аномальные эффекты от относительно магнитных объектов – рудных пластов значительных размеров в плане, но малой вертикальной мощности (10...20 м) затухают на высотах залетов при аэромагнитных исследованиях в 150...200 метров и либо становятся по своим частотным характеристикам сходными с аномальными эффектами от пород доюрского комплекса основания платформы, но значительно меньшей амплитуды, либо затушевываются региональными особенностями магнитного поля.

1.3.4. Общая геолого-экономическая модель объекта

Бакчарское рудопоявление выделено в пределах Бакчарского рудного узла, расположенного в юго-восточной части обширного Западно-Сибирского железорудного бассейна. Рудный узел приурочен к северной части брахиантиклинальной куполообразной структуры (Бакчарского вала) и опойскован 18 буровыми скважинами по субширотному профилю с шагом 2...4 км и по профилям вдоль рек с шагом 10...25 км. Ширина опойскованной полосы – 30 км, длина – 40...50 км.

В пределах Бакчарского рудопоявления наиболее изучены Западный (с центром в с. Бакчар) и Восточный (район с. Польшнянка) участки.

Руды Бакчарского горизонта представлены плотными и сыпучими гидрогетитовыми разновидностями с содержанием валового железа 30...38 %. Среднее содержание железа общего в рудах Бакчарского проявления, по данным анализа групповых проб, колеблется от 34.72 до 52 % (при среднем 43.09 %) на Западном и от 30.32 до 53.48 % (при среднем 40.16 %) на Восточном. В смешанной технологической пробе, представляющей основные типы руд, среднее содержание железа составило 38.53 % при разбросе от 26.84

до 41.56 %. При этом, достаточно отчетливо наблюдается, что руды Западного участка более богаты железом, тогда как на Восточном участке его меньше, а повышение концентрации отмечаются лишь на периферии. По генезису руды прибрежно-морские и лагунные.

Прогнозные ресурсы Бакчарского рудопроявления, подсчитанные по категории P_1 составляют 28.6 млрд.т при среднем содержании железа 34.12 % и по категории P_2 – 23.6 млрд.т.

Исходя из минерального состава и текстурно-структурных особенностей руд, на рудопроявлении выделен 6 технологических типов руд:

1. Плотная гетит-гидрогетитовая руда с сидеритовым цементом (1.5 % от общего объема руды);
2. Глауконит гидрогетитовая руда с сидерит-лептохлоритовым цементом (7.1%);
3. Слабо сцементированная гидрогетит-лептохлоритовая руда с лептохлоритовым корковым или базальным цементом (30.3 %);
4. Слабо сцементированная гидрогетитовая руда с базальным лептохлоритовым цементом (41.5 %);
5. Слабо сцементированная гетит-гидрогетитовая руда с незначительным количеством гизингеритового, хлоритового или сидеритового корково-сгустового цемента (12.6 %);
6. Слабо сцементированная перемытая рыхлая гидрогетитовая руда с базальным лептохлоритовым цементом (7.0 %).

С позиции возможных современных технологий добычи и транспортировки значительный интерес представляет присутствие в залежах большого объема рыхлой железной руды, которая установлена на Восточном и Западном участках Бакчарского рудопроявления.

Результаты анализа штучных проб благородные металлы показали наличие в них золота до 1,8 г/т и платины до 127 мг/т. Эти металлы могут стать весьма значимыми попутными компонентами при разработке железных руд.

1.4. Методика проведения планируемых геологоразведочных работ

1.4.1. Геологические задачи и методы их решения

Целевым назначением планируемых работ является комплексная геолого-экономическая оценка проявления железных руд на основе современных геолого-геофизических и буровых методов с выделением первоочередных участков, благоприятных для применения методов СГД с подсчетом запасов основных и попутных компонентов категории C_2 и оценкой прогнозных ресурсов по категориям P_{1-2} .

Для выполнения поставленного задания необходимо решение следующих геологических задач:

- составление и утверждение проектно-сметной документации;
- анализ, обобщение и комплексная интерпретация информации, полученной при ранее проведенных работах;
- изучение разреза отложений осадочного чехла с составлением комплекта палеофациальных карт различного уровня;
- изучение на глубину выявленных продуктивных залежей;
- проведение геолого-технологического картирования и определение технологических свойств железных руд;
- создание моделей геологического строения рудопроявления;
- оценка золото-платиноносности железных руд с целью определения возможности их комплексного освоения;
- подсчет запасов железных руд и попутных полезных компонентов по категории C_1 и оценка прогнозных ресурсов по категориям P_{1-2} .

Проект поисково-оценочных работ на Восточном участке Бакcharского проявления железных руд состоит из 3-х этапов.

I этап – включает составление и утверждение проектно-сметной документации, подготовительный период сбора, обобщения и анализа материалов ранее проведенных геологических, гидрогеологических, геофизических, инженерно-геологических и научно-исследовательских работ с составлением карт фактического материала масштабов 1:100 000 – 1:50 000,

картотек и каталогов скважин колонкового бурения, каталогов микрофаунистических, палинологических, литолого-минералогических, химических и других анализов, предварительных карт и схем геологического и геофизического содержания.

II этап – состоит из комплекса геолого-геофизических работ и сопровождающих их лабораторных, камеральных и аналитических исследований. Включает геологическую рекогносцировку буровые работы с применением комплекса ГИС, опробование керна скважин на различные виды анализов, лабораторные исследования.

III этап – включает окончательную камеральную обработку полученных материалов, составление отчета с подсчетом запасов и геолого-экономической и социально-экономической оценкой территории, защиту отчета.

1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ

Подготовительные работы включают сбор и обобщение материалов предшествующих исследований с целью конкретизации и уточнения задач, определённых Геолзаданием.

Комплекс топо-геодезических и маркшейдерских работ проектируется с целью обеспечения плавной разбивки, привязки, закрепления и обслуживания скважин, профилей и точек геофизических наблюдений.

Опробование полезных ископаемых. В скважинах опробуется керна. Керновые пробы отбираются с учетом длины рейса, отдельно по разновидностям пород. Объединение в одну пробу керна из двух и более смежных рейсов не допускается. При высоком выходе керна и длине рейса более 1 м возможен отбор нескольких проб из одного рейса. При этом необходимо учитывать размеры предполагаемых рудных тел и другие особенности геологического строения рудных зон и вмещающих пород. Минимальный линейный выход керна – 90%. Интервалы опробования определяются на основании документации и данных каротажа. Линейный выход контролируется весовым.

Геофизические исследования в скважинах (ГИС) – проектируется с целью литологического расчленения пород разреза, выделение в разрезе отдельных подсечений рудных горизонтов, оценки мощности и качества руд, корреляции рудных горизонтов в пространстве между скважинами. Проектом предусматривается следующий комплекс ГИС: каротаж сопротивлений (КС), каротаж потенциалов самополяризации (ПС), гамма каротаж (ГК), кавернометрия и инклинометрия.

Буровые работы проектируются для поиска и оценки предполагаемых рудных залежей на глубину до 275 м. Скважины планируется пробурить в пределах Восточного участка на площади 5 км² севернее с. Полянника, где по работам А.А. Бабина (1958–1959 г.г.), выявлены залежи рыхлых и слабосцементированных железных руд мощностью 3...10 м при среднем содержании железа общего 38,6%. Сеть бурения принимается, согласно рекомендациям ВИМСа 1200×1200 м, что позволит оценить запасы железных руд по категория С₂ в объемах обусловленных техническим заданием. Проектные профили скважин вынесены на карту. Кроме того проектом допускается корректировка местоположения бурения и глубины каждой конкретной скважины и группы скважин в зависимости от геологической ситуации (изменения положения рудного тела, получения отрицательных результатов анализа, новых геофизических данных и т.п.).

Лабораторные работы. Комплекс лабораторных работ проектируется с целью изучения химического, петрографического и минералогического состава руд и вмещающих пород. С этой целью планируется проведение следующих видов лабораторных исследований:

- спектрального анализа геохимических проб;
- пробирного анализа на золото и серебро рудных проб;
- силикатный анализ (с расшифровкой потерь при прокаливании);
- технологических исследований (испытаний) руд;
- изготовление прозрачных и полированных шлифов II категории.

Камеральные работы заключаются в промежуточной полевой и окончательной обработке полученных материалов и составление отчета.

Метрологическое обеспечение. При проведение проектных работ будут выполняться измерения положения скважин, параметров геологических тел, размеров и веса проб с точностью, предусмотренной техническими инструкциями по производству работ и характеристикам приборов.

Прочие работы включают в себя следующие виды: оформление различных лицензий (на проведение бурения и каротажа скважин и др.) и разрешительных документов на производство работ (земельный отвод, спецводопользование и т.д.), экспертиза проектно-сметной документации и рецензирование окончательного отчета, экологическая экспертиза и пр.

1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых работ

1.5.1. Методика проведения буровых работ

Скважины поисково-оценочного бурения планируется пробурить в пределах Восточного участка на площади 5 км² севернее с. Поляненька, где по работам А.А. Бабина (1958-1959 г.г.), выявлены залежи рыхлых и слабосцементированных железных руд мощностью 3 м.

Учитывая, что наилучшие технико-экономические результаты получаются при бурении скважин малого диаметра, в основу проектной конструкции положено получение керна минимального возможного диаметра, достаточного для получения достоверной геологической информации или для опробования полезного ископаемого. Установлено, что большинство месторождений черных металлов, меди, угля, горючих сланцев, цветных металлов, некоторых редких и благородных металлов можно разведывать инструментом малого диаметра при условии получения кондиционного выхода керна.

Принимаем минимально-допустимый диаметр керна $d_{\text{кmin}}=32$ мм.

Выход керна по рудной зоне не менее 90%, по вмещающей толще не менее 70%.

1.5.2. Расчет объемов буровых работ

Проектом предусматривается бурение 6 оценочных геологических скважин глубиной 275 м. Бурение будет производиться твердосплавными коронками в осадочных породах II...VI категорий по буримости с полным отбором керна (1650 погонных м). Основной диаметр бурения – 59 мм. Угол наклона скважины к горизонту – 90°.

Условия бурения скважины следующие:

1. Скважины вертикальные, проходятся с промывкой глинистым раствором, обработанным КМЦ.
2. После окончания бурения во всех скважинах проводится каротаж.

1.5.3. Геолого-технические условия бурения скважин

Основными физико-химическими свойствами горных пород, влияющими на бурение, являются: механическая прочность, упругость, пластичность, хрупкость, твердость, абразивность, плотность, пористость, водопроницаемость, плавучесть и устойчивость.

Совокупность физико-химическими свойствами горных пород определяет их буримость, т.е. способность горных пород сопротивляться проникновению в них породоразрушающего инструмента. Буримость горной породы характеризуется механической скоростью бурения – значением углубления скважины за единицу времени.

Проектный геологический разрез представлен горными породами приведёнными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Геологический разрез Бакчарского железнорудного проявления

Породы	Интервал	
	от	до
Почвенный слой, торф	0	4
Супесь	4	9
Суглинки	9	20
Глины плотные песчанистые	20	35
Гравелистый песок с прослоями глин	35	50
Пески с прослоями глин, алевролитов	50	70
Глины с прослоями песков алевролитов	70	145
Глины с прослоями песков гравелистых, линзы бурых углей	145	185
Песчаник с прослоями глин и алевролитов	185	205
Песчаники трещиноватые на сидеритовом цементе с прослоями алевролитов и железных руд	205	275

Для проектирования конструкции скважины необходимо определить характеристики и категорию пород по буримости. Предварительно определяем расчетный показатель:

$$\rho_m = 3 \cdot F_d^{0,8} \cdot K_{абр}, \quad (1.1)$$

где F_d – динамическая прочность горных пород, определяется из таблицы 1.1 [1]; $K_{абр}$ – коэффициент абразивности, определяется из таблицы 1.2 [1].

1. Суглинки, переслаивание глин, песков, алевролитов малоабразивных, коэффициент абразивности $K_{абр} = 0,3$; коэффициент динамической прочности $F_d = 3,5$.

$$\rho_m = 3 \cdot 3,5^{0,8} \cdot 0,3 = 2,45.$$

На основании ρ_m определяем характеристики породы по таблице 3 [1]:

- категория по буримости – II, III;
- твердость по Шрейнеру (H/mm^2) – 100...250;
- коэффициент крепости по Протодьяконову – 1...2;

– примерная механическая скорость бурения, м/ч – 12.0.

Порода неустойчивая, легко разрушаемая, размываемая. Выход керна плановый 70%, фактический 30%.

2. Глины с прослоями алевролитов бурых углей, песок гравелистый, коэффициент абразивности $K_{абр} = 0,4$; коэффициент динамической прочности $F_d = 5$.

$$\rho_m = 3 \cdot 5^{0,8} \cdot 0,4 = 4,35.$$

На основании ρ_m определяем характеристики породы по таблице 3 [1]:

- категория по буримости – IV;
- твердость по Шрейнеру (H/mm^2) – 800...1000;
- коэффициент крепости по Протодьяконову – 4...5;
- примерная механическая скорость бурения, м/ч – 9.

Порода малоустойчивая, легко разрушаемая, слабо-трещиноватая, удельная кусковатость керна 6...10 шт/м, показатель трещиноватости 0,51...1,00. Выход керна плановый 70%, фактический 70%.

3. Песчаник с прослоями глин и алевролитов, коэффициент абразивности $K_{абр} = 0,4$; коэффициент динамической прочности $F_d = 7$.

$$\rho_m = 3 \cdot 7^{0,8} \cdot 0,4 = 5,7.$$

На основании ρ_m определяем характеристики породы по таблице 3 [1]:

- категория по буримости – V;
- твердость по Шрейнеру (H/mm^2) – 800...1000;
- коэффициент крепости по Протодьяконову – 5...6;
- примерная механическая скорость бурения, м/ч – 8.

Породы среднеустойчивые, разрушаемые вибрацией снаряда, трещиноватые, удельная кусковатость керна 10...30 шт/м, показатель трещиноватости 1,01...2,00. Выход керна плановый 70%, фактический 90%.

4. Песчаники трещиноватые на сидеритовом цементе с прослоями алевролитов и железных руд, коэффициент абразивности $K_{абр} = 0,7$; коэффициент динамической прочности $F_d = 11$.

$$\rho_m = 3 \cdot 11^{0,8} \cdot 0,7 = 14,3.$$

На основании r_m определяем характеристики породы по таблице 3 [1]:

- категория по буримости – VI;
- твердость по Шрейнеру (H/mm^2) – 2000...3000;
- коэффициент крепости по Протоdjяконову – 8...10;
- примерная механическая скорость бурения, м/ч – 2.14...3.7.

Породы среднеустойчивые, разрушаемые вибрацией снаряда, трещиноватые, удельная кусковатость керна 10...30 шт/м, показатель трещиноватости 1,01...2,00. Выход керна плановый 90%, фактический 90%.

Результаты сводим в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики и категории пород по буримости

Наименование пород	Глубина подошвы	Мощность слоя	Категория пород
1	2	3	4
Почвенный слой, торф	4	4	II
Супесь	9	5	II
Суглинки	20	11	II
Глины плотные песчанистые	35	15	III
Гравелистый песок с прослоями глин	50	15	III
Пески с прослоями глин, алевролитов	70	20	III
Глины с прослоями песков, алевролитов	145	75	IV
Глины с прослоями песков гравелистых, линзы бурых углей	185	40	IV
Песчаник с прослоями глин и алевролитов	205	20	V
Песчаники трещиноватые на сидеритовом цементе с прослоями алевролитов и железных руд	275	70	VI

Рудные тела представлены бурыми железняками и железистыми песчаниками оолитового сложения, большей частью рыхлыми. Бурение по

рудному телу относится к бурению в сложных условиях, так как в этих интервалах предполагаются обвалы неустойчивых стенок скважин, поглощение промывочной жидкости и прочие осложнения. Для получения керна, проектный выход которого, планируется не ниже 70% по полезному ископаемому, предусматривается применение специальных технических средств и технологии бурения.

Для перекрытия отложений, представленных торфяниками и оторфованными суглинками, мощность которых достигает 20 м, проектируется спуск колоны направления на глубину 24 м, которая цементируется до устья.

Для закрепления рыхлых пород палеогена и верхнемеловых отложений, склонных к обвалам, поглощениям и водопроявлениям, планируется установка технической колоны до глубины 75 м.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

2.1. Организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения

Бурение геологоразведочных скважин на Бакчарском железорудном проявлении производилось передвижной буровой установкой УКБ-5П, оснащенной станком СКБ-5, смонтированным вместе с буровым зданием, электроснабжение – от передвижной дизельной электростанции. В качестве промывочной жидкости использовался глинистый или эмульсионный раствор, приготовляемые на месте бурения. Скважины были вертикальные глубиной 400...500 м, через 5...10 км друг от друга. Применяемое отечественное оборудование позволяло получать выход керна 70...80%.

2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении

Эффективность бурения геологоразведочных скважин существенно зависит от способа разрушения пород, способа бурения и типа породоразрушающего инструмента. При выборе способа бурения и типов породоразрушающего инструмента необходимо руководствоваться данными, характеризующими их эффективность, основными из которых являются: механическая скорость бурения, проходка за рейс, проходка ПРИ.

Целевое назначение скважин – поиск и оценка железной руды на Бакчарском рудопроявлении. Исходя из геолого-технических условий, назначения скважины и из рекомендаций по выбору способа бурения, наиболее оптимальным является вращательный способ бурения. Бурение с применением ударно-вращательного способа не эффективно, т.к. необходимо получать

представительные образцы пород с неизменной структурой и физико-механическими свойствами. Бурение скважины будет осуществляться с отбором керна по всей глубине скважины. Данный способ позволяет получить керн, изучение которого в сочетании с другими исследованиями в скважинах позволяет с большой точностью и достоверностью подсчитать запасы полезного ископаемого, определить его качество и условия залегания.

При бурении скважины для обеспечения циркуляции очистного агента будет использоваться прямая схема промывки.

В качестве очистного агента будет использоваться глинистый раствор. При этом, исходя из предполагаемых осложнений, плотность раствора в процессе бурения будет корректироваться. Следует отметить, что для обеспечения безаварийности проходки скважины, по каждому характерному интервалу осложнений, помимо необходимой плотности, раствор должен обладать параметрами соответствующими данным условиям бурения посредством добавления различных реагентов.

2.3. Разработка типовых конструкции скважин

Конструкция скважины отражает смену диаметров по интервалам ствола, количество и глубину спуска колонн обсадных труб и их диаметр, а также интервалы цементирования затрубного пространства.

Конструкция скважины зависит от физико-механических свойств горных пород, слагающих геологический разрез, глубины их залегания; конечного диаметра скважины и глубины скважины; цели и способа бурения.

Таким образом, при выборе конструкции скважины определяющими факторами служат геологические условия и номенклатура технических средств.

Диаметры скважины выбираются из условия обеспечения эффективного решения поставленной задачи (получение качественной пробы в необходимом количестве, проведение комплекса намеченных наблюдений, исследований).

Для снижения материальных и финансовых затрат скважину следует сооружать с использованием по возможности меньших диаметров ПРИ и труб.

Минимальные допустимые диаметры скважин приведены в таблице 2.1. Так как полезным ископаемым Бакчарского рудопроявления является железная руда, то принимаем минимально-допустимый диаметр керна $d_{k.min} = 32$ мм.

Таблица 2.1 – Рекомендации по минимально допустимым диаметрам керна в зависимости от типа месторождения и полезного ископаемого

Генетические типы месторождений	Промышленные типы руд (полезных ископаемых)	Рекомендуемый минимальный диаметр керна, $d_{k.min}$, мм
Собственно магматические	хромитовые	22
	титаномагнетитовые	32
	медно-никелевые	32-42
	редкометальные	32
Пегматитовые	редкометальные	42-60
Контактово-метасоматические (скарновые)	железные	32
	молибдено-вольфрамовые	32-60
	медные	32
	руды других металлов (Au, Pb, Zn)	32
Гидротермальные	Золотые	22-32
	уранованадиевые	22
Метаморфогенные	железистые кварциты	32
	золотоносные конгломераты с ураном	32

Для определения минимально возможного внутреннего диаметра коронки $D_{B.min}$ используем формулу:

$$D_{B.min} = d_{k.min} + \Delta, \quad (2.1)$$

где Δ – уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости.

Ориентировочно Δ может быть определена по формуле:

$$\Delta = 20 - 8 \cdot \ln f, \quad (2.2)$$

где f – категория пород по буримости ($f = 6$, $\ln 6 = 1,794$).

$$\Delta = 20 - 8 \cdot \ln 6 = 20 - 8 \cdot 1,794 = 5,65 \text{ мм.}$$

Для неоднородных пород перемежающихся по твердости, слабосвязанных и трещиноватых VI категории по буримости рекомендуются технические средства такие как: ТДН-2, ДКНТ-ВП, КССК, ДЭС, КГК.

$$D_{B \min} = d_{k \min} + \Delta = 32 + 5,65 = 37,65 \text{ мм.}$$

Исходя из полученных значений и осложнённых геологических условий, а так же для обеспечения безаварийности буровых работ, принимаем конечный диаметр скважины $D_C = 76$ мм и выбираем наиболее рациональный снаряд для получения необходимого выхода керна с внутренним диаметром коронки $D_B = 44$ мм – ДКНТ-ВП-0.

На основе геолого-технических условий и диаметра керна по полезному ископаемому проектируем конструкцию скважины.

В интервале от 0 до 24 м бурение производится коронкой диаметром 112 мм. После отбуривания интервала устанавливаются обсадные трубы диаметром 108 мм до глубины 24 метров, затрубное пространство в интервале 0-24 м тампонируется цементным раствором (направляющая колонна).

В интервале от 24 до 75 м бурение производится твердосплавной коронкой диаметром 93 мм. После прохождения интервал обсаживается обсадными трубами диаметром 89 мм, затрубное пространство тампонируется цементным раствором в интервале 65-75 м. Состав раствора для тампонирувания: портландцемент затворённый в технической воде.

Бурение в интервале от 75 до 205 м производится твердосплавной коронкой диаметром 76 мм.

Бурение в интервале от 205 до 275 м производится двуколонковым снарядом ДКНТ-ВП-0 диаметром 76 мм.

Типовая конструкция скважины для данных геологических условий приведена на рисунке 2.1.

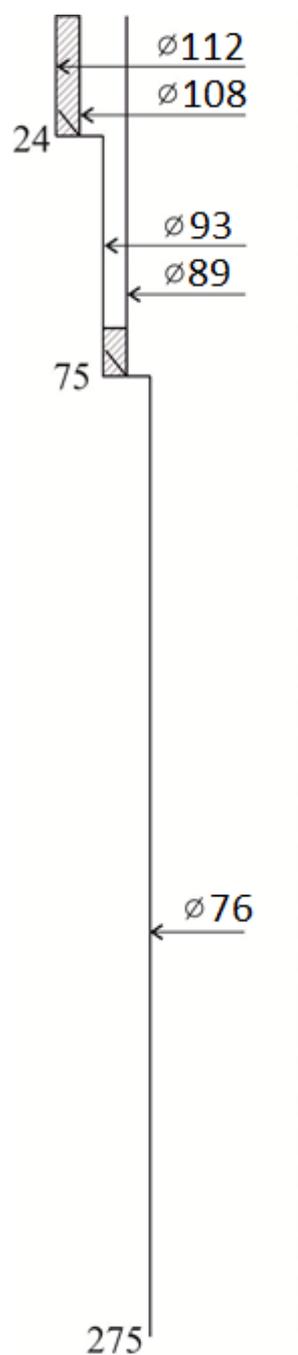


Рисунок 2.1 – Типовая конструкция скважины

Описание скважин шифрами по различным классификациям:

Классификация по Козловскому Е.А.:

Б II (24;75) а (75)

Классификация ВИТРа:

275 Т 76 II 24 (93Н) 75 (89Н)

2.4. Выбор буровой установки

Рациональный выбор бурового оборудования во многом определяет затраты времени и материальных ресурсов на бурение скважины и, следовательно, экономические показатели бурения.

Буровые установки следует выбирать независимо от глубины с учетом конкретных геолого-технических условий, конечного диаметра скважины и методов бурения для получения наиболее высоких технико-экономических показателей. Один и тот же буровой станок, входящий в комплект буровой установки (или сама буровая установка) в зависимости от условий и методов бурения может быть эффективно использован в достаточно широком диапазоне глубин.

Для бурения скважин глубиной до 300 м широко используется установка УКБ-3, которая выпускается в передвижном и самоходных вариантах.

Самоходная буровая установка УКБ-200/300С предназначена для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин с применением алмазного и твердосплавного породоразрушающего инструмента. Оборудование смонтировано на автомашине ЗИЛ-131 (рисунок 2.2). На шасси автомобиля расположены буровой станок с дизелем марки Д37Е, мачта, трубооборот, буровой насос. Мачта сварной конструкции (из уголков) оснащена двухроликовым кронблоком и свечеприемником для установки бурильных труб без участия верхового рабочего.

Передвижная установка УКБ-200/300П предназначена для колонкового бурения вертикальных и наклонных скважин в районах с трудными условиями транспортировки (рисунок 2.3). Привод установки – дизель-электрический. Санное основание установки представляет собой сварную металлическую конструкцию, на которой смонтировано все буровое оборудование и укрытие.

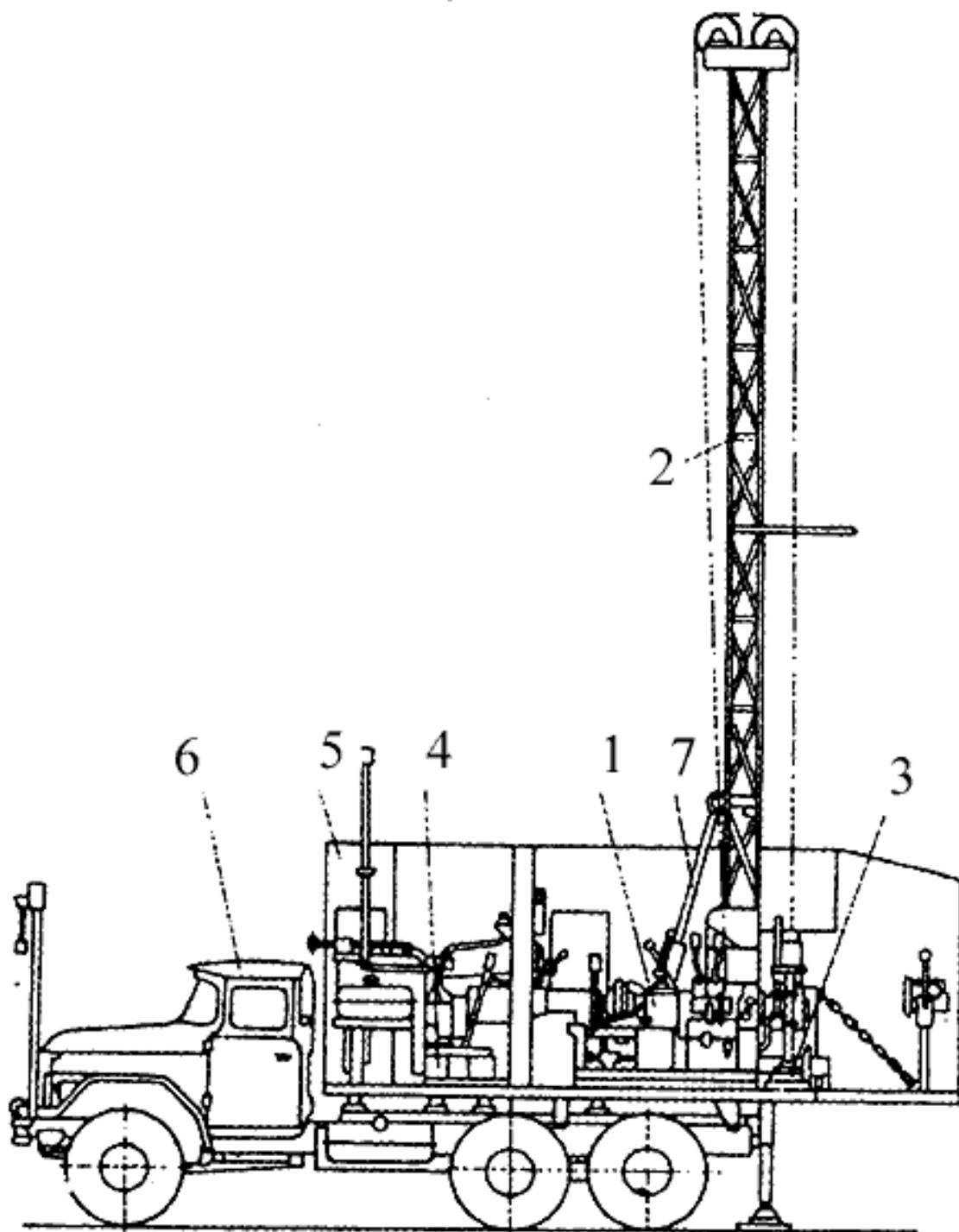


Рисунок 2.2 – Самоходные буровая установка УКБ-200/300С:
1 – буровой станок; 2 – мачта; 3 – трубооборот; 4 – буровой насос;
5 – укрытие; 6 – кабина; 7 – гидроцилиндр

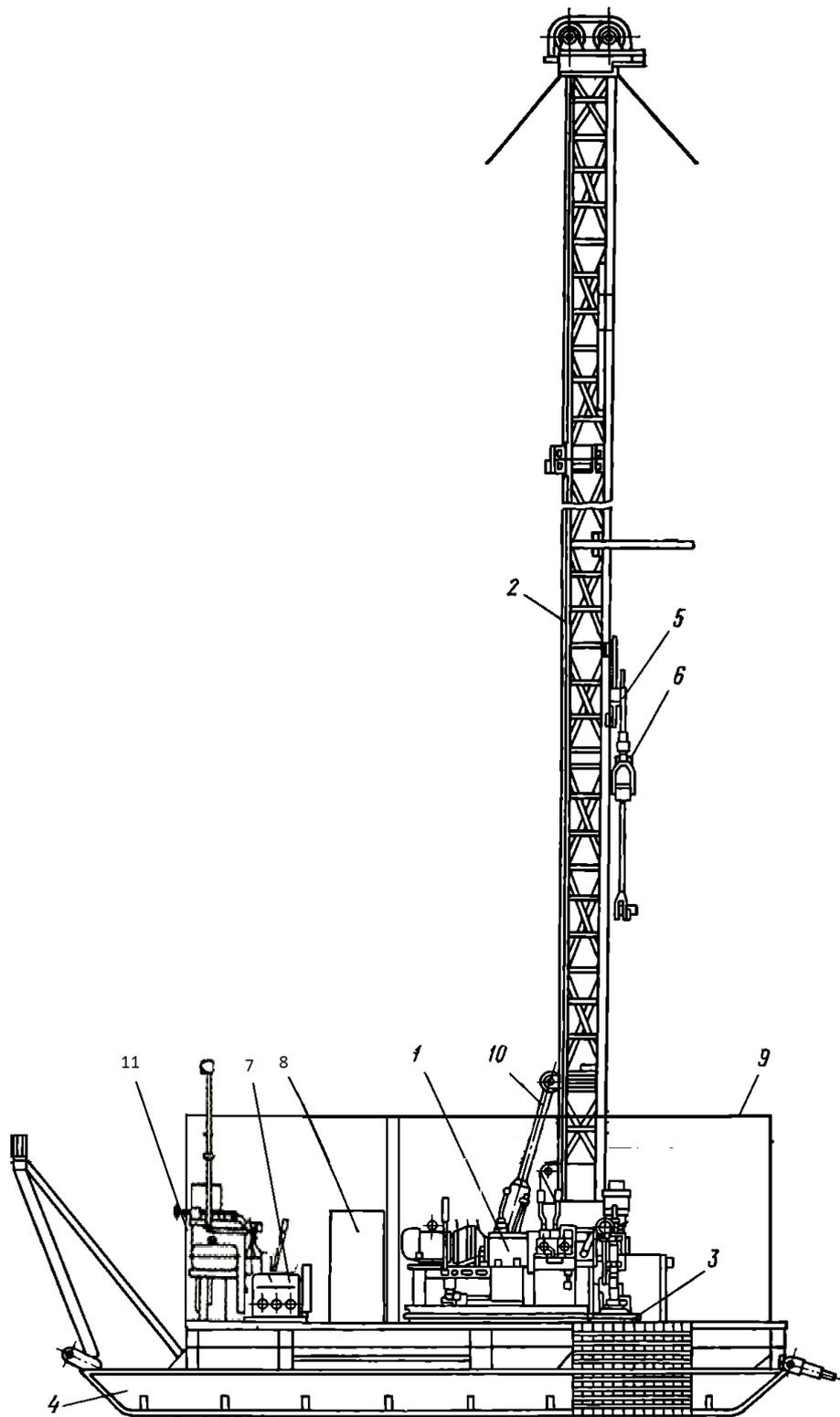


Рисунок 2.3 – Передвижная буровая установка УКБ-200/300:
 1 – буровой станок; 2 – мачта; 3 – трубоборозот; 4 – санное основание;
 5 – каретка; 6 – полуавтоматический элеватор; 7 – буровой насос;
 8 – электрический шкаф; 9 – укрытие; 10 – гидроцилиндр;
 11 – дизель-генератор

Для данных условий выбираем передвижную установку УКБ-200/300П, так как район проектируемых работ находится в таежной заболоченной зоне, передвижение по которому самоходной установки весьма затруднено.

Технические характеристики передвижной буровой установки УКБ-200/300П приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – технические характеристики УКБ-200/300П

Параметры	Значения
Глубина бурения, м Ø93 мм Ø59 мм	200 300
Начальный диаметр скважины, мм	132
Угол наклона вращателя, градус	70-90
Буровой станок	СКБ-200/300
Частота вращателя, об/мин: I диапазон II диапазон	100-1500 80-1170
Система подачи бурового снаряда:	Гидравлическая с автоперехватом
Максимальное усилие подачи, кН вниз вверх	30 40
Буровой насос	НБЗ-160/6,3
Труборазворот	РТ-1200М
Буровая мачта:	МР-6
Грузоподъемность на крюке, кН: номинальная максимальная	20 32
Скорость подъема снаряда, м/с: минимальная максимальная	0,39 6
Мощность, кВт	30
Масса, кг	10150

2.4.1. Буровой станок

Буровой станок СКБ-200/300 (рисунок 2.3) является шпиндельным станком моноблочной компоновки с продольным расположением лебедки и системой гидравлической подачи бурового инструмента. Станок СКБ-200/300 комплектуется сменными шестернями углового редуктора вращателя. При их использовании может быть получено два диапазона частоты вращения шпинделя: высокий диапазон (215–1580 об/мин), низкий диапазон (140–1060 об/мин). Сменные шестерни могут легко извлекаться из вращателя без снятия его со станка.

Техническая характеристика станка СКБ-200/300 приведена в таблице 2.3.

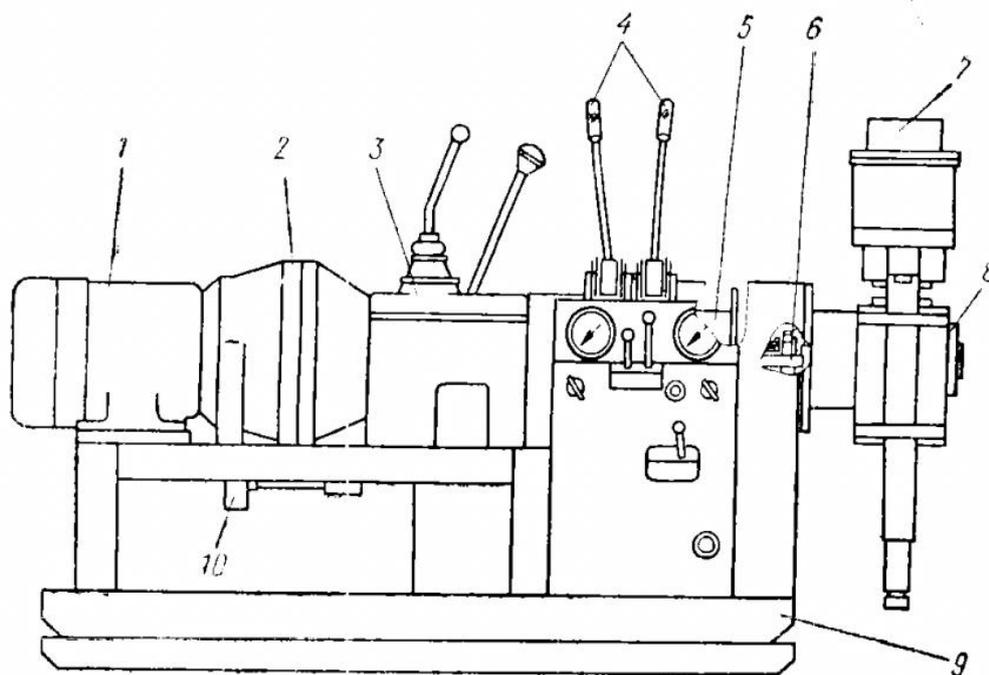


Рисунок 2.4 – Буровой станок СКБ-200/300:

- 1 – электродвигатель; 2 – фрикцион; 3 – коробка передач; 4 – тормоза спуска и подъема; 5 – лебедка; 6 – вал; 7 – пружинно-гидравлический патрон; 8 – вращатель; 9 – рама; 10 – маслонасос

Таблица 2.3 – Техническая характеристика станка УКБ-200/300

Параметры	Значения
Глубина бурения, м Ø93 мм Ø59 мм	200 300
Начальный диаметр скважины, мм	132
Конечный диаметр, мм	93/59
Угол наклона скважины, град	0-360
Частота вращения шпинделя, об/мин I диапазон II диапазон	140, 277, 513, 808, 1060 215, 389, 690, 1078, 1580
Грузоподъемность лебедки, кН максимальная	32
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0.69, 1.25, 2.25, 3.5, 5.15
Мощность двигателя, кВт	13
Диаметр ведущей трубы, мм	42
Максимальное усилие подачи, кН вниз вверх	30 40
Длина хода подачи, мм	500
Масса станка без двигателя, кг	975

2.4.2. Буровой насос

Буровой насос НБ-160/6,3 входит в комплект буровой установки УКБ-200/300П. Насос предназначен для подачи промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин. Техническая характеристика насоса приведена в таблице 2.4.

Работа насоса при температуре ниже 0°С должна обеспечиваться условиями, предотвращающими замерзание бурового раствора.

В качестве промывочной жидкости могут применяться эмульсии и вода. Насос применяется для перекачки жидкостей с удельным весом (плотностью) до 1,2 г/см³; вязкостью до 35 с, содержанием песка и шлама до 4,5% (по весу).

Таблица 2.4 – Технические характеристики насоса НБ-160/6,3

Параметры	Значения
Подача, л/мин с плунжером Ø70 мм с плунжером Ø45 мм	20; 25; 50; 95; 162 8; 10; 22; 40; 65
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	32; 38; 81; 147; 249
Давление на выходе, МПа с плунжером Ø70 мм с плунжером Ø45 мм	4,5 6,3
Длина хода плунжера, мм	90
Количество плунжеров	3
Мощность двигателя, кВт	11
Масса, кг, не более	676

2.4.4. Буровая мачта

Установка УКБ-200/300П укомплектована мачтой 2 типа МР-6. Технические параметры мачты МР-6 представлены в таблице 2.5. Основание мачты опирается на стойку и на фланец вращателя. На верху мачты смонтирован двухроликковый кронблок. Подъем и опускание мачты осуществляется с помощью гидравлического цилиндра. При бурении наклонных скважин ферма наклоняется перпендикулярно к продольной оси, а при транспортировке она укладывается вдоль продольной оси установки.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика мачты МР-6

Параметры	Значения
Рабочая высота мачты, м	13,5
Длина свечи, м	9,5
Грузоподъемность, кН	50
Угол наклона, градус	90-45
Талевая оснастка	1×1

2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения

2.5.1. Выбор бурильных труб

Колонна бурильных труб служит для соединения породоразрушающего инструмента, работающего на забое, с буровой установкой, смонтированной на поверхности.

При колонковом бурении через бурильную колонну на породоразрушающий инструмент, непосредственно воздействующий на породу забоя, передаются осевое усилие, необходимое для внедрения разрушающих элементов в породу, и крутящий момент для преодоления сил сопротивления со стороны забоя. Кроме того, колонна бурильных труб является каналом для подведения к породоразрушающему инструменту очистного агента, с помощью которого осуществляется очистка забоя от продуктов разрушения и удаление их на поверхность, а также для охлаждения ПРИ.

Ориентировочное значение диаметра бурильных труб можно определить из соотношения:

$$d_{\text{БТ}} \approx 0,9 \cdot D_{\text{СКВ}}, \quad (2.3)$$

где: $d_{\text{БТ}}$ – диаметр бурильных труб; $D_{\text{СКВ}}$ – конечный диаметр скважины.

$$d_{\text{БТ}} = 0,9 \cdot 76 = 68,4 \text{ мм.}$$

Выбираем бурильные трубы с ниппельным соединением СБТН-68 (рисунок 2.4) исходя из рекомендаций по выбору типоразмера бурильных труб (таблица 2.6), диаметр которых наиболее приближен к основному диаметру бурения, что позволит снизить вибрации и искривление труб в скважине. Технические характеристики данных труб приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.6 – Рекомендации по выбору типоразмера бурильных труб

Диаметр скважины, мм	Глубина скважины, м	Твердосплавное бурение
76	<1200	ЛБТМ-54, СБТН-68, СБТН-54, 50МЗ

Таблица 2.7 – Технические характеристики бурильных труб

Тип	Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Диаметр ниппеля, мм	Масса 1 м трубы, кг	Длина трубы, м
СБТН-68	68	4,5	68,5/28	7,05	3; 4,5; 6

Для повышения срока службы труб и сохранности их резьбы трубы смазываются специальной смазкой для труб перед каждым спуском бурильной колонны.

Для борьбы с вибрациями необходимо использование смазки для бурильных труб, которую нужно наносить на трубы при спуске и на каждую бурильную трубу при наращивании.

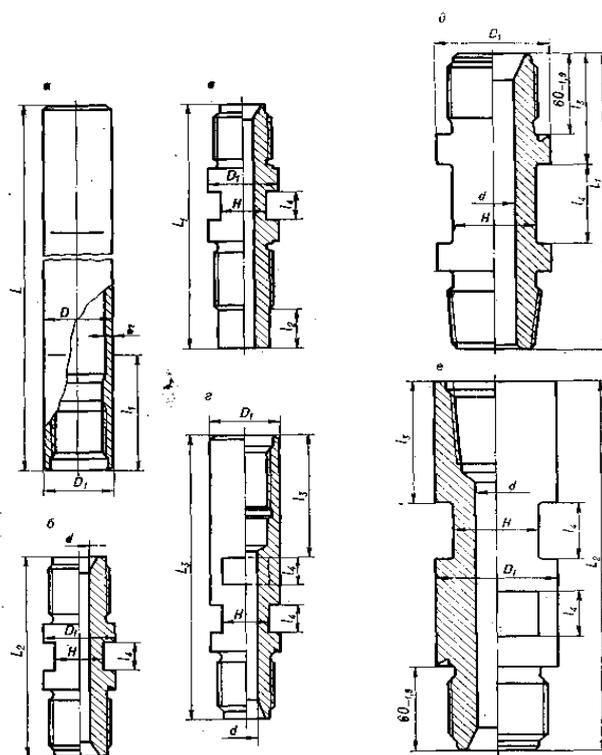


Рисунок 2.5 – Стальные бурильные трубы ниппельного соединения:

а – бурильная труба; б – ниппель трубный соединительный (типа В);

в – ниппель типа А; г – полуниппель (ниппель типа Б);

д – ниппель типа А; е – полуниппель

2.5.2. Обсадные труб

Крепление скважин обсадными трубами проводится для предотвращения осыпей и обвалов, а также для перекрытия интервалов водопроявления. Во всех проектируемых скважинах планируется посадка двух колонны обсадных труб.

В соответствии с конструкцией скважины и рекомендациями литературных источников, выбираем обсадные трубы диаметрами 108 и 89 мм ниппельного соединения (рисунок 2.5).

Техническая характеристика приведена в таблице 2.8.

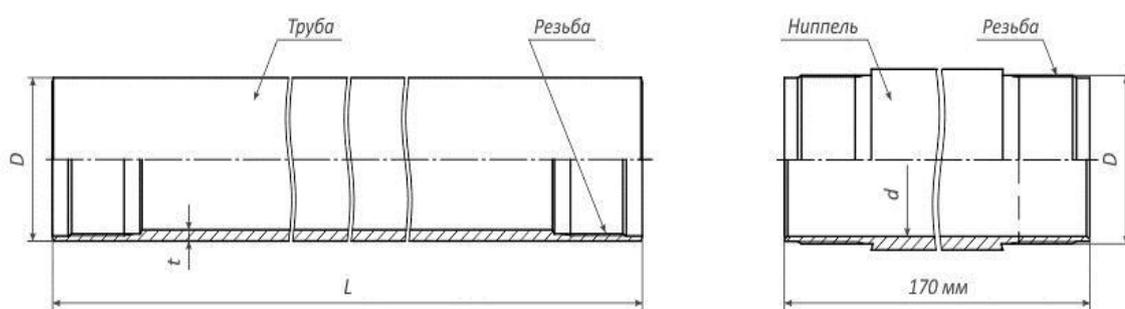


Рисунок 2.6 – Обсадные трубы ниппельного соединения

Таблица 2.8 – Техническая характеристика обсадных труб ниппельного соединения

Обозначение	Наружный/ внутренний диаметр трубы, мм	Наружный/ внутренний диаметр ниппеля, мм	Толщина стенки трубы t, мм	Резьба	Расчетная масса 1 м трубы, кг	Длина, м
89×4,5	89/80	89/78	4,5	84×4	9,38	1,5; 3,5
108×4,5	108/99	108/95,5	4,5	103×4	108	1,5; 3,5

Для успешного закрепления скважины обсадными трубами проводим два независимых один от другого вида работ:

- 1) работы, связанные с подготовкой обсадных труб к спуску их в скважину;
- 2) работы, связанные с подготовкой самой скважины.

Трубы укладываются в том порядке, в каком они будут спускаться в скважину. После измерения каждой трубы на конце её, обращённом к устью скважины, делают надпись в виде дроби, числитель которой означает номер трубы, а знаменатель – длину трубы в метрах.

Второй вид работ сводится к приведению ствола скважины в благоприятное для спуска колонн состояние. Перед спуском обсадных труб, скважину предусматривается интенсивно промыть и если это необходимо, проработать скважину коронкой (долотом) соответствующего диаметра.

Спуск обсадных труб будет производиться с помощью трубных хомутов и специальных элеваторов, свинчивание труб будет производиться шарнирными и цепными ключами.

2.5.3. Проходка горных пород

Правильно выбранные параметры режима бурения обеспечивают достижение высоких показателей бурения: повышение механической скорости, увеличение проходки за рейс и снижение стоимости 1 м бурения. Режимными параметрами, определяющими показатели бурения, являются: осевая нагрузка на коронку, частота вращения ПРИ и расход промывочной жидкости. Оптимальными режимными параметрами считаются такие, при которых обеспечиваются максимальные механическая скорость бурения и проходка за рейс.

Исходя из конструкции скважины, способа бурения и геологического разреза (таблица 2.9), сложенного породами II...VI категориями по буримости, выбираем в качестве породоразрушающего инструмента твердосплавные коронки, типоразмеры коронок приведенные в таблице 2.10.

Таблица 2.9 – Усредненный геологический разрез

Наименование пород	Глубина подошвы	Мощность слоя	Категория пород
Почвенный слой, торф, супесь, суглинки	20	20	II
Переслаивание глин, песков, алевритов	70	50	III
Глины с прослоями песков гравелистых, алевролитов, линзы бурых углей	185	115	IV
Песчаник с прослоями глин и алевролитов	205	20	V
Песчаники трещиноватые на сидеритовом цементе с прослоями алевролитов и железных руд	275	70	VI

Таблица 2.10 – Типоразмер ПРИ по интервалам бурения

Интервал бурения	Типоразмер коронки
0-24	M1-112
24-75	M5-93
75-205	CM4-76
205-275	T-СП-76

Для выбранных коронок рассчитывается осевая нагрузка, частота оборотов и интенсивность промывки.

Осевая нагрузка на коронку G (кН) определяется по формуле:

$$G = G_0 \cdot n_p, \quad (2.4)$$

где G_0 – удельная нагрузка на основной резец коронки, принимаемая соответственно свойствам проходимых пород; n_p – число основных резцов или вставок в коронке.

Частота вращения коронки n (об/мин) рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c}, \quad (2.5)$$

где V_0 – окружная скорость коронки, м/с; D_c – средний диаметр коронки, м.

Расход промывочной жидкости Q (л/мин) определяется из выражения:

$$Q = q \cdot D_H, \quad (2.6)$$

где q – расход промывочной жидкости на 1 см диаметра коронки, л/мин;
 D_H – наружный диаметр коронки, см.

Удельные значения режимных параметров для расчетов приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Удельные значения режимных параметров для выбранных твердосплавных коронок

Коронка	Категория пород по буримости	Наружный диаметр D_H , мм	Внутренний диаметр D_B , мм	Число основных резцов m (мм)	Удельная нагрузка G_0 , кН	Окружная скорость V_0 , м/с	Расход ПЖ, q , л/мин на 1 см диаметра коронки D_H
М1-112	I-III	112	73	8	0,5...0,6	1,5...1,0	12...8
М5-93	II-IV	93	53	16	0,3...0,6	1,5...0,8	12...8
СМ4-76	IV-VII	76	58	9	0,5...0,8	1,5...0,8	12...8
Т-СП-76	IV-VIII	76	44	12	0,8...1	1,2...0,7	10...7

Интервал 0-24:

$$G = G_0 \cdot n_p = (0,5 \dots 0,6) \cdot 8 = (4 \dots 4,8) \text{ кН};$$

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c} = \frac{20 \cdot (1,5 - 1)}{0,0925} = (324 \dots 216) \text{ об/мин};$$

$$Q = q \cdot D_H = (12 \dots 8) \cdot 11,2 = (134,4 \dots 89,6) \text{ л/мин.}$$

Интервал 24-75:

$$G = G_0 \cdot n_p = (0,3 \dots 0,6) \cdot 16 = (4,8 \dots 9,6) \text{ кН};$$

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c} = \frac{20 \cdot (1,5 - 0,8)}{0,073} = (410 \dots 219) \text{ об/мин};$$

$$Q = q \cdot D_H = (12 \dots 8) \cdot 9,3 = (111,6 \dots 74,4) \text{ л/мин.}$$

Интервал 75-205:

$$G = G_0 \cdot n_p = (0,5 \dots 0,8) \cdot 9 = (4,5 \dots 7,2) \text{ кН};$$

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c} = \frac{20 \cdot (1,5 - 0,8)}{0,067} = (447 \dots 239) \text{ об/мин};$$

$$Q = q \cdot D_H = (12 \dots 8) \cdot 7,6 = (91,2 \dots 60,8) \text{ л/мин.}$$

Интервал 205-275:

$$G = G_0 \cdot n_p = (0,8 \dots 1) \cdot 12 = (9,6 \dots 12) \text{ кН};$$

$$N = \frac{20 \cdot V_0}{D_c} = \frac{20 \cdot (1,2 - 0,7)}{0,06} = (400 \dots 233) \text{ об/мин};$$

$$Q = q \cdot D_H = (10 \dots 7) \cdot 7,6 = (76 \dots 53,2) \text{ л/мин.}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.12 и выбираем уточненные параметры исходя из характеристик оборудования.

Таблица 2.12 – Сводная таблица режимных параметров бурения

№ п/п	Интервал, м	Тип ПРИ	Диаметр ПРИ D _H , мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
				удельная S _y	расчетная G _p	уточненная G _o	окружная V, м/с	расчетная n, об/мин	уточненная n, об/мин	q, л/мин на 1 см	расчетная Q	уточненная Q
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	024	M1-112	112	0,5...0,6	4...4,8	4,5	1,5...1,0	324...216	277	12...8	134,4...89,6	95

Продолжение таблицы 2.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	24-75	M5-93	93	0,3...0,6	4,8...9,6	8	1,5...0,8	410...219	389	12...8	111.6...74,4	95
3	75-205	CM4-76	76	0,5...0,8	4,5...7,2	6,5	1,5...0,8	447...239	389	12...8	91,2...60,8	65
4	205-275	T-СП-76	76	0,8...1	9,6...12	12	1,2...0,7	400...233	389	10...7	76...53,2	65

2.5.4. Технология бурения по полезному ископаемому

Получение высококачественного керна из толщи полезного ископаемого является основной задачей всех поисковых и разведочных колонковых скважин, поэтому при бурении принимают все меры к тому, чтобы получить необходимый по количеству и качеству керна, используя наиболее совершенные технические средства и методы его отбора.

Так как рудные тела представлены бурыми железняками и железистыми песчаниками оолитового сложения, большей частью рыхлыми, трещиноватыми и среднеустойчивыми. Выбираем снаряд конструкции ДКНТ-ВП-0, который предназначен для получения представительного керна при бурении твердосплавными коронками трещиноватых, разрушенных, перемежающихся пород IV–VIII категорий буримости. Величина углубки за рейс достигает 2 м при достаточно высокой механической скорости бурения.

Снаряд ДКНТ-ВП-0 (рисунок 2.6) состоит из наружной и внутренней керноприемных труб, твердосплавной коронки обуривающего типа, шарикоподшипникового узла подвески и шламоулавливающей трубы с гидроциклонным шламоотделителем. Для очистки керноприемной трубы от

шлама после спуска снаряда на забой предусмотрена возможность ее промывки через осевой канал в переходнике, перекрываемый перед началом бурения шаровым клапаном.

В процессе бурения двойными колонковыми наборами в керноприемной трубе создается обратная циркуляция, основанная на принципе принудительного разделения прямого потока жидкости непосредственно у забоя скважины буровой коронкой.

В таблице 2.13 приведены технические характеристики ДКНТ-ВП-0.

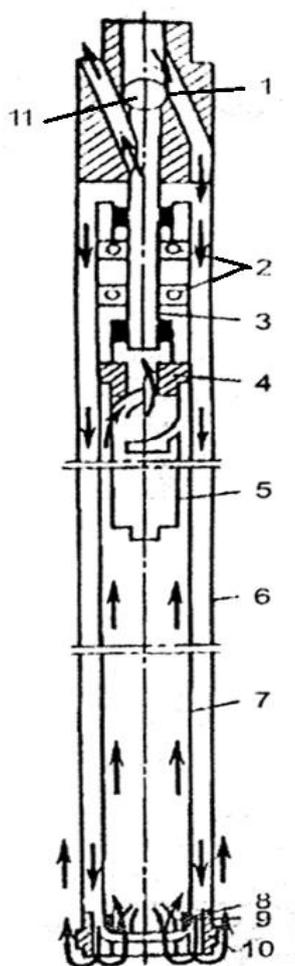


Рисунок 2.7 – Схема ДКС с не вращающимся керноприемником ДКНТ-ВП-0:

- 1 – переходник; 2 – шарикоподшипниковая опора; 3 – шпиндель;
- 4 – переходник; 5 – шламоборник; 6 – наружная колонковая труба;
- 7 – керноприемник; 8 – корпус кернорвателя; 9 – проволочные кернозахватывающие элементы; 10 – коронка; 11 – шаровой клапан

Таблица 2.13 – Техническая характеристика двойных колонковых наборов ДКНТ-ВП-0

Параметры	ДКНТ-ВП-0-59	ДКНТ-ВП-0-76	ДКНТ-ВП-0-93
Диаметр коронки, мм: наружный/внутренний	59/35	76/44	93/59
Общая длина набора, мм	3600	3400	3400
Масса набора, кг	40	55	70

2.5.5. Параметры промывочной жидкости

Немаловажным фактором, влияющим на процесс бурения, на успешность строительства скважины, минимизацию затрат времени, предотвращение аварий и осложнений, связанных с устойчивостью разбуриваемых грунтов, является правильный выбор промывочной жидкости, бурового раствора, отвечающего за все вышеперечисленные факторы.

В качестве бурового раствора в нашем случае будем использовать глинистый раствор, наиболее успешно применяемый при бурении осадочных, рыхлых, неустойчивых, трещиноватых пород, который позволяет закрепить стенки скважины в процессе бурение. Качество глинопорошков и глинистых растворов из них зависит от технических условий. Все глинопорошки поставляются в бумажных мешках массой по 40 кг, мешки маркируются, каждая партия глинопорошка должна иметь паспорт с указанием даты изготовления и качественных показателей глинопорошка. Использование технической воды не требует специальных рекомендаций.

Необходимый глинистый раствор должен обладать следующими качественными показателями:

- вязкость – 22 с;
- плотность – 1.21 г/см³;
- водоотдача – 14 см³/30 мин;
- толщина корки не более 2 мм;

- стабильность – 0.01 г/см³;
- содержание песка – 1%.

Для приготовления промывочной жидкости будем использовать глиномешалку МГ2-4.

2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины, сложенных неустойчивыми породами

Для крепления скважины при бурении на твердые полезные ископаемые применяются гладкоствольные цельнотянутые стальные обсадные трубы по ГОСТ 6238-77. Для выше указанной конструкции скважины будут применены обсадные трубы диаметрами 108 и 89 мм.

Тампонирующее геологоразведочных скважин производится для решения следующих задач: закрепления устья скважины; герметизации кольцевых зазоров между обсадными трубами и стенками скважины; изоляции горизонтов, поглощающих промывочную жидкость; закрепления интервалов с обваливающимися и деформирующимися стенками скважин; разобщения отдельных горизонтов (пластов) в стволе скважины; создания искусственного забоя в стволе скважины;

Практика бурения геологоразведочных скважин показывает, что эффективность работ по тампонированию обуславливается в основном геолого-техническими условиями разреза месторождения, физико-химическими свойствами тампонирующих материалов и смесей, наличием и совершенствованием технических средств по проведению тампонирующего и технологией тампонирующего скважин. В данных геологических условиях тампонирующее затрубного пространства требуется в интервалах 0-25 и 65-75 м. Тампонирующее будет производится путем применения портландцемента.

Крепление стенок скважины в интервале 145-185 м будет производится по средствам тампонирующее открытого ствола скважины.

2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

Проведение расчетов позволяет сделать выводы о правильности выбора и назначения режима работы бурового оборудования, сделать выводы по оптимизации режима его работы.

2.7.1. Проверочный расчет мощности привода бурового станка

Привод бурового станка включается в работу или для бурения, или для проведения спускоподъемных операций. Мощность привода рассчитывается, исходя из необходимой мощности на бурение скважины, обычно на конечной глубине. Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_{\text{б}} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \quad (2.7)$$

где $N_{\text{ст}}$ – затраты мощности для привода бурового станка, кВт; $N_{\text{тр}}$ – мощность на вращение буровой колонны, кВт; $N_{\text{рз}}$ – мощность на разрушение забоя, кВт.

1) Потери мощности в станке

Затраты мощности для привода самой силовой кинематики станка $N_{\text{ст}}$ (в кВт) находится как:

$$N_{\text{ст}} = A + B \cdot n, \quad (2.8)$$

где A – затраты мощности в звеньях силовой кинематики, не зависящие от частоты оборотов шпинделя, кВт; B – коэффициент, учитывающий затраты мощности в звеньях силовой кинематики, зависящие от частоты оборотов шпинделя, кВт/(об/мин); n – частота оборотов шпинделя на конечной глубине, $n = 389$ об/мин (таблица 2.12).

В таблице 2.14 для ряда станков приводятся сведения по значениям параметров A и B .

Таблица 2.14 – Сведения по значениям параметров A и B

Марка бурового станка	$N_{\text{дв}}$ кВт	Значения	
		A , кВт	B , кВт
УКБ-200/300	13	0,7	0,0027

$$N_{\text{ст}} = A + B \cdot n = 0,7 + 0,0027 \cdot 389 = 1,75 \text{ кВт}.$$

2) Мощность на вращение буровой колонны

Затраты мощности на вращение всей колонны буровых труб $N_{\text{тр}}$ (кВт) при низких частотах вращения (до 500 об/мин) определяются по формуле:

$$N_{\text{тр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \left[2,5 \cdot 10^{-8} \cdot (0,9 + 0,02\delta) \cdot \frac{D_d}{(EJ)^{0,16}} \cdot n^{1,85} \cdot L_{\text{СКВ}}^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin\Theta_{\text{ср}}) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot \delta \cdot n \cdot G_{\text{ос}} \right], \quad (2.9)$$

где L – длина буровой колонны – 275 м; K_1 – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности (1,10 – при применении нормальных глинистых растворов); K_2 – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины на затраты мощности (1 – для нормального геологического разреза); K_3 – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для ниппельного соединения бурильных труб); K_4 – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности (1,1 – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»); K_5 – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение труб о стенки скважины (1 – для стальных труб); δ – зазор между стенками скважины бурильными трубами, мм; n – частота вращения бурового вала на конечной глубине – 389 об/мин (таблица 2.12); E – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см² ($2 \cdot 10^6$ – для стальных труб); J – экваториальный момент инерции бурильных труб, см⁴; $\Theta_{\text{ср}}$ – средний зенитный угол скважины, град – 0 град;

$G_{\text{ос}}$ – усилие подачи – 1200 даН; D_d – наружный диаметр ПРИ – 76 мм.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (2.10)$$

где d – наружный диаметр БТ, см; d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$J = \frac{3,14}{64} (6,8^4 - 5,9^4) = 45,45 \text{ см}^4.$$

Зазор между стенками скважины и бурильными трубами определяется по формуле:

$$\delta = 0,5 * (D - d_n), \text{ мм}, \quad (2.11)$$

где D – диаметр скважины, мм; d_n – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 * (76 - 68) = 4 \text{ мм}.$$

$$N_{\text{тр}} = 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot \left[2,5 \cdot 10^{-8} \cdot (0,9 + 0,02 \cdot 4) \cdot \frac{76}{(2 \cdot 10^6 \cdot 45,45)^{0,16}} \cdot 389^{1,85} \cdot 275^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin 0) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 389 \cdot 1200 \right] = 0,95 \text{ кВт}.$$

3) *Мощность на разрушение забоя.*

Мощность на работу породоразрушающего инструмента N_3 (кВт) может быть определена по формуле:

$$N_3 = 0,06 \cdot \mu_k \cdot G_{oc} \cdot n \cdot \frac{D_n + D_B}{195000}, \quad (2.12)$$

где μ_k – коэффициент трения, $\mu_k = 0,3$; D_n – наружный диаметр коронки, – 76 мм; D_B – внутренний диаметр коронки, – 44 мм; G_{oc} – усилие подачи в даН; n – частота вращения бурового вала в об/мин.

$$N_3 = 0,06 \cdot 0,3 \cdot 1200 \cdot 389 \cdot \frac{76+44}{195000} = 5,17 \text{ кВт}.$$

$$N_6 = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}} = 1,75 + 0,95 + 5,17 = 7,87 \text{ кВт}.$$

Мощность двигателя, выбранного бурового агрегата равна 13 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.7.2. Расчет мощности привода насоса

Мощность привода насоса рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{10 \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}, \quad (2.13)$$

где Q – подача бурового насоса, – 65 л/мин (1,08 л/с) (таблица 2.12); H – давление на выкиде насоса, – 6,3 Мпа (64,2 кг/см²) (таблица 2,4), η – общий КПД насоса ($\eta = 0,8$).

$$N = \frac{10 \cdot 1,08 \cdot 64,2}{102 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ кВт}.$$

Мощность двигателя, выбранного насоса равна 11 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.7.3. Проверочный расчет грузоподъемности мачты

2.7.3.1. Расчет и выбор схемы талевой системы

Талевая система предназначена для подъема и поддержания на весу тяжелого бурового инструмента, представляющая из себя полиспастный механизм.

Исходные данные:

- длина колонны, L , м – 275;
- средний зенитный угол, θ , град – 0;
- коэффициент доп. сопротивлений, α_2 – 1,4;
- удельный вес ПЖ, $\gamma_{ж}$, г/см³, – 1,25;
- мощность двигателя, N , кВт – 13;
- коэффициент перегрузки, λ – 1,2;
- тип мачты – МР-6;
- грузоподъемность мачты, Q_m – 50 кН (5098 кгс);
- грузоподъемность лебедки, Q_l , – 32 кН (3263 кгс);
- тип бурового станка – СКБ-200/300;
- время разгона элеватора, t – 1,8;
- типоразмер бурильных труб – СБТН-68;
- длина свечи, $l_{св}$, м – 9 (таблица 2,5);
- масса элеватора, $m_э$ – 26 кгс (таблица 2.15);
- вес 1 м бурильных труб, q – 7.05 кгс (таблица 2.7).

Число рабочих ветвей определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{кр\Sigma}}{Q_l \eta}, \quad (2.14)$$

где $Q_{кр\Sigma}$ – нагрузка на крюке при подъеме колонны бурильных труб из скважины, кгс; Q_l – грузоподъемность лебедки, кгс; η – КПД талевой системы ($\eta = 0,966$).

$$Q_{кр\Sigma} = Q_{кр,д} + G_d, \quad (2.15)$$

где $Q_{кр,д}$ – вес бурового снаряда с учетом динамических сил, кгс; G_d – вес подвижного груза с учетом динамических сил, кгс.

$$Q_{кр,д} = Q_{кр} \cdot \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (2.16)$$

где $Q_{кр}$ – чистый вес бурового снаряда, кгс; V – max скорость подъема элеватора согласно ТБ ($V = 2,0$ м/с); g – ускорение свободного падения; t – время разгона элеватора.

$$Q_{кр} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot q \cdot L \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot \cos\theta_{ср} \cdot (1 + f \cdot tg\theta_{ср}), \quad (2.17)$$

где α_1 – коэффициент, учитывающий ниппельное соединение БТ; α_2 – коэффициент дополнительных сопротивлений; $\theta_{ср}$ – средний зенитный угол, $\theta_{ср} = 0^\circ$; q – вес 1 метра труб; $\gamma_{м}$ – удельный вес металла; f – коэффициент трения ($f = 0.3$).

$$G_d = G \cdot \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (2.18)$$

где G – вес подвижного груза, кгс.

$$G = m_э, \quad (2.19)$$

где $m_э$ – масса элеватора, кгс.

$$G = 26 \text{ кгс},$$

$$Q_{кр\Sigma} = \left[\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot q \cdot L \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot \cos\theta_{ср} \cdot (1 + f \cdot tg\theta_{ср}) + G \right] \cdot \left(1 + \frac{V}{g \cdot t}\right), \quad (2.20)$$

$$Q_{кр\Sigma} = \left[1 \cdot 1,4 \cdot 7,05 \cdot 275 \cdot \left(1 - \frac{1,25}{7,85}\right) \cdot 1 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0) + 26 \right] \cdot \left(1 + \frac{2}{9,8 \cdot 1,8}\right) = 2337,85 \text{ кгс},$$

$$m = \frac{Q_{кр,\Sigma}}{Q_{л} \cdot \eta} = \frac{2337,85}{3263 \cdot 0,966} = 0,74.$$

На основании произведенных расчетов выбираем талевую систему на прямом канате ТС 0×1.

2.7.3.2. Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии

Для талевой системы на прямом канате (кгс), нагрузка на вышку, определяется по формуле:

$$Q_0 = Q_{кр} + P_n, \quad (2.21)$$

где $Q_{кр}$ – полный вес бурового снаряда в статическом состоянии:

$$Q_{кр} = \alpha_1 qL \left(1 - \frac{\gamma_{жс}}{\gamma_m} \right), \quad (2.22)$$

$$Q_{кр} = 1 \cdot 7.05 \cdot 275 \cdot \left(1 - \frac{1,25}{7,85} \right) = 1630 \text{ кгс.}$$

Учитывая, что направление действия сил P_n и P_u практически вертикально и в статическом состоянии все струны ТС нагружены равномерно, принимаем:

$$P_n = \frac{Q_{кр} + G}{m}, \quad (2.23)$$

где G – вес подвижного груза, $G = 29,6$ кгс; P_n – усилие в лебедочном конце каната, кгс:

$$P_n = \frac{1630 + 29,6}{1} = 1659.6 \text{ кгс,}$$

$$Q_o = 1659.6 + 1630 = 3289.6 \text{ кгс.}$$

Усилия в рабочей ветви при подъеме бурового инструмента обозначается P_1 , в лебедочном конце каната P_n :

$$P_1 = \frac{P_n}{\beta}, \quad (2.24)$$

где β – коэффициент сопротивления одного ролика ТС, учитывающий силы трения в подшипниках роликов и каната о ролики, для стального каната ($\beta = 1,04$).

Вес бурового снаряда определяется из выражения:

$$Q_{кр.\Sigma} = P_n \frac{\beta^m - 1}{\beta^m (\beta - 1)}, \quad (2.25)$$

Исходя из этого P_n определяется:

$$P_n = Q_{кр.Σ} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \quad (2.26)$$

$$P_n = 1630 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 1695,2 \text{ кгс},$$

$$P_1 = \frac{1695,2}{1,04} = 1630 \text{ кгс}.$$

При спуске инструмента происходит перераспределение усилий, при этом максимальное усилие будет иметь место на прямом конце каната, а минимальное – в лебедочном:

$$P_n = Q_{кр.Σ} \frac{\beta - 1}{\beta(\beta^m - 1)}, \quad (2.27)$$

$$P_1 = Q_{кр.Σ} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \quad (2.28)$$

$$P_n = 1630 \cdot \frac{1,04 - 1}{1,04 \cdot (1,04 - 1)} = 1567,3 \text{ кгс},$$

$$P_1 = 1630 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 1695,2 \text{ кгс}.$$

2.7.3.4. Определение грузоподъемности мачты

Грузоподъемность в статическом состоянии определяется по формуле:

$$Q_o = Q_{кр} + G + P_n; \quad (2.29)$$

$$Q_o = 1630 + 29,6 + 1659,6 = 3319,2 \text{ кгс}.$$

Грузоподъемность при подъеме инструмента определяется по формуле:

$$Q_0 = \sum P = P_n + P_1, \quad (2.30)$$

$$Q_0 = 1659,9 + 1630 = 3289,6 \text{ кгс}.$$

$$3319,2 \leq 5098.$$

Максимальная расчетная грузоподъемность не превышает грузоподъемность мачты – следовательно, мачта пригодна для подъема данного снаряда.

2.7.3.5. Определение грузоподъемности талевой системы

Определение грузоподъемности талевой системы производится в зависимости от скорости навивки каната на барабан лебедки:

$$V = 0,69 \text{ м/с,}$$

Грузоподъемность однострунной ТС определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{102N_0\eta\eta_{ТС}}{V_{кр.i}}, \quad (2.31)$$

где N_0 – номинальная мощность двигателя ($N_0 = 22$ кВт); η – КПД передачи от вала двигателя до барабана лебедки ($\eta = 0,85$); $\eta_{ТС}$ – КПД талевой системы; $V_{кр.i}$ – скорость подъема талевого блока, м/с.

$$V_{кр.i} = \frac{V}{m}, \quad (2.32)$$

где V – скорость навивки каната на барабан лебедки, м/с.

$$V_{кр.i} = \frac{0.69}{1} = 0.69 \text{ м/с.}$$

КПД талевой системы определяется по формуле:

$$\eta_{ТС} = P / P_l, \quad (2.33)$$

где P – натяжение в лебедочном конце каната без учета сил трения в роликах:

$$P = \frac{Q_{кр}}{m}, \quad (2.34)$$

P_l – действительное натяжение в лебедочном конце каната при подъеме инструмента, определяется по формуле:

$$P_l = Q_{кр} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \quad (2.35)$$

Сводная формула:

$$\eta_{ТС} = \frac{\beta^m - 1}{m\beta^m (\beta - 1)}, \quad (2.36)$$

$$\eta_{ТС} = \frac{1,04^1 - 1}{1 \cdot 1,04^1 \cdot (1,04 - 1)} = 0,962.$$

$$Q = \frac{102 \cdot 22 \cdot 0,85 \cdot 0,962}{0,69} = 2659,3 \text{ кгс},$$

$$2659,38 > 1630.$$

Вес снаряда ($P_1 = 1630$ кгс) не превышает грузоподъемность талевой системы – следовательно, талевая система пригодна для подъема данного снаряда.

2.7.3.6. Расчет талевого каната

Расчет и выбор талевого каната производятся по статическому разрывному усилию каната, определяемому по формуле:

$$R_k \geq k P_{л. \max}, \quad (2.37)$$

где k – запас прочности ТК по технике безопасности ($k = 2,5$);
 $P_{л. \max}$ – максимальное усилие лебедки на минимальной скорости навивки каната на барабан с учетом возможной перегрузки двигателя; λ – коэффициент перегрузки двигателя ($\lambda = 1,1$);

$$P_{л. \max} = \frac{102 \cdot N_0 \lambda \eta}{V_{\min}}, \quad (2.38)$$

$$P_{л. \max} = \frac{102 \cdot 22 \cdot 1,1 \cdot 0,95}{0,69} = 3398,5 \text{ кгс};$$

$$R_k = 2,5 \cdot 3398,5 = 8496,3 \text{ кгс}.$$

На основе расчетов можно выбрать канат двойной свивки типа ТК конструкции 6×19 с органическим сердечником, диаметром 13 мм.

2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

Расчет бурильных труб сводится к определению запаса прочности в трех характерных сечениях колонны (верхнее, нижнее, нулевое).

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод о том, что колонна БТ в процессе бурения скважин будет работать с разгрузкой, т.к. вес колонны бурильных труб (1630 кгс) превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 1200 кгс. Следовательно расчёт производится только для трех сечений.

Расчет колонны бурильных труб в нижнем (сжатом) сечении

Расчет колонны бурильных труб в нижнем сечении сводится к статическому расчету на сложное напряженное состояние.

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_{\text{сж}} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1,7, \quad (2.39)$$

где $[\sigma_T]$ – предел текучести материала БТ, $[\sigma_T] = 5500$ кгс/см²; $\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение в нижней части БТ, кгс/см².

Суммарное напряжение согласно теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{из}})^2 + 4\tau^2} \geq [\sigma_T], \quad (2.40)$$

где $\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение сжатия, кгс/см²; $\sigma_{\text{из}}$ – напряжение изгиба, кгс/см²; τ – касательные напряжение, кгс/см².

Напряжение сжатия:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{\varphi \cdot P_{\text{сж}}}{F}, \quad (2.41)$$

где φ – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы, для труб ниппельного соединения $\varphi = 1,2$; $P_{\text{сж}}$ – усилие сжатия в рассматриваемом сечении, кгс; F – площадь сечения БТ, см².

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2), \quad (2.42)$$

где d – наружный диаметр БТ, см; d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$F = \frac{\pi}{4} (6,8^2 - 5,9^2) = 8,97 \text{ см}^2,$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{1,2 \cdot 1200}{8,97} = 160,54 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{\text{изг}}}, \quad (2.43)$$

где E – модуль Юнга, $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²; J – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} (d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4), \quad (2.44)$$

$$J = \frac{\pi}{64} (6,8^4 - 5,9^4) = 45,45 \text{ см}^4,$$

f – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5 \cdot (D - d_n)$$

где D – диаметр скважины по расширителю, см; d_n – наружный диаметр БТ, см.

$$f = 0,5 \cdot (7,65 - 6,8) = 0,43 \text{ см},$$

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = 100 \cdot \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{-0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{E \cdot J \cdot \omega^2}{10^3 \cdot q \cdot g}}}, \quad (2.45)$$

где q – вес 1 м бурильных труб, кгс; g – ускорение силы тяжести, м/с²; z – длина рассматриваемого участка колонны, $z = 202,5$ м; ω – угловая скорость вращения с⁻¹:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (2.46)$$

где n – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 389}{30} = 40,72 \text{ с}^{-1},$$

$$l = 100 \cdot \frac{10}{40,72} \cdot \sqrt{-0,5 \cdot 202,5 + \sqrt{0,25 \cdot 202,5^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 40,72^2}{10^3 \cdot 7,05 \cdot 9,81}}} = 910 \text{ см};$$

$$910 > 300.$$

Длина полуволны прогиба более длины одной бурильной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г.М. принимаем длину полуволны прогиба равной длине одной бурильной трубы, $l = 300$ см.

$W_{из}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см³:

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_n^4 - d_b^4}{d_n}, \quad (2.47)$$

$$W_{из} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{(6,8^4 - 5,9^4)}{6,8} = 13,37 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 0,43}{300^2 \cdot 13,37} = 320,3 \text{ кгс}.$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.48)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, кгс·см; $W_{кр}$ – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см³:

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n}, \quad (2.49)$$

где N – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 \cdot N_{рз}, \quad (2.50)$$

где $N_{рз}$ – мощность на разрушение забоя, кВт.

$$\begin{aligned} N &= 1,5 \cdot 5,17 = 7,755 \text{ кВт}, \\ M_{кр} &= 97400 \cdot \frac{7,755}{389} = 1941,7 \text{ кгс} \cdot \text{см}, \\ W_{кр} &= \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H} \text{ см}^3, \\ W_{кр} &= \frac{3,14}{16} * \frac{(6,8^4 - 5,9^4)}{6,8} = 26,74, \\ \tau &= \frac{1941,7}{26,74} = 72,6 \text{ кгс/см}^2. \end{aligned} \quad (2.51)$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(160,54 + 320,3)^2 + 4 \cdot 72,6^2} = 502,28 \text{ кгс/см}^2.$$

Запас прочности:

$$n_{сж} = \frac{5500}{502,28} = 10,95 > 1,7.$$

Данный расчет показал, что коэффициент запаса прочности превышает допустимый запас прочности, следовательно, бурильные трубы в нижнем сечении при заданных режимах бурения не должны выходить из строя.

Расчет колонны бурильных труб в верхнем (растянутом) сечении

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_p = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1,4, \quad (2.52)$$

где $[\sigma_T]$ – предел текучести материала БТ; $\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение, кгс/см².

Суммарное напряжение согласно третьей теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4 \cdot \tau_{кр}^2} \leq [\sigma_T], \quad (2.53)$$

где σ_p – напряжение растяжения, кгс/см²; определяется по тем же формулам, что и напряжение сжатия, но с корректировкой на изменение направления усилия:

$$\sigma_p = \frac{\varphi \cdot P_p}{F}, \quad (2.54)$$

где φ – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы, для труб ниппельного соединения $\varphi = 1,2$; F – площадь сечения БТ, $F = 8,97$ см²; P_p – усилие растяжения в рассматриваемом сечении, кгс:

$$P_p = q \cdot z \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot (\cos \theta_{cp \cdot z} - f_{тр} \cdot \sin \theta_{cp \cdot z}), \quad (2.55)$$

где z – длина верхнего сечения, $z = 72,5$ м; $f_{тр}$ – коэффициент трения буровой колонны о лежащую стенку скважины, $f_{тр} = 0,2$; $\theta_{cp \cdot z}$ – средний зенитный угол скважины на участке, $\theta_{cp \cdot z} = 0$.

$$P_p = 7,05 \cdot 72,5 \cdot \left(1 - \frac{1,25}{7,85}\right) \cdot (\cos 0 - 0,2 \sin 0) = 42,98 \text{ кгс};$$

$$\sigma_p = \frac{\varphi \cdot P_p}{F} = \frac{1,2 \cdot 42,98}{8,97} = 8,74 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}}, \quad (2.56)$$

где E – модуль Юнга, $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²; J – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} (d_H^4 - d_B^4), \quad (2.57)$$

$$J = \frac{\pi}{64} (6,8^4 - 5,9^4) = 45,45 \text{ см}^4,$$

f – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5 \cdot (D - d_H),$$

где D – диаметр скважины по расширителю, см; d_H – наружный диаметр БТ, см.

$$f = 0,5 \cdot (7,65 - 6,8) = 0,43 \text{ см},$$

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = 100 \cdot \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{E \cdot J \cdot \omega^2}{10^3 \cdot q \cdot g}}}, \quad (2.58)$$

где q – вес 1 м бурильных труб, кгс; g – ускорение силы тяжести, м/с²; z – длина рассматриваемого участка колонны, $z = 202,5$ м; ω – угловая скорость вращения с⁻¹:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (2.59)$$

где n – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 389}{30} = 40,72 \text{ с}^{-1},$$

$$l = 100 \cdot \frac{10}{40,72} \cdot \sqrt{0,5 \cdot 72,5 + \sqrt{0,25 \cdot 72,5^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 40,72^2}{10^3 \cdot 7,05 \cdot 9,81}}} = 955 \text{ см};$$

$$955 > 300.$$

Длина полуволны прогиба более длины одной бурильной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г.М. принимаем длину полуволны прогиба равной длине одной бурильной трубы, $l = 300$ см.

$W_{из}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см³:

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.60)$$

$$W_{из} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{(6,8^4 - 5,9^4)}{6,8} = 13,37 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 0,43}{300^2 \cdot 13,37} = 320,3 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.61)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, кгс·см; $W_{кр}$ – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см³:

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n}, \quad (2.62)$$

где N – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 \cdot N_{pz}, \quad (2.63)$$

где N_{pz} – мощность на разрушение забоя, кВт.

$$N = 1,5 \cdot 5,17 = 7,755 \text{ кВт},$$

$$M_{кр} = 97400 \cdot \frac{7,755}{389} = 1941,7 \text{ кгс} \cdot \text{см},$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H} \text{ см}^3, \quad (2.64)$$

$$W_{кр} = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{(6,8^4 - 5,9^4)}{6,8} = 26,74,$$

$$\tau = \frac{1941,7}{26,74} = 72,6 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(8,74 + 320,3)^2 + 4 \cdot 72,6^2} = 359,65 \text{ кгс/см}^2.$$

Запас прочности:

$$n_p = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} = \frac{5500}{359,65} = 15,29 > 1,4.$$

Данный расчет показал, что коэффициент запаса прочности превышает допустимый запас прочности, следовательно, бурильные трубы в верхнем сечении при заданных режимах бурения не должны выходить из строя.

Расчет колонны бурильных труб в нулевом сечении

Запас прочности бурильных труб в нулевом сечении определяется по формуле:

$$n_0 = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq 1,3, \quad (2.65)$$

где n_σ и n_τ – запас прочности по нормальным и касательным напряжениям, соответственно.

$$n_\sigma = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{из} \cdot K_y} \geq 1,3, \quad (2.66)$$

где $[\sigma_{-1}]$ – предел выносливости материала бурильных труб при изгибе с симметричным циклом, кгс/см²; $[\sigma_{-1}] = 0,41[\sigma_T]$; K_y – коэффициент, учитывающий ударный характер, $K_y = 1,5$; $\sigma_{из}$ – напряжение изгиба, кгс/см².

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}}, \quad (2.67)$$

где E – модуль Юнга, $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²; J – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} (d_H^4 - d_B^4), \quad (2.68)$$

$$J = \frac{\pi}{64} (6,8^4 - 5,9^4) = 45,45 \text{ см}^4,$$

f – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5 \cdot (D - d_H),$$

где D – диаметр скважины по расширителю, см; d_H – наружный диаметр БТ, см.

$$f = 0,5 \cdot (7,65 - 6,8) = 0,43 \text{ см},$$

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = 100 \cdot \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{E \cdot J \cdot \omega^2}{10^3 \cdot q \cdot g}}}, \quad (2.69)$$

где q – вес 1 м бурильных труб, кгс; g – ускорение силы тяжести, м/с²; z – длина рассматриваемого участка колонны, $z = 0$ м; ω – угловая скорость вращения с⁻¹:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (2.70)$$

где n – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 389}{30} = 40,72 \text{ с}^{-1},$$

$$l = 100 \cdot \frac{10}{40,72} \cdot \sqrt{0,5 \cdot 0 + \sqrt{0,25 \cdot 0^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 40,72^2}{10^3 \cdot 7,05 \cdot 9,81}}} = 943 \text{ см};$$

$$943 > 300.$$

Длина полуволны прогиба более длины одной бурильной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г.М. принимаем длину полуволны прогиба равной длине одной бурильной трубы, $l = 300$ см.

$W_{из}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см³:

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.71)$$

$$W_{из} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{(6,8^4 - 5,9^4)}{6,8} = 13,37 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 0,43}{300^2 \cdot 13,37} = 320,3 \text{ кгс/см}^2.$$

Запас прочности n_τ , определяется по формуле:

$$n_\tau = \frac{[\tau]}{\tau_{кр}} \geq 1,3, \quad (2.72)$$

где $[\tau]$ – допустимое напряжение при кручении, $[\tau] = 2700$ кгс/см²

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.73)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, кгс·см; $W_{кр}$ – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см³:

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n}, \quad (2.74)$$

где N – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 \cdot N_{pz}, \quad (2.75)$$

где N_{pz} – мощность на разрушение забоя, кВт.

$$\begin{aligned}
N &= 1,5 \cdot 5,17 = 7,755 \text{ кВт}, \\
M_{\text{кр}} &= 97400 \cdot \frac{7,755}{389} = 1941,7 \text{ кгс} \cdot \text{см}, \\
W_{\text{кр}} &= \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}} \text{ см}^3, \\
W_{\text{кр}} &= \frac{3,14}{16} \cdot \frac{(6,8^4 - 5,9^4)}{6,8} = 26,74, \\
\tau &= \frac{1941,7}{26,74} = 72,6 \text{ кгс/см}^2, \\
n_{\tau} &= \frac{2700}{72,6} = 37,19 \geq 1,3, \\
n_{\sigma} &= \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{\text{из}} \cdot K_{\text{у}}} = \frac{2255}{320,3 \cdot 1,5} = 4,69 \geq 1,3, \\
n_0 &= \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{4,69 \cdot 37,19}{\sqrt{4,69^2 + 37,19^2}} = 4,65 \geq 1,3.
\end{aligned} \tag{2.76}$$

Данный расчет показал, что коэффициент запаса прочности превышает допустимый запас прочности, следовательно, бурильные трубы в нулевом сечении при заданных режимах бурения не должны выходить из строя.

2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин

Аварии при бурении можно рассматривать как непосредственное прекращение углубки скважины, вызванное нарушением нормального состояния бурового инструмента (обрывы, падения инструмента в скважину, прижоги коронки и др.). Осложнения в бурении связывают с изменением состояния скважины (обвалы стенок, прихваты инструмента, образование желобов в скважине и др.).

Для предупреждения аварии в результате прихватов бурильных колонн необходимо: не допускать накопления и оседания шлама в скважине, для чего применять промывочные жидкости, соответствующие условиям бурения, в количестве, достаточном для выноса шлама; устраивать циркуляционную систему, обеспечивающую очистку раствора; проводить спуск инструмента в нижней части ствола скважины с промывкой и вращением: проводить

специальную очистку скважины от шлама (при необходимости – в каждом рейсе); систематически осматривать бурильную колонну с целью выявления мест утечки промывочной жидкости: своевременно перекрывать обсадными трубами зоны неустойчивых пород и поглощений; подбирать промывочные жидкости, способствующие укреплению стенок скважины, и тампонажные смеси для ликвидации поглощений промывочной жидкости; прорабатывать ствол скважины в зоне затяжек; спуск и подъем в этих интервалах проводить с вращением и интенсивной промывкой растворами с пониженной водоотдачей; не оставлять буровой снаряд на длительное время на забое или в призабойной зоне при прекращении вращения и промывки.

Для предупреждения аварий с обсадными трубами необходимо: проверять перед спуском обсадные трубы по диаметру, на целостность резьб и тела труб; проверять исправность бурового оборудования и спускоподъемных приспособлений; производить кавернометрию скважины; при возможности облегчать глинистый раствор; не допускать при спуске колонны обсадных труб их вращения и забивания шламом; при длинных колоннах (особенно тонкостенных) применять обратные клапаны; производить перед спуском колонн обсадных труб их наружную смазку (мазутом, нефте-графитовой пастой и т.п.) для облегчения извлечения.

Для предупреждения аварии с породоразрушающим инструментом необходимо: не допускать спуск в скважину коронок имеющих дефекты резьб, трещины корпусов и матриц, люфт в опорах шарошек, с забитыми промывочными отверстиями и другими дефектами; наворачивать алмазные коронки и расширители специальными ключами; прекращать бурение и производить подъем инструмента при резком падении механической скорости, возникновении вибрации и посторонних процессов в скважине; обеспечивать полную герметичность всех соединений бурового снаряда во избежание утечек промывочной жидкости; при замене породоразрушающего инструмента следить за соответствием его диаметров.

Для предупреждения аварий при работе в скважине необходимо: ознакомить каротажную бригаду перед производством работ с особенностями конструкции и состоянием скважины, с возможными зонами осложнений; проработать ствол скважины перед спуском геофизических и других скважинных приборов и снарядов; проверять соответствие кабеля (троса) глубине производимых работ, его целостность, прочность крепления скважинных приборов и устройств; прекратить спуск скважинных приборов при их затяжках, приборы поднять и повторить проработку скважины.

Для предупреждения аварий из-за падения посторонних предметов в скважину необходимо: закрывать устье скважины при поднятых бурильных трубах; следить за исправностью ключей, вилок, ручного инструмента, спуско-подъемных приспособлений; систематически проверять состояние деталей вращателя станка.

2.9. Выбор источника энергии

Силовой привод является неотъемлемой частью бурового станка и во многом определяет его технические параметры и эксплуатационные характеристики.

Силовые приводы буровых установок представляют собой компоновку двигателей, трансмиссий с устройствами, которые преобразуют энергию топлива или электричества в механическую и передают ее буровым насосам, ротору, лебедки.

В зависимости от используемого первичного источника энергии приводы делятся на автономные, не зависящие от системы энергоснабжения, и неавтономные, зависящие от системы энергоснабжения, с питанием от промышленных электрических сетей. К автономным приводам относятся двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с механической, гидравлической или электропередачей. К неавтономным приводам относятся: электродвигатели постоянного тока, питаемые от промышленных сетей переменного тока через тиристорные выпрямительные станции управления; электродвигатели

переменного тока с гидравлической либо электродинамической трансмиссией или регулируемые тиристорными системами.

В современных буровых установках для геологоразведочного бурения в качестве силового привода применяется в основном электродвигатели переменного тока и двигателя внутреннего сгорания.

В буровой установке УКБ-200/300 установлен дизельный генератор АД 30-Т400 мощностью 30 кВт.

2.10. Механизация спуско-подъемных операций

Спуско-подъемные операции (СПО) производятся с целью замены износившегося породоразрушающего инструмента, а при колонковом бурении – с целью извлечения керна, заполнившего керноприемную трубу или заклинившегося в ней.

Состав работ при СПО: сборка бурового снаряда и спуск его в устье скважины; присоединение бурильных труб и спуск колонны с буровым снарядом до забоя. После выполнения всех операций, связанных с бурением (углубкой) скважины, осуществляют подъем. При этом колонну бурильных труб разбирают на свечи. Свечи, составленные из двух-трех или более труб, либо выносят за пределы бурового здания и укладывают на козлы (стеллажи), либо устанавливают в буровой вышке – в штангоприемнике (кармане) на подсвечник.

Выполняются эти операции с помощью лебедки станка, управляемой бурильщиком, и комплекта приспособлений для СПО, состоящего из полуавтоматического элеватора МЗ-50-80, подкладной вилки, трубных ключей и труборазворота РТ-1200М, которым управляет помощник бурильщика.

Трубооборот РТ-1200М (рисунок 2.7) предназначен для работы с бурильными трубами диаметром 43; 55; 63,5; 85 мм, а также утяжелёнными бурильными трубами (УБТ) диаметром 57; 73; 89 и 108 мм.

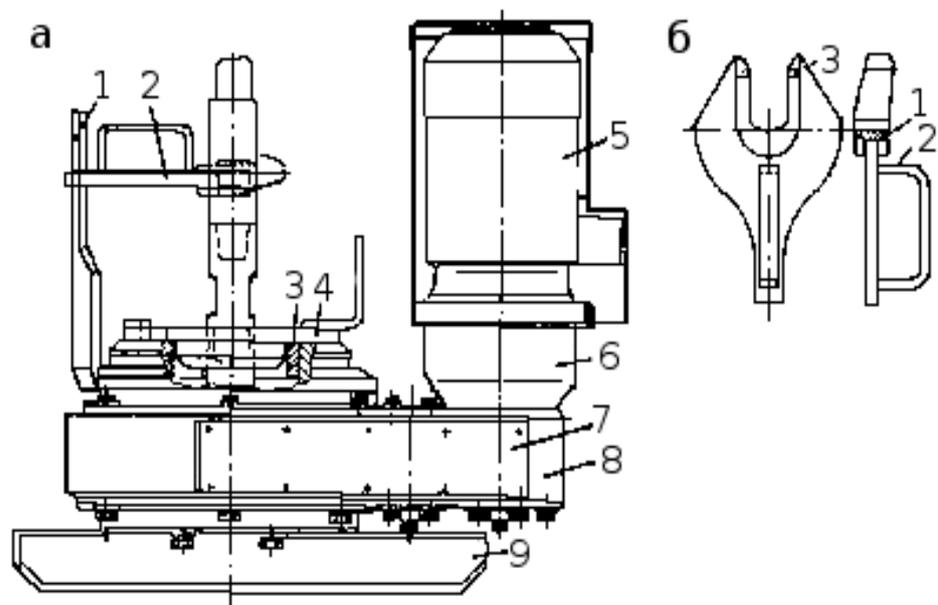


Рисунок 2.8 – Схема трубозворота РТ-1200М:

а – трубозворот: 1 – водила; 2,4 – комплекта подкладных и ведущих вилок; 3 – центратор; 5 – электродвигатель; 6 – промежуточный корпус; 7 – крышка редуктора; 8 – вращатель; 9 – рама;

б – ведущая вилка: 1 – корпус; 2 – ручки; 3 – запорные выступы

Вращатель и электродвигатель, закрытый защитным кожухом, закреплены на опорной раме трубозворота. Вращатель представляет собой редуктор, в корпусе которого выполнено центральное отверстие диаметром 205 мм, предназначенное для прохождения бурового снаряда в процессе бурения и во время проведения спуско-подъемных операций. В отверстии установлен центратор, ограничивающий радиальное перемещение бурового инструмента и служащий опорой для подкладных вилок.

К ведомой шестерне второй пары редуктора прикреплен корпус водила с рычагом, передающим вращение через ведущую вилку на резьбовое соединение при свинчивании и развинчивании буровых труб.

Трубозворот устанавливают над устьем скважины на весь период бурения. Вертикальная ось отверстия трубозворота для прохождения бурового инструмента должна совпадать с осью вращателя станка.

Для обеспечения максимальной длины хода шпинделя станка необходимо, чтобы нижняя плоскость нижнего патрона станка при опущенном шпинделе была выше, чем верхняя плоскость крышки трубоизворота. Опорную плоскость рамы трубоизворота рекомендуется устанавливать на уровне пола, а станок приподнимать на необходимую высоту.

Ведущие вилки к РТ-1200М предназначены для передачи крутящего момента от водила трубоизворота к свинчиваемым свечам при проведении спуско-подъемных операций бурового снаряда.

Ведущая вилка состоит из корпуса 1 с пазом и ручки 2. На верхнем торце корпуса по обеим сторонам от паза расположены запорные выступы 3, составляющие единое целое с корпусом.

Вилку надевают в прорези соединения до упора и опускают ручку вниз, чтобы запорные выступы зацепились за соединение над лысками. При таком способе закрепления вилка прочно удерживается в зацеплении со свечой благодаря усилию массы противоположного конца вилки.

Для свинчивания или развинчивания бурильных труб колонну пропускают через центральное отверстие в корпусе вращателя или в центраторе (в зависимости от диаметра коронки) и подвешивают на подкладной вилке, которая опирается на верхнюю плоскость центратора. Хвостовик вилки упирается в один из выступов крышки корпуса, что удерживает колонну от проворачивания. Ведущую вилку вставляют в прорезь ниппеля замка. При включении электродвигателя водило вращает ведущую вилку по или против часовой стрелки и свинчивает или развинчивает резьбовое соединение.

Пусковая аппаратура трубоизворота состоит из: магнитного реверсивного пускателя типа ПМЕ-224, кнопки управления типа У-123-2 с надписями «Вперед», «Назад» и автоматического выключателя типа АП 50-2МЗТН с тепловыми и электромагнитными расцепителями.

Нажимая на кнопку «Вперед» или «Назад», запускают электродвигатель АОЛ2-31-4В в нужную сторону вращения. При развинчивании сильно затянутых резьб водило сначала разворачивают почти на полный оборот

вправо, а затем дают ему левое вращение. Благодаря маховику и разгону водило, ударяя по ведущей вилке, срывает затянутую резьбу и отвинчивает свечу.

Полуавтоматический элеватор МЗ-50-80 (рисунок 2.8) имеет упор в специальный наголовник, надеваемый на верхний конец трубы сбоку в прорезь замка. Элеватор состоит из корпуса, затвора, серьги, отражателя и подвески. При спуске свечи элеватор надевают внизу сбоку, закрывают защелку и лебёдкой станка поднимают по трубе вверх до упора в наголовник. Свеча на элеваторе перемещается с подсвечника и после соединения с колонной спускаются в скважину. Свеча фиксируется на подкладной вилке, элеватор и наголовник снимаются.

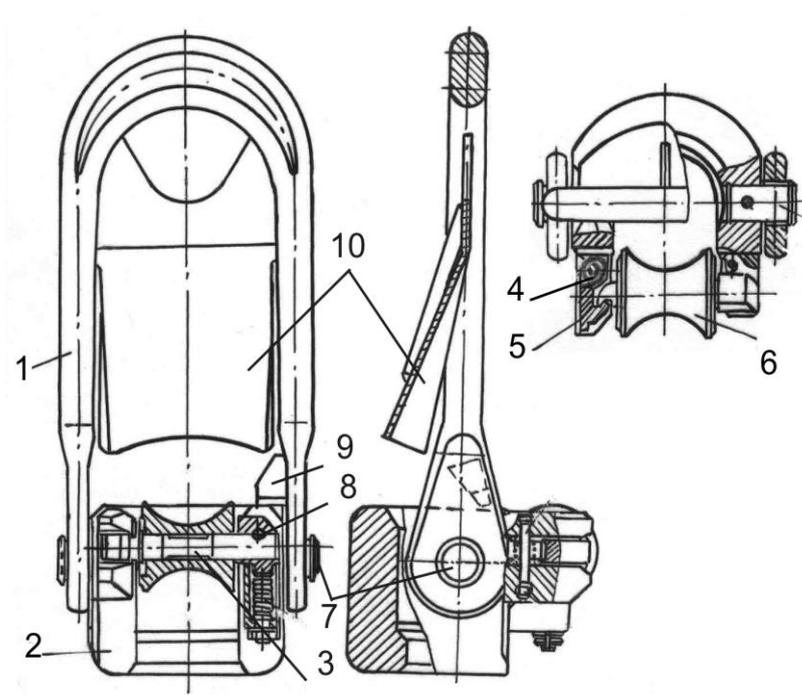


Рисунок 2.9 – Полуавтоматический элеватор МЗ-50-80:

- 1 – серьга; 2 – корпус; 3 – ось затвора; 4 – пружина; 5 – защелка; 6 – ролик;
7 – палец крепления серьги; 8 – затвор; 9 – бобышка (выступ-ограничитель);
10 – отражатель (отбойная пластина)

При подъёме свечи затвор с элеватора снимают. Заводят его сбоку трубы под наголовник, поднимают свечу и перемещают её на подсвечник. При спуске

элеватора конец свечи скользит по отражателю, элеватор отклоняется в сторону открытого зева и выходит из контакта с трубой. Элеватор спускают вниз за следующей свечой. Техническая характеристика элеватора представлена в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Техническая характеристика элеватора МЗ-50-80

Параметры	МЗ-50-80
Грузоподъёмность, кН (максимальная)	125
Габаритные размеры, мм в плане высота	230×238 660
Масса, кг	26
Тип бурильной колонны	СБТН СБТМ ССК
Способ захвата колонны	Под наголовник седлом в корпусе элеватора

2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры

Рациональная эксплуатация современного бурового оборудования и инструмента требует применения специальных контрольно-измерительных приборов (КИП), позволяющих измерять и поддерживать оптимальные параметры технологического режима бурения, работы различных механизмов, определять физическое состояние отдельных технических средств. Это позволяет повысить производительность буровых работ и безопасность их ведения, снизить аварийность в процессе сооружения скважин.

Для контроля режимных параметров бурения на пульте управления буровой установкой предусмотрены следующие приборы:

- манометр давления промывочной жидкости;
- манометр (датчик давления в контуре);
- манометр давления подачи;
- манометр давления удержания.

2.12. Автоматизация производственных процессов

Наличие двух гидравлических цилиндров для подъема мачты позволяет максимально быстро установить ее под определенным углом, что значительно сокращает время монтажных работ.

Свинчивание и развинчивание бурильных труб трубооборотом повышает производительность, продляет их срок службы, а также облегчает труд помощника машиниста буровой установки.

Использование миксера с гидравлическим приводом позволяет легко и быстро приготовить полимерный раствор, обладающий необходимыми параметрами для данных условий.

2.13. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования

Монтажно-демонтажные работы и перемещение буровых установок непосредственно на участке проектируемых работ будет осуществляться силами буровых бригад.

Монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки с мачтой, смонтированной вместе со зданием, будет осуществляться одним блоком, без разборки.

Транспортировка грузов разделяется на внешнюю до участка работ и на производственный транспорт по участку работ.

2.14. Ликвидация и консервация скважин

Согласно правилам по охране окружающей среды, ликвидационному тампонажу подлежат все проектные скважины колонкового бурения. В настоящем проекте для ликвидации поисковых скважин предусматривается использование цементно-глинистого раствора с добавлением хлористого кальция и хлористого натрия.

Согласно «Временной инструкции по проведению ликвидационного тампонирувания геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые» (С-Петербург, 93 г., п.2, 4 данной «Инструкции») проектируемые

скважины подлежат упрощенному способу ликвидационного тампонажа путем заполнения всего объема скважин от забоя до устья тампонирующей смесью. Для качественного тампонажа необходим спуск бурового снаряда до забоя.

Для тампонажа предусматривается использование глинисто-цементного раствора с добавлением хлористого натрия (п. 3. 2.2 «Инструкции...») в весовых частях: цемент – 1; глина – 4,3; жидкое стекло – 0,1; вода – 7,7.

После того, как скважина пробурена до проектной глубины, её консервируют в соответствии с ниже приведенной последовательностью, т.к. в дальнейшем может появиться необходимость для дальнейшего её изучения.

Для консервации скважины необходимо сделать следующие работы:

- провести контрольный замер глубины скважины;
- измерить зенитный и азимутальный углы скважины;
- провести каротаж;
- в устье скважины забить деревянную или металлическую пробку, на которой выжечь или выбить бородком номер скважины, глубину и дату окончания бурения;
- демонтировать буровое оборудование;
- все отстойники и ямы закопать, все неровности выровнять;
- керн увезти в кернохранилище;
- составить акт на ликвидацию скважины.

Консервация скважины – герметизация устья скважины на определенный период времени с целью сохранения её ствола в процессе бурения либо после окончания бурения. Консервация скважин проводится на непродолжительный срок (несколько месяцев) в процессе бурения при появлении в разрезе осложняющих горно-геологических условий.

При консервации скважины выполняют только часть из перечисленных выше работ, но при этом обязательны заливка ствола скважины качественным глинистым раствором повышенной вязкости, установка репера или герметичной пробки на устье, составление акта на консервацию скважины.

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

3.1. Введение

Район работ расположен на территории Бакчарского административного района Томской области, в 204 км на северо-запад от г. Томска. Территория проектируемых работ находится в таёжной зоне.

Климат района континентально-циклонический с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Снежный покров достигает 60...80 см и держится до начала мая. Число дней со снежным покровом достигает 183...201 дней. Средняя многолетняя норма осадков 520...540 мм. Время проведения работ июль 2018 года.

3.2. Производственная безопасность

Сооружение геологоразведочных скважин неразрывно связано с опасностью производимых работ. Важным является то, насколько четко и слаженно происходит взаимодействие работающих служб и как своевременно и точно поступают различные сведения, касающиеся безопасности людей.

Чем сложнее вид деятельности, тем должна быть более комплексной система защиты. В условиях производства на человека действуют в основном техногенные опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами. К опасным относится такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

К вредным же относится такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Часть производственных систем оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		
	Опасные	Вредные	Нормативные документы
Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования. Бурение скважин и вспомогательные работы	<p>Движущиеся машины и механизмы различного оборудования.</p> <p>Статическое электричество.</p> <p>Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб.</p> <p>Электрический ток.</p> <p>Аппараты, работающие под давлением.</p>	<p>Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.</p> <p>Повреждения в результате контакта с насекомыми.</p> <p>Превышение уровня шума и вибрации.</p> <p>Недостаточное освещение рабочей зоны.</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 [18]</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004 [15]</p> <p>ГОСТ 12.4.125-83 [4]</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 [9]</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 [5]</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 [11]</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2009 [7]</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 [23]</p> <p>ПБ 08-37-2005 [17]</p>

3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10...12%.

С физиологической точки зрения свет является возбудителем органа зрения человека (зрительного анализатора). Около 90 % информации, которую человек получает от внешнего мира, поступает через зрительный канал. Поэтому качество информации, получаемой посредством зрения, во многом зависит от освещения.

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение.

Нормы освещения указаны в СП 52.13330.2016 [10]. На буровой чаще применяется совмещенное освещение, искусственное освещение в ночное время суток. Источниками света являются лампы накаливания. Буровые должны быть оборудованы пылеводонепроницаемыми светильниками.

Производственное освещение на буровых должно удовлетворять следующим требованиям: равномерность распространения яркости на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства; отсутствие блёскости, т. е. повышенной яркости отражающих свет поверхностей; постоянство освещенности по времени; оптимальная направленность светового потока. Также необходимо иметь аварийное освещение с независимым источником питания.

Нормы освещения и расположение светильников на буровой установке приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы освещения по СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [10]

Место освещения	Освещенность, лк	Место установки	Число светильников	Мощность светильников, Вт
1	2	3	4	5
Рабочие места у бурового станка	40	Сбоку от механизмов на высоте 2,2...2,5 м	2	200
Щиты контрольно-измерительных приборов	50	Перед приборами	1	100
Буровой насос	25	Над насосом	1	200
Зумпф, лестница, подход к буровой	10	На высоте 2,0...2,5 м	3	100

Отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении.

Буровые работы связаны с постоянной работой на открытом воздухе.

Климат района континентально-циклонический с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Характерны возвратные холода и заморозки в мае, иногда в июне.

Снежный покров достигает 60...80 см и держится до начала мая. Число дней со снежным покровом достигает 183...201 дней. Максимальная глубина промерзания грунтов наступает в конце марта и достигает 3,50 м на песках. Минимальная 0,5...0,6 м – на торфяниках. Средняя глубина промерзания 1...2 м.

Средняя многолетняя норма осадков 520...540 мм. По количеству атмосферных осадков территория относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения.

Для защиты персонала от погодных явлений буровая установка должна быть оснащена подсобными помещениями. Рабочие должны быть обеспечены теплой спецодеждой и обувью (костюм х/б, кирзовые сапоги).

Повышенный уровень шума и вибраций.

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве. Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям. Общее между ними то, что они связаны с переносом энергии. При определенной величине и частоте эта энергия может выступать как вредный или опасный производственный фактор.

Признаки воздействия шума на организм человека проявляются как в виде специфического поражения органов слуха, так и в быстрой утомляемости, снижении реакции работающего.

Основными источниками шума на буровой являются: буровой станок, насос, вращающаяся колонна бурильных труб.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;

- установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-2014);

- использование средств индивидуальной защиты от шума (наушники, вкладыши), работающие по принципу поглощения шума.

Вибрация – механические колебательные движения объекта, передаваемые человеческому телу или отдельным его частям при непосредственном контакте. Источник вибраций на буровых – все работающие механизмы.

.Общую вибрацию по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

в) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

– снижение вибрации в источнике ее возникновения, необходимо производить своевременный профилактический осмотр и ремонт, подтягивание ослабевших соединений, своевременно смазывать вращающиеся детали;

– уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника виброизоляции, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами.

Для снижения вибрации бурильной колонны следует применять антивибрационную смазку. Для снижения вибрации станка применяются амортизаторы из упруговязких материалов (резины, войлока, пробки и т.д.). Предусмотрены также средства индивидуальной защиты – антивибрационные коврики.

Повреждения в результате контакта с насекомыми имеет особое значение, так как в районе много кровососущих насекомых комаров, мошки, мокреца, иксодовых клещей. Имеются случаи заболевания клещевым энцефалитом, в результате которого происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Заболевание начинается через две недели после укуса клеща, сопровождается высокой температурой. Клещи располагаются на

ветвях деревьев, кустарниках и травах и цепляются за одежду проходящего человека. Клещи наиболее активны в конце мая – середине июня в любое время суток и в любую погоду, кроме сильных дождей.

Для предотвращения укусов клещей все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами и индивидуальными медицинскими пакетами.

3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Движущиеся машины и механизмы различного оборудования.

Механические травмы возможны при проведении спускоподъемных операций, при монтаже и демонтаже и неправильной эксплуатации бурового и другого оборудования.

Также особую опасность представляют вращающиеся элементы оборудования, поэтому по правилам безопасности все вращающиеся части должны быть ограждены кожухом или другими защитными элементами.

При выполнении монтажно-демонтажных работ необходимо строго соблюдать требования СНиП 12-03-2001 [20].

Необходимо предусмотреть все требования по производству строительно-монтажных работ:

- предусмотреть ограждение опасных зон;
- указать места прохода людей и движения транспорта;
- на строительной площадке должны устанавливаться указатели проездов и проходов, предупредительные знаки, надписи об опасных зонах и правила поведения в них;
- не допускать беспорядочного хранения материалов, изделий и оборудования.

Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.

Острые кромки, заусеницы и шероховатость имеют место быть на поверхности бурильных инструментов и труб. При неосторожном и

невнимательном обращении с инструментом или трубами можно нанести серьезную травму, вплоть до глубоких порезов, которые могут стать причиной заражения крови.

Мероприятия по устранению причин механических травм:

– согласно ГОСТ 12.2.062-81 [9] необходима проверка наличия защитных ограждений, закрывающих доступ к движущимся частям машин и механизмов (не менее 200 мм);

– плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;

– проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств;

– очистка узлов и деталей от наружной грязи;

– проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения;

– необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты (таблица 4).

Таблица 4 – Индивидуальные средства защиты согласно ПБ 08-37-2005[17]

Наименование средств защиты	Количество
Каски	5 шт.
Предохранительные пояса	1 шт.
Диэлектрические перчатки	1 пара
Кирзовые сапоги	5 пар
Резиновые сапоги	5 пар
Рукавицы брезентовые	5 пар
Костюм х/б	5 шт.
Защитные очки	2 шт.
Респиратор	5 шт.
Медицинская аптечка	1 шт.

Электрический ток.

Источником опасности в буровом здании может оказаться:

- открытый трансформаторный шкаф;
- открытые участки пульта управления бурового станка;
- оголенные провода и кабели.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Мероприятия по устранению поражений электрическим током:

- все оголенные токоведущие части закрываются в шкафы или устанавливаются на высоте;
- устройство заземления;
- применение малого напряжения (42 В) питания согласно ГОСТ 12.1.030-81 [9];
- устройство зануления установки;
- использование защитных изолирующих средств;
- основные изолирующие средства (до 1000 В) способны длительное время выдерживать рабочее напряжение (диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжений), ими можно касаться токоведущих линий;
- дополнительные изолирующие средства (до 1000 В): диэлектрические боты, резиновые коврики. При применении этих средств недопустим контакт с токоведущими линиями.

Для защиты от поражения электрическим током используется система заземления, которая представляет собой контур шнуровых заземлений. Общее сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом для обеспечения безопасности работ.

Расчет заземления

Заземление служит для снижения напряжения прикосновения до безопасной величины. Благодаря заземлению опасный потенциал уходит в землю тем самым, защищая человека от поражения электрическим током.

Расчет заземления производится для того чтобы определить сопротивление сооружаемого контура заземления при эксплуатации.

Рассчитывается сопротивление одного электропровода производится по формуле:

$$R_{\text{э}} = 0,336 * \left(\frac{\rho}{L}\right) * \left(\text{Lg}\left(\frac{2L}{d}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) * \text{Ln}\left(4h + \frac{L}{4h} - L\right)\right), \quad (1)$$

где L – длина электропровода, $L = 3$ м; d – диаметр электропровода, $d = 0,05$ м); ρ – удельное сопротивление грунта, $\rho = 80$ Ом*м; h – глубина заложения, $h = 1$ м.

$$R_{\text{э}} = 0,336 * \left(\frac{80}{3}\right) * \left(\text{Lg}\left(\frac{2 * 3}{0,05}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) * \text{Ln}\left(4 * 1 + \frac{3}{4 * 1} - 3\right)\right) = 21,15 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{R_{\text{доп}}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{доп}}$ – допустимое сопротивление заземления, $R_{\text{доп}} = 4$ Ом.

$$n = \frac{21,15}{4} = 5,3 \text{ шт.}$$

Принимаем число заземлений $n = 5$ шт.

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = 0,336 * \left(\frac{\rho}{L_n}\right) * \text{Lg}\left(2 * \frac{(L_n)^2}{(L_0 * h_n)}\right) * \eta, \quad (3)$$

где L_n – длина 1-го участка полосы, м; L_0 – общая длина полосы, м; h_n – ширина полосы, $h_n = 0,8$ м; η – сезонный коэффициент, $\eta = 2$.

$$L_n = 1,05 * 2 * L, \quad (4)$$

$$L_n = 1,05 * 2 * 3 = 6,3 \text{ м.}$$

$$L_0 = L_n * n, \quad (5)$$

$$L_0 = 6,3 * 5 = 31,5 \text{ м.}$$

$$R_n = 0,336 * \left(\frac{80}{6,3}\right) * Lg \left(2 * \frac{(6,3)^2}{(31,5 * 0,8)}\right) * 2 = 4,25 \text{ Ом.}$$

Общее заземление контура определяется по формуле:

$$R = \frac{1}{\left(\frac{n_{ВЭ}}{R_э}\right) * n + \left(\frac{n_{ЭГ}}{R_n}\right)}, \quad (6)$$

где пвэ – коэффициент, учитывающий взаимное экранирование, пвэ = 0,8;
пэт – коэффициент экранирования труб, пэт = 0,8.

$$R = \frac{1}{\left(\left(\frac{0,8}{21,14}\right) * 5\right) + \left(\frac{0,8}{4,25}\right)} = 2,63 \text{ Ом;}$$

$R < R_{доп}$, из чего следует, что рассчитанная схема заземления пригодна для использования. Схема заземления приведена на рисунке 1.

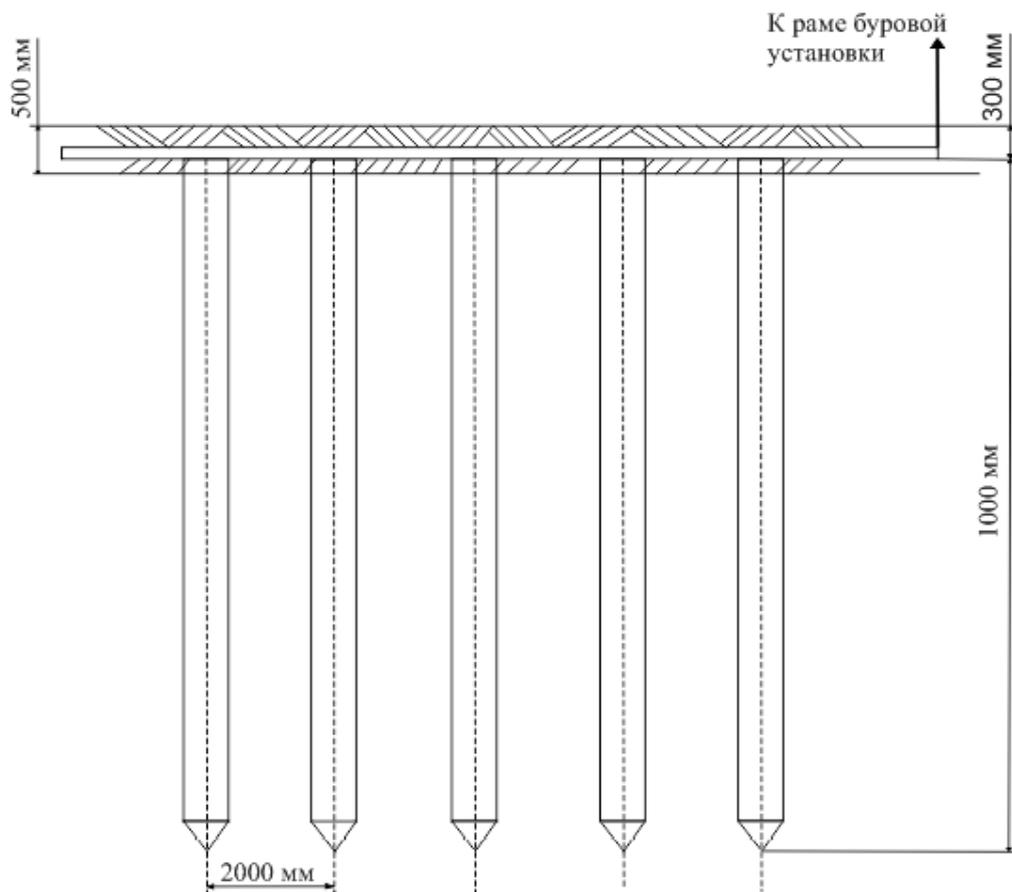


Рисунок 1 – Схема заземления

Аппараты, работающие под давлением.

Особую опасность на буровой установке несет буровой насос и гидросистема. Поэтому буровой насос должен быть иметь контрольно-измерительную аппаратуру.

Буровые насосы и их обвязка, компенсаторы, трубопроводы, шланги и сальники перед вводом в эксплуатацию и после каждого монтажа должны быть опрессованы водой на полуторное расчетное максимальное давление, предусмотренное геолого-техническим нарядом, но не выше максимального рабочего давления, указанного в техническом паспорте насоса. Предохранительный клапан насоса должен срабатывать при давлении ниже давления опрессовки.

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

- обеспечение администрацией выполнения всего комплекса профилактических мер, требуемых правилами безопасности и, в первую очередь, проведение всех видов обучения, инструктаж по охране труда с трудящимися сотрудниками;

- использование на всех видах работ, где это необходимо, предохранительных поясов, защитных очков, рукавиц, резиновых перчаток и других средств индивидуальной защиты;

- оформление плакатов, предупреждающих надписей, других средств наглядной агитации по промышленной безопасности и охране труда [17].

3.3. Экологическая безопасность

В ходе выполнения геологоразведочных работ будет в той или иной степени оказано различное воздействие на недра, атмосферный воздух, почвенный покров земельного участка, водные объекты, на растительный и животный мир.

Для обеспечения охраны окружающей среды все проектируемые работы будут выполняться в соответствии с требованиями Российского законодательства.

Источники выбросов загрязняющих веществ (оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа, диоксид серы, глинопорошок, цемент, сероводород) в атмосферу – экскаватор, буровые установки и обслуживающий автотранспорт, будут характеризоваться постоянным изменением местоположения, количеством одновременно работающих источников, а также различным режимом и временем работы.

Отсутствие вблизи участка промышленных предприятий, загрязняющих атмосферный воздух и небольшие перепады высот, будут способствовать рассеиванию вредных веществ в воздушных потоках.

Таким образом, загрязнение атмосферы при производстве работ будет иметь локальный и кратковременный характер и при условии соблюдения норм эксплуатации машин и механизмов не окажет существенного влияния на природную среду.

С целью уменьшения негативного воздействия на атмосферный воздух предусматриваются следующие мероприятия технического характера:

- поддержание техники и автотранспорта в исправном состоянии за счет проведения в установленное время техосмотра, техобслуживания и планово-предупредительного ремонта;

- запрещение эксплуатации техники и транспорта с неисправными или неотрегулированными двигателями, использование несоответствующего стандартам топлива;

- недопущение скопления техники и автотранспорта в большом количестве на ограниченной территории;

- обустройство поддонов для сбора пролитого ГСМ, с целью локализации поверхности свободного испарения при непреднамеренном разливе топлива. .

Мероприятия по охране земельных ресурсов, растительного и животного мира

Виды и методика планируемых работ не связаны с сильным загрязнением и нарушением поверхностного почвенно-растительного слоя. Нарушенные земли связаны с расчисткой буровых площадок, подъездных дорог к ним, с проходкой и валовым опробованием в опытном карьере на месте уже существующего карьера. Буровые площадки будут размещаться с минимальным нарушением леса и использованием существующих дорог, просек и полей, а опытные карьеры – на участках выходов полезной толщи на дневную поверхность с минимальной мощностью почвенно-растительного слоя.

Проектом предусмотрен комплекс работ, направленный на приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для дальнейшего их использования по назначению. После проведения бурения предусматривается извлечение труб и засыпка скважин. Поскольку основные виды и методика проводимых работ не связаны с сильным загрязнением поверхностного почвенно-растительного слоя, достаточно проводить только технический этап рекультивации в расчете на самовосстановление почвы.

Объемы рекультивации зависят от объема нарушенных земель при бурении колонковых скважин и проходке опытного карьера. Объем нарушенных земель будет небольшим.

При проведении топографо-геодезических работ, благодаря применению современного спутникового оборудования, рубка лесных насаждений осуществляться не будет.

Транспортировка грузов и персонала будет производиться по существующим дорогам, имеющим мостовые переходы, а также по полевым и старым лесным дорогам. При прокладке дополнительных подъездных путей для проведения буровых работ предполагается использовать максимально безлесные участки.

В процессе пользования недрами формируются источники акустических, тепловых, электромагнитных эффектов, что определяется как фактор беспокойства для животного мира. Для минимизации негативного воздействия на объекты растительного и животного мира будут выполняться следующие природоохранные мероприятия: запрет проезда техники вне организованной дорожной сети; пресечение незаконного охотничьего промысла и рыболовства путем запрета со стороны администрации предприятия; применение шумозащитных средств для работающих узлов машин; производство всех работ только в светлое время суток .

Мероприятия по охране водных ресурсов

Для защиты поверхностных водотоков от загрязнения буровые скважины будут расположены вне водоохраных зон. Стоянка и мойка автотранспорта в пределах водоохраных зон водотоков будет запрещена, поэтому загрязнение поверхностных вод не будет. Хранение нефтепродуктов и капитальный ремонт техники при производстве работ не предусмотрены.

При проведении работ будет предусмотрено водоснабжение привозной питьевой и технической водой.

Технология геологического изучения алевролита, песчаника и магматических пород не предусматривает забора воды из подземных водоисточников и сброса сточных вод в поглощающие горизонты, в связи с чем, загрязнение и истощения подземных водоисточников также не произойдет. В процессе бурения слив воды после промывки керна будет производиться в шламоборники (отстойники), где она после отстаивания будет использоваться повторно. С целью сохранения подземных вод от загрязнения в скважинах водоносные горизонты и зоны поглощения промывочной жидкости будут изолироваться обсадными трубами или тампонировались специальными средствами и смесями .

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей

Для обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях (ЧС) необходимо выявить наиболее возможные. К ним относятся:

- природные;
- техногенные;
- военные.

Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Одной из самых вероятных ЧС являются пожары.

Пожар – это неконтролируемое горение, сопровождающееся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Основные причины пожара: неосторожное обращение с открытым огнем (курение, костры, сварка, искры), электрооборудованием, халатность персонала, разряды статического электричества, удар молнии.

Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств. Должно быть специально отведено место для курения.

Запрещается заправлять работающий двигатель горючим и смазочным материалом, а также пользоваться для освещения открытым огнем при заправке баков с горючим и определении уровня горючего в баке.

Противопожарный щит должен быть установлен в 8...10 м от рабочего места бурильщика.

Перечень противопожарного инвентаря на буровой согласно ГОСТ 12.4.009-83 [27] приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Противопожарный инвентарь по ГОСТ 12.4.009-83 [27]

№ п/п	Наименование	Количество
1	Огнетушители порошковые ОП-4	2 шт.
2	Огнетушители углекислотные ОУ-2	2 шт.
3	Ящик с песком емкостью 0,5 м ³	1 шт.
4	Емкость с водой 250 л.	1 шт.
5	Комплект шанцевого инструмента:	
	Лопаты	2 шт.
	Багры	2 шт.
	Ломы	2 шт.
	Топоры	2 шт.
6	Противопожарные ведра	2 шт.
7	Противопожарный щит	1 шт.

Мероприятия противопожарной безопасности:

- проведение инструктажей по противопожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем;
- огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки;
- разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки;
- полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов.

Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время освещены, в зимнее время расчищены. Площадки для хранения топлива и горюче смазочных материалов располагается не ближе 50 м от буровой установки. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы, при возникновении пожара, разлитая горячая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке.

Для обеспечения безопасности необходимо разработать мероприятия по профилактике и защите людей и материальных ценностей.

Здание должно иметь запасной выход для эвакуации людей, обеспечивающий выход людей за определенное время.

Особые требования предъявляются к размещению огнетушителей. Их подвешивают на высоте не более 1,5 м от уровня пола до верхней точки огнетушителя и на расстоянии не менее 1,2 м от края двери при ее открывании.

Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, должны проходить первичный противопожарный инструктаж.

Требования пожарной безопасности должны полностью соответствовать нормативным документам ГОСТ 12.1.044-89[22], ГОСТ 12.1.010-76[21].

3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

К самостоятельному выполнению работ по бурению скважин допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 2...14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) под руководством специально назначенного лица.

Все рабочие, специалисты и студенты-практиканты при работе в районах, опасных по эпидемическим заболеваниям, подлежат обязательным предохранительным прививкам в порядке, устанавливаемом Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:
при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;

в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;

при введении в действие новых или переработанных правил, инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

Работа в условиях повышенной опасности должна производиться по наряду-допуску с указанием необходимых мер безопасности. Перечень работ, на выполнение которых необходимо выдавать наряд-допуск, и лица, уполномоченные на их выдачу, утверждаются главным инженером предприятия [28].

3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При проведении буровых работ буровые установки обеспечиваются контрольно-измерительной аппаратурой, средствами механизации и автоматизации, согласно существующим требованиям [29]. Буровые площадки должны иметь соответствующие размеры для размещения оборудования и проезда транспорта. Перед началом опасных работ (перевозка вышки, ликвидация аварий и осложнений и т.д.) буровым мастером (или лицом, его заменяющим) проводится дополнительный инструктаж по безопасному ведению работ.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ

4.1. Организация ремонтной службы

Ремонтная служба организована на основе механических мастерских. В механическую мастерскую входят отделения: кузнечное, токарное, сварочное, инструментальное. Механическая мастерская выполняет работы по ремонту бурового оборудования, транспорта, а также производит ремонт и изготовление отдельных узлов и деталей, необходимых для восстановительного ремонта при эксплуатации оборудования.

Планирование работ по планово-предупредительному ремонту осуществляется в соответствии с нормативами. Годовой график планово-предупредительного ремонта составляется главным механиком совместно с начальниками производственных участков и буровыми мастерами. При составлении графиков учитывают техническое состояние оборудования, длительность его эксплуатации, выполнение предыдущих ремонтов, технологическую связь с другими звеньями производства. Проект годового графика планово-предупредительного ремонта утверждает главный инженер.

Основанием на ремонт является дефектная ведомость, которая составляется после бурения. Ведомость составляется старшим механиком по эксплуатации оборудования в присутствии бурового мастера.

На базах осуществляется проверка качества обсадных и бурильных труб, их сортировка, ремонт. Также на трубной базе производится изготовление переводников. Помимо всего прочего базы занимаются доставкой труб на «буровую» и вывоз с «буровой» изношенного оборудования, бракованных труб.

4.2. Организация энергоснабжения

Энергоснабжение жилых вагон-домов будет осуществляться при помощи дизельного генератора мощностью 10 кВт. Энергоснабжение буровой установки осуществляется за счет дизельного генератора АД 30-Т400 мощностью 30 кВт входящего в оснащение буровой установки УКБ-200/300П. Этот способ является самым удобным и целесообразным с экономической точки зрения, т. к. подключение к сетям ЛЭП невозможно из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Снабжение дизеля топливом будет осуществляться из ёмкости объёмом 5000 литров. Заправка ёмкости будет производиться путём завоза дизтоплива на буровую специализированной автоцистерной ГАЗ.

4.3. Организация водоснабжения

При бурении скважин в качестве промывочной жидкости будет использоваться глинистый раствор на основе технической воды. Водоснабжение осуществляется при помощи привоза воды водовозной машиной с ближайшего водоема либо поселка Поляненька. На буровую вода будет завозится несколько раз в сутки, по мере ее израсходования, и сливается в специальную емкость – зумпф, который располагается около буровой.

4.4. Транспортный цех

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

1. Вахтовый транспорт (УРАЛ) – для доставки персонала от базы партии до участка работ и обратно;
2. Грузовой транспорт (УРАЛ) – транспортировка необходимых грузов с базы;
3. Служебный транспорт (УАЗ, УРАЛ) – для доставки смен к месту буровых работ, для доставки работников геологических и других служб;
4. Трактор гусеничный Т-170 МБ – используется для планирования площадок под буровые установки и для передвижения бурового оборудования;

5. Водовозный транспорт (УРАЛ) – для доставки воды на буровую.

4.5. Связь и диспетчерская служба

В целях повышения качества управления организуются диспетчерская служба. Основная задача диспетчерской службы – обеспечение ритмичности работы всех подразделений с учётом сложившейся обстановки.

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

1. Приём, анализ, обработка и распределение информации о состоянии производства работ, необходимой для составления и корректировки планов, а также регулирования производства;

2. Приём аварийных заказов и распределение их по цехам, информирование соответствующих специалистов об аварии и доставка их, в случае необходимости, к месту аварии, контроль за выполнением заказов обслуживающими цехами, обеспечение заказчиков ресурсами со складов организации, доставка необходимых ресурсов заказчику;

3. Ведение ежедневного учёта выполняемых работ;

4. Передача распоряжений руководителей организации.

Связь участка буровых работ с базой предприятия будет осуществляться с помощью радиостанции «Ангара», постоянно находящейся на буровой установке и в базовом лагере. Режим работы радиостанции «Ангара» – круглосуточный.

При наличии сотовой сети стандарта GSM 900 – 1800 связь с базой будет осуществляться по сотовому телефону.

5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ: ВЫБОР ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД

5.1. Факторы, влияющие на выход керна

Известно, что на выход керна влияют геологические, технические, технологические и организационные факторы.

Геологические факторы определяются генезисом пород, и характеризуются их минералогическим составом, структурой, текстурой, геолого-структурными условиями залегания слоев, а также физико-механическими свойствами.

Технические факторы связаны с эффективностью конструкции устройства, применяемого для получения керна, и условиями его работы в скважине.

Технологические факторы определяются способом бурения, параметрами технологического режима проходки скважины и состоянием ее призабойной части, а также длительностью воздействия тех или иных факторов на формирующийся керн.

Организационные факторы определяются наличием рациональных технических средств для отбора керна с учетом их эффективного применения в конкретных геологических условиях, оснащенностью установки необходимыми контрольно-измерительными приборами, точностью выполнения рекомендуемой технологии бурения.

Так как техническими, технологическими и организационными факторами можно управлять и изменять их в желаемом направлении, то наибольшее влияние на отбор кондиционного керна оказывает группа геологических факторов.

Рассмотрим подробнее влияние геологических факторов на формирование керна.

Процесс формирования керна при бурении скважин, прежде всего, зависит от свойств пород или полезных ископаемых. Как было отмечено ранее, основными геологическими признаками, определяющими поведение горных пород при бурении и соответственно формирование керна, являются минералогический состав, текстура и физические свойства пород. Рассмотрим влияние некоторых из этих признаков на формирование керна.

Влияние минералогического или петрографического состава самих пород и полезных ископаемых вполне очевидно, так как многие свойства этих образований, представляющих собой скопление различных минералов или петрографических разностей, зависят от свойств последних и характера связи между ними.

Естественно, что сохранность керна при бурении, а, следовательно, его количество и качество будут зависеть, прежде всего, от прочности слагающих породу минералов и силы связи между ними. При этом могут быть породы и полезные ископаемые, представляющие собой достаточно однородную массу с более или менее одинаковыми свойствами, и, наоборот, породы с весьма неоднородным составом и резко различными свойствами по участкам, что определяется и генезисом, и процессами, которым подвергались породы впоследствии. Очевидно, чем мягче и менее прочны сами минералы и слабее связь между ними, тем хуже условия формирования керна, тем легче он деформируется и разрушается.

При неодинаковом минералогическом составе с резко различными свойствами минералов или их скоплений разрушаться будут слабые участки, представленные включениями более мягких минералов в виде пропластков, прослоев, линз, желваков, конкреций, жильных образований. В соответствии с количественным соотношением твердых и мягких образований будет

определяться количество и сохранность керна. При этом наличие твердых включений в более мягкой слабой основной массе породы или полезного ископаемого приводит к еще более интенсивному разрушению этой массы. В колонковой трубе в таких случаях остаются только окатанные куски или обломки твердых включений.

Из структурных признаков на формирование керна наибольшее влияние оказывает характер внутренних связей между частицами, слагающими породу. Характером и природой связей определяются многие свойства пород, и, прежде всего, их прочность и твердость. Очевидно, зная природу связей и условия, при которых они нарушаются, можно определять и способы их сохранения при формировании керна. Чем слабее эти связи, тем сложнее их сохранить, а отсутствие связей между частицами создает наиболее неблагоприятные условия для кернообразования.

Текстура горных пород и полезных ископаемых также определенным образом может влиять на формирование керна. С некоторыми типами текстур связаны анизотропность многих свойств пород, в том числе твердости и прочности. Это обуславливает уменьшение силы связи между участками или слоями в определенном направлении. При бурении колонковыми снарядами под действием определенных сил керн, выбуренный в таких породах, раскалывается, расслаивается на пластинки, лепешки или кусочки, которые, перемещаясь относительно друг друга, могут истираться. Интенсивность истирания во многом зависит от твердости материала, характера скола и положения плоскости скола (отрыва) или от формы кусочков. Все это характерно для пород с микрослоистой, флюидальной, сланцеватой и полосчатой текстурами.

Породы и полезные ископаемые с беспорядочной однородной или массивной структурой при отсутствии изменений в результате тектонических

процессов или процессов выветривания более устойчивы и способны к кернообразованию.

Наличие прожилкой с жильной массой различного состава создает сложные условия формирования представительного керна при различных физико-механических свойствах жильной массы и вмещающих пород. При этом могут быть два наиболее неблагоприятных случая: жильная масса имеет меньшую твердость (или прочность), чем вмещающие породы, и наоборот.

В первом случае при формировании керна он обычно разрывается или скалывается либо по контакту, либо по самой жильной массе, которая в процессе бурения истирается в той или иной степени в зависимости от некоторых факторов. Процент выхода керна может быть достаточно высоким, а его представительность низкой.

Во втором случае, когда жильная масса имеет большую прочность, чем основная масса керна, при формировании его масса может быть полностью или существенно разрушена и керн будет представлен кусочками более твердых включений. Процент выхода керна и его представительность будут весьма незначительны.

Физико-механические свойства горных пород и полезных ископаемых и их физическое состояние имеют в конечном итоге решающее значение при формировании керна. Действительно, чем менее прочна порода и чем более нарушена ее сплошность, тем интенсивнее деформируется и разрушается керн. Все это зависит не только от прочности и твердости пород, но и от сланцеватости, трещиноватости, перемятости, раздробленности, влагоемкости, растворимости, теплопроводности (растепляемости) и других свойств.

Угол встречи колонкового снаряда с плоскостью напластования, слоистости, прожилков или трещин имеет большое значение при формировании керна.

В таблице 5.1 приведена сводная классификация факторов, определяющих условия формирования, выход и качество керна при колонковом бурении геологоразведочных скважин (по С. С. Сулакшину).

Таблица 5.1 – Факторы, способствующие разрушению керна

Факторы, определяющие условия формирования керна		Характер проявления различных факторов	Результаты действия или проявления факторов
1		2	3
Геологические	Минералогический состав, структура и текстура пород Физико-геологические и физико-технические свойства пород. Наличие прожилков и включений пород разной твердости Угол падения плоскостей делимости (пластов, слоев, прожилков, трещин) Угол встречи оси бурового снаряда с плоскостями делимости пород	Степень сопротивляемости пород действию технических и технологических факторов и характер разрушения керна	Качество и количество получаемого керна (разрушение, избирательное истирание керна)
	Способ бурения скважин	Поперечные и продольные колебания бурового снаряда; вибрации снаряда; действие сил трения между керном и колонковой трубой и между кусками керна	Потеря связей между частицами, слагающими породу, или участками керна; износ или истирание керна; сламывание керна; механическое разрушение (измельчение) керна
Технические	Тип, конструкция и параметры породоразрушающего инструмента, геометрическая форма и параметры породоразрушающих элементов (резцов); выход резцов из тела коронки; внутренний диаметр коронки и др.	Динамика работы бурового снаряда: интенсивность разрушения керна; концентрация напряжений в керне; образование зазоров между буровым снарядом, стенками скважины и керном; интенсивность действия технических факторов; изменение сопротивляемости керна скалыванию	избирательное разрушение; уменьшение диаметра керна и его прочности; разрыхление или уплотнение керна; разрушение керна; разрушение керна потоком очистного агента. В целом снижение сохранности керна
	Качество и техническое состояние бурового снаряда и его элементов (неравномерность труб, несоосность резьбовых соединений, шероховатость внутренней поверхности труб)	Несбалансированность бурового снаряда; биение (вибрация) бурового снаряда; сопротивление продвижению керна в колонковую трубу	Усиление отрицательного действия факторов, приводящих к разрушению керна: удары, прижатие кусков друг к другу, увеличение сил трения

Продолжение таблицы 5.1

	1	2	3
	Способ захвата, срыва и удержания керна в колонковом снаряде при его подъеме	Оставление на забое или потеря керна при подъеме снаряда	Уменьшение процента выхода и представительности керна
	Конструкция, компоновка и параметры бурового колонкового снаряда	Зависимость степени предохранения керна от действий технологических факторов на его формирование	Уменьшение количества и качества получаемого кернового материала
	Техническое состояние скважины	Накапливание шлама в скважине, кернового материала или обломков пород на забое, осложнения в скважине	Ухудшение условий формирования керна. Оставление керна на забое или потеря его при подъеме
Технологическое	Способ удаления продуктов разрушения. Схема циркуляции очистного агента и его качество	Действие скоростного потока, гидродинамического напора и гидростатического давления. Размывающее, растворяющее или растепляющее действие очистного агента; абразивное действие частиц твердой фазы потока; изменение коэффициента трения	Размывание кернового материала, увеличение сил трения кусков керна друг о друга, эрозионное разрушение кернового материала, вынос кернового материала из колонковой трубы; изменение коэффициента трения
	Самозаклинивание керна	Вращение заклинивающейся части керна и его обломков вместе с буровым снарядом, трение его о торец не отделившейся от забоя части. Замедление или прекращение углубки скважины, возрастание крутящего момента и затрачиваемой мощности на бурение, частоты и силы ударов, силы трения и др.	Разрушение (истирание) керна, уменьшение количества и качества керна, ухудшение условий работы буровой системы
	Угол наклона скважины	Изменение сил трения кусков керна о стенки колонковой трубы и друг о друга; изменение угла встречи оси бурового снаряда с плоскостями делимости породы или полезного ископаемого	Истирание керна по боковой поверхности или по торцу; изменение вероятности самозаклинивания кусков керна и степени их разрушения

	1	2	3
	Параметры режима бурения скважин Продолжительность времени чистого бурения и величина углубки за рейс Технология подъема колонкового снаряда из скважины	Изменение степени действия факторов, определяющих условия формирования керна (колебания снаряда, вибрации, температуры и др.), механической скорости бурения, углубки за рейс, ухудшение качества керна и др.	Уменьшение диаметра керна, его прочности; механическое и гидроэрозионное разрушение керна: вынос мелких частиц кернового материала; выпадение и разрушение кусков керна при расхаживании снаряда; нагревание и прижог керна; потеря кусков керна
Организационные	Наличие геолого-технического наряда и его качество Наличие контрольно-измерительной аппаратуры Техническое состояние средств бурения скважин Квалификация бурового персонала Дисциплинированность и ответственность бурового персонала Контроль за выполнением основных правил и рекомендаций по отбору керна	Обеспечение нормальных условий получения представительных образцов пород или проб полезных ископаемых	Уменьшение или усиление степени действия некоторых факторов на формирование керна, возможное ухудшение качества и уменьшение количества получаемого кернового материала

При бурении трещиноватых пород на железорудном проявлении «Бакчар» самозаклинивание керна является одним из главных факторов, определяющих не только качество и количество получаемого кернового материала, но и себестоимость, производительность бурения, так как является причиной прекращения рейса и преждевременного подъема бурового снаряда.

Далее, в данном разделе, рассмотрим причины и механизм самозаклинивания керна, а также способы решения данной проблемы.

5.2. Механизм самозаклинивания керна

К основным причинам самозаклинивания керна можно отнести:

формирование керна в виде кусков или обломков различной формы и размеров;

накопление продуктов разрушения (шлама) в призабойной части скважины, в особенности внутри колонкового снаряда, что может привести к прихвату (самозаклиниванию) керна в момент прекращения циркуляции промывочной жидкости;

действие сил трения, силы тяжести и напора прямого потока промывочной жидкости, прижимающих кусочки керна друг к другу и к стенке колонковой трубы и уплотняющих шлам в зазоре между керном и коронкой или колонковой трубы, что и приводит к заклиниванию кусков керна.

Исследованию механизма самозаклинивания керна посвящена работа Туякбаева Н. Т. и Федорова Б. В. Также в этой работе были получены

необходимые и достаточные условия смещения кусков керна по плоскостям трещин, вызывающие затем их взаимное заклинивание и истирание в колонковой трубе.

Анализируя данную работу можно сказать, что необходимым условием заклинивания керна является смещение верхнего куска по плоскости трещины под действием силы тяжести P_1 и напора промывочной жидкости P_2 (в случае использования ССК – только силы тяжести) (рисунок 5.1).

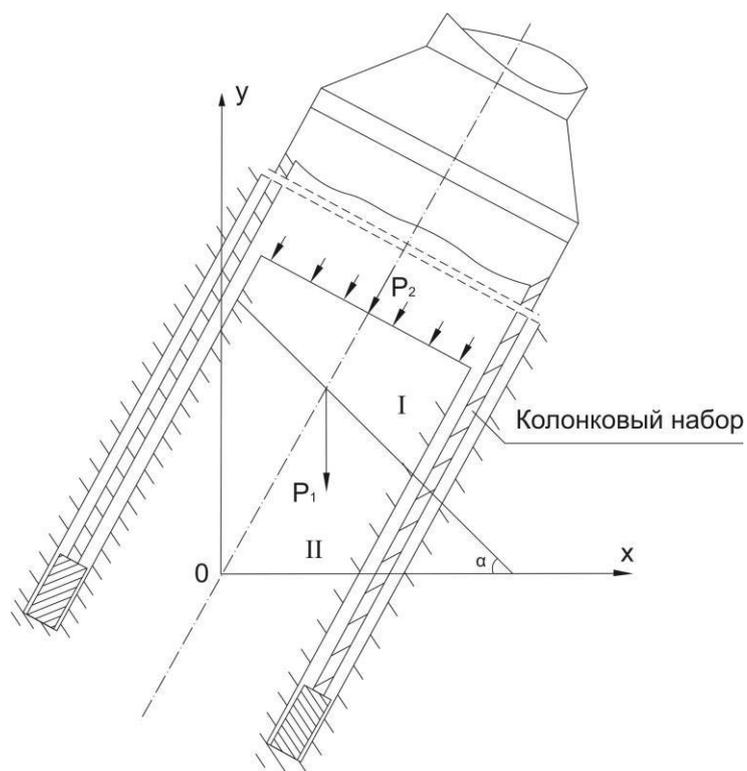


Рисунок 5.1 – Схема предельного равновесия верхнего куска керна I относительно пенька керна II

Достаточным же условием самозаклинивания керна является невозможность перемещения смещенного куска как вверх по плоскости трещины, так и в вертикальном направлении относительно колонковой трубы.

Таким образом, при бурении трещиноватых пород самозаклинивание керна зависит от величины угла наклона трещин к оси формирующегося керна. Этот процесс наступает тогда, когда реализуется смещение верхнего куска керна относительно пенька под действием скоростного напора промывочной

жидкости и веса смещаемого куска (или только под действием веса последнего

при бурении ССК). При этом смещенный кусок не может возвратиться в исходное положение из-за больших сил трения на контактах с пеньком керна и боковой поверхностью керноприемной трубы.

Теоретические исследования вышеприведенных авторов показали, что механизм самозаклинивания керна имеет особенности, зависящие от интенсивности трещиноватости породы. Как известно, последняя

характеризуется удельной кусковатостью K_y поднятого из скважины керна, т. е. количеством кусочков и отдельных столбиков в 1 м керна. По этому показателю породы делятся на монолитные ($K_y=0...5$ шт\м), слаботрещиноватые ($K_y=6...10$ шт\м), трещиноватые ($K_y=11...30$ шт\м), сильнотрещиноватые ($K_y=31...50$ шт\м) и раздробленные ($K_y>50$ шт\м).

Известно, что вероятность самозаклинивания керна можно уменьшить, применяя обратную схему циркуляции очистного агента, тем самым исключая действие силы скоростного напора P_2 . Более того, при достаточно большой скорости восходящего потока очистного агента кусочки керна могут взвешиваться или подниматься по колонковому снаряду, что исключает самозаклинивание керна.

Далее рассмотрим колонковые снаряды, реализующие данную схему циркуляции промывочной жидкости.

5.3. Колонковые снаряды, работающие с комбинированной циркуляцией промывочной жидкости

Обратная схема циркуляции жидкости в призабойной части скважины может быть получена при нагнетании ее по бурильным трубам (прямая схема) и использованием потока для привода в действие погружного насоса того или иного типа. Часть этого потока, именуемого рабочим, после использования устремляется вверх по стволу скважины, вынося мелкие частицы шлама, а другая часть движется к забою, омывая который, удаляет продукты разрушения внутрь колонкового снаряда, который снабжается при этом шлагоулавителем. Такая схема может осуществляться с помощью различных средств и специальных снарядов: забойных насосов, приводимых в действие электричеством или потоком жидкости, насосов водоструйного (эжекторного) типа, а также снаряды с пакерным устройством.

Однако из этой группы снарядов практическое применение нашли только снаряды эжекторного типа.

Сущность работы снарядов с погружным эжекторным насосом заключается в том, что поток жидкости, нагнетаемой по колонне бурильных труб, обладающий достаточной энергией, вызывает движение жидкости в призабойной части за счет явления эжекции. Основной поток жидкости, нагнетаемой насосом с поверхности земли и возвращающийся по стволу скважины, называется рабочим, а второй поток – эжектируемым.

Все эжекторные снаряды можно разделить на одинарные, двойные и со съемным керноприемником.

Примерами одинарных эжекторных снарядов служат:

Одинарный эжекторный колонковый снаряд ОЭС конструкции ЦНИГРИ имеет достаточно простое устройство и служит для получения керна при бурении трещиноватых и переслаивающихся, но достаточно устойчивых пород VII...XII категорий.

Одинарный колонковый снаряд ОКС-Эж-ТПИ конструкции В. Г. Храменкова, С. С. Сулакшина и В. П. Рожкова позволяет осуществлять прямую и обратную схемы циркуляции промывочной жидкостью

Одинарный эжекторный колонковый снаряд УКН конструкции ПГО «Севургеология» может быть использован с вибро- или гидроударником при ударно-вращательном способе бурения скважин в сильно трещиноватых, дробленых и перемежающихся по твердости породах V...XII категорий.

К двойным эжекторным колонковым снарядам относятся:

- *Двойной колонковый эжекторный снаряд ДЭС-ЦНИГРИ.*
- *Двойной колонковый эжекторный снаряд ДЭКС* конструкции ПГО
- *«Центргеология».*

- *Двойной колонковый эжекторный снаряд конструкции ПГО «Востказгеология».*
- *Двойной колонковый эжекторный снаряд ТЭД конструкции ПГО «Уралгеология».*
- *Двойной колонковый эжекторный снаряд КНТ конструкции ПГО «Бурятгеология».*

Такие снаряды обеспечивают более надежное сохранение кернового материала, разрушающегося при воздействии механических факторов по сравнению с ОКС-Эж. Работают ДКС-Эж при бурении в породах средней твердости и твердых от III...IV до IX...XI категорий по буримости.

К группе снарядов со съемными керноприемниками относится *колонковый снаряд ССК-59ЭВ конструкции ВИТР*. Колонковый снаряд ССК-59ЭВ (эжекторно-вибрационный) предназначен для бурения скважин комплексами ССК-59 в осложненных геологических условиях, характеризующихся недостаточным выходом керна и низкой углубкой за цикл. Область применения ССК-59ЭВ – бурение сильнотрещиноватых, дробленых, рыхлых слабосцементированных и перемежающихся по твердости горных пород VI...XI категорий по буримости.

В работе В. И. Брылина «Устройства для повышения величины углубки за цикл при бурении трещиноватых и разрушенных пород комплексами ССК-59» автором предложены некоторые модернизации, касающиеся колонкового набора ССК-59ЭВ.

В данной работе были выявлены следующие недостатки снаряда ССК-59ЭВ: наносимые в течение всего цикла вибрации, разрушающие керн и снижающие его выход; при минимальных расходах рабочего потока жидкости $Q = 15$ и 19 л/мин гидравлическое сопротивление между колонковой и керноприемной трубами превышает допустимую для работы эжектора величину, в результате чего эжектор «переворачивается» и жидкость начинает

поступать в керноприемную трубу сверху, а не отсасывается, что ведет к подклиниванию и снижению выхода керна.

Для устранения этих недостатков авторами было предложено для создания восходящего потока в керноприемной трубе установить погружной насос при использовании в качестве механического двигателя погружного вибратора, включавшегося в работу только при подклинивании керна.

После проведения лабораторных исследований был изготовлен насос ПВН-01 для проведения полевых испытаний, которые проведены в Огневской партии Усть-Каменогорской ГРЭ. Целью полевых испытаний являлись оценка работоспособности, надежности работы насоса ПВН-01, выявления слабых узлов, сравнительная оценка показателей работы ССК-59 с ПВН-01 и без него. Бурение производилось в алевролитах IX категории по буримости, песчаниках (X категория) и их переслаивания. Угол падения пород 70°. Породы от трещиноватых (5...15 кусков на метр керна) до сильнотрещиноватых и разрушенных (более 15...70 кусков на метр).

Бурение осуществлялось станком ЗИФ-650М, снарядом ССК-59 с коронками К-01-2. Погружной вибрационный насос был установлен между керноприемной трубой и механическим вибратором съемного керноприемника. Корпус колонковой трубы наращен специальным переходником с центратором. Режимы бурения поддерживались в пределах, которые используются и без ПВН-01: осевая нагрузка – 460...1000 даН, частота вращения до 800 об/мин, расход промывочной жидкости – 10 л/мин, давление промывочной жидкости в процессе бурения 1,0...1,6 МПа. Результаты приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты сравнительных испытаний

Интервал бурения, м	Тип бурового снаряда	Всего пробурено, м	Средняя длина цикла	Средний выход керна, %
135,5...166	ССК-59 с вибратором	37,4	2,07	84
166...203	ССК-59 с ПВН-01	37	2,3	87

Из таблицы 5.2 видно, что установка насоса ПВН-01, создающего восходящий поток жидкости внутри керноприемной трубы ССК-59, позволила увеличить длину цикла на 10% при некотором повышении выхода керна. Кроме того, отмечено, что в керноприемной трубе (при бурении с ПВН-01) накапливается значительное количество шлама размером до 8...10 мм, которого при бурении ССК-59 без ПВН-01 не наблюдалось, что подтверждает создание восходящего потока в керноприемной трубе погружным насосом.

Для бурения трещиноватых пород на железорудном проявлении «Бакчар» допускается применение как одинарных и двойных колонковых снарядов, приведенных выше, так и колонкового снаряда со съемным керноприемником ССК-59ЭВ. Но, учитывая тот факт, что при использовании ССК-59ЭВ значительно сокращаются затраты времени на проведение спуско-подъемных операций, можно сделать вывод, что рациональней выбрать именно его.

Выбирая между колонковым набором ССК-59ЭВ конструкции ВИТР и его модификацией, предложенной Брылиным В. И., делаем выбор в пользу первого, основываясь на следующих факторах:

ССК-59ЭВ – серийно выпускаемый снаряд;

область эффективной работы снаряда конструкции Брылина В. И. – малый расход промывочной жидкости (до 15...19 л/мин), в то время как проектом предусмотрен значительно больший расход (50...65 л/мин).

5.4. Колонковый набор ССК-59ЭВ

Колонковый набор создан на базе серийно-выпускаемого колонкового набора ССК-59, в отличие от которого включает следующие специальные устройства:

- эжектор, обеспечивающий обратную призабойную циркуляцию промывочной жидкости;
- вибратор, создающий поперечные колебания керноприемной трубы;
- клапанный механизм, выполняющий функции сигнализатора установки съемного керноприемника в рабочее положение при его досылке потоком жидкости и сигнализатора самозаклинивания керна при бурении.

Колонковый набор ССК-59ЭВ состоит из наружной части, внутренней (съемный керноприемник) и комплекта сменных частей (графическое приложение 5).

Наружная часть (графическое приложение 5, а) включает: коронку 7, алмазный расширитель 6, наружную колонковую трубу 4, переходник колонковой трубы 2 и релитовый переходник 1. В расточке алмазного расширителя 6 установлен стабилизатор 5, а в расточке переходника 2 – опорное кольцо 3. Наружная часть набора ССК-59ЭВ заимствована из колонкового набора ССК-59.

Съемный керноприемник (графическое приложение 5, б) состоит из: кернорвательного устройства 16, керноприемной трубы 15, шарового клапана 14, эжектора (водоструйного насоса) 13, вибратора поперечных колебаний 12, подшипникового узла 11, фиксатора 9 с клапанным механизмом 10 и узла захвата 8.

В комплект сменных частей (графическое приложение 5, в) входит эжекторно-вибрационный блок, блок вибратора, блок эжектора, переходник и кернорватель проволочный.

Комплект сменных частей позволяет выполнить четыре варианта сборки съемного керноприемника, применение которых обеспечивает возможность бурения в различных геолого-технических условиях:

- керноприемник с эжекторно-вибрационным блоком (СК-59ЭВ) – при бурении трещиноватых, перемежающихся по твердости горных пород;

- кернаприемник с блоком вибратора (СК-59В) – при бурении однородных сильнотрещиноватых, дробленых пород;
- кернаприемник с блоком эжектора (СК-59Э) – при бурении рыхлых слабосцементированных пород;
- кернаприемник с базовой кернаприемной трубой (СК-59Б) – при бурении слаботрещиноватых пород.

Каждый из рассмотренных вариантов (модификаций) сборки может быть использован, а при необходимости (при изменении геологических условий на забое скважины) заменен на другой без подъема колонны бурильных труб.

Ниже приведено описание конструктивных особенностей блоков и устройств, используемых в различных модификациях.

Блок вибратора (графическое приложение 5, в) содержит вибратор, включающий корпус 18, в котором на переходнике 21 с помощью стержня 20 установлен боек 19 и присоединительный патрубок 22 с вмонтированным в него шаровым клапаном 14. Перемещение бойка 19 влево ограничено резьбовой втулкой 17.

Таблица 5.4 – Техническая характеристика блока вибратора

Длина блока, мм	647
Длина присоединительного патрубка, мм	252
Амплитуда колебаний (зазор между бойком и корпусом), мм	1
Масса бойка, кг	0.6
Схема крепления бойка	Полужесткая
Длина стержня, мм	160
Диаметр стержня, мм	4
Глубина заделки стержня, мм	25
Зазор между бойком и втулкой, мм	5...7
Частота колебаний бойка при подаче жидкости с ⁻¹ , не менее: 6,7*10 ⁻⁴ м ³ /с (40 л/мин) 3,2*10 ⁻⁴ м ³ /с (19 л/мин)	50 30
Потеря напора в блоке, Па (кгс/см ²)	9,8...29,4 (1...3)

Блок эжектора (графическое приложение 5, в) состоит из эжектора, включающего два переходника, верхний 23 и нижний 28, соединенных между собой патрубком 26, и присоединительного патрубка 32 с вмонтированным в него шаровым клапаном. В верхний переходник ввинчено сопло 25, которое фиксируется гайкой 24, в нижний – смеситель 27.

Шаровой клапан состоит из корпуса 31 с уплотнительным резиновым кольцом 30 и шара 29, размещенными в керноприемной трубе или в присоединительных патрубках. Шаровой клапан препятствует попаданию прямого потока жидкости в керноприемную трубу при бурении и вымыванию керна жидкостью при подъеме керноприемника.

Таблица 5.5 – Техническая характеристика блока эжектора

Длина блока, мм	647
Длина присоединительного патрубка, мм	338
Диаметр сопла при подаче жидкости, мм, не менее: $6,7 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (40 л/мин) $3,2 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (19 л/мин)	5 3,5
Диаметр смесителя при подаче жидкости, мм, не менее: $6,7 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (40 л/мин) $3,2 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (19 л/мин)	9 7
Зазор между соплом и смесителем, мм	5...7
Коэффициент эжекции при подаче жидкости, не менее: $6,7 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (40 л/мин) $3,2 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (19 л/мин)	0,4 0,6
Расход жидкости в эжектируемом потоке при подаче жидкости, м ³ /с (л/мин), не менее: $6,7 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (40 л/мин) $3,2 \cdot 10^{-4}$ м $3 / \text{с}$ (19 л/мин)	$2,68 \cdot 10^{-4}$ (16) $2,01 \cdot 10^{-4}$ (12)
Потери напора в блоке, Па (кгс/см ²)	49,0...68,6 (5...7)

Эжекторно-вибрационный блок (графическое приложение 5, в) представляет собой единый узел, состоящий из эжектора и вибратора. Опорой для бойка служит втулка 33.

Все три блока имеют одинаковую длину и взаимозаменяемы в составе съемного кернаприемника.

Переходник (графическое приложение 5, в) обеспечивает сборку кернаприемника с базовой (серийной) кернаприемной трубой и шаровым клапаном.

Проволочный кернарватель (графическое приложение 5, в) состоит из корпуса 34, в котором смонтированы проволочные пружины 35; их фиксация осуществляется с помощью кольца

Кернарвательное устройство 16 полностью заимствовано из набора ССК-59.

Наружная часть не отличается от серийной и содержит все ее элементы. Эффективность использования колонкового набора ССК-59ЭВ зависит от наличия специальных устройств и конструктивных особенностей отдельных узлов, позволяющих увеличить углубку за цикл и выход керна в осложненных условиях в результате:

- создания восходящего потока промывочной жидкости в кернаприемной трубе с помощью эжектора (водоструйного насоса);
- передачи ударных импульсов (вибраций) на кернаприемную трубу посредством вибратора поперечных колебаний.

5.5. Опыт применения колонкового набора ССК-59ЭВ

Для всесторонней оценки технических и технологических возможностей колонкового набора ССК-59ЭВ и определения рациональных областей применения в 1979-1981 гг. были проведены его производственные испытания

в различных горно-геологических условиях Узбекистана, результаты этих испытаний приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Результаты испытаний колонкового набора ССК-59ЭВ

Показатель	ПГО «Ташкент- геология»		Пго «Самар- кандеология »		Итого	
	ССК - 59Э В	СС К- 59	СС К- 59Э В	СС К- 59	СС К- 59 ЭВ	СС К- 59
Объем бурения, м	429,4	339, 5	353 ,2	318, 0	78 2,4	657, 5
Выход керна, %	77,4	67,9	88, 7	77,4	82, 5	72,5
Углубка за цикл, м	1,14	0,96	0,9 6	0,87	1,0 5	0,91

Из таблицы видно, что применение снаряда ССК-59ЭВ позволило значительно повысить выход керна и увеличить углубку за цикл.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия

Корпорация «Металлы Восточной Сибири» является горнорудной компанией в структуре ГК «МЕТРОПОЛЬ» – одной из крупнейших инвестиционных промышленных групп России. Корпорация специализируется на проектах green-field, то есть реализует их с «нулевой» стадии.

Компания обладает лицензией на право пользования недрами Бакчарского железорудного поля (ТОМ 01334 ТР) с целевым назначением на геологическое изучение, разведку и добычу железной руды действительной до 2030 года. Площадь лицензионного участка составляет 37,5 км².

Организация располагает всей необходимой техникой для проведения полевых и лабораторных работ.

В настоящее время компанией осуществляются поисково-оценочные работы, начатые в 2011 году.

6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1 Технический план (таблица видов и объёмов проектируемых работ)

Согласно геологическому заданию комплекс проектируемых работ можно представить таблицей 6.1.

Таблица 6.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	Проектно-сметные работы:		
	– сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований	стр	100
	– составление предварительных графических материалов	лист	3
	– составление текстовой части проекта на геологические работы	стр	150
2	Полевые работы:		
	– буровые работы	м	1650
	– монтаж и демонтаж буровой установки	уст.	6
	– геофизические исследования скважин	м	1650

В таблице учитываются те виды работ, на которые рассчитывается смета.

6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

Проектно-сметные работы. Расчет затрат времени на проектно-сметные работы приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расчет затрат времени на проектно-сметные работы

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм	Количество	Норма выработки на 1 чел	Затраты труда чел-дни			Всего чел-дней
					ст.инж. г/г	инж. г/г	техник г/г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Сбор и анализ материалов работ, а также литературных материалов	стр	100	25	2	2	-	4
2	Определение объемов работ и согласование с вышестоящими организациями	чел-дн	7	-	4	3	-	7
3	Составление геологической части проекта	стр	40	4	4	6	-	10
4	Составление производственно-технической части проекта	стр	80	4	8	12	-	20
5	Составление графических приложений	лист	3	0,25	-	5	7	12
6	Составление сметы	стр	20	4	2	3	-	5
7	Корректурa проекта и сметы	стр	140	35	-	2	2	4
8	Корректурa графических приложений	лист	3	1	-	-	3	3
9	Согласование, утверждение проекта и сметы	чел-дн	6	-	-	4	2	6
	Всего:				20	37	14	71

Продолжительности проектирования определяется по формуле:

$$T_{\text{п}} = \frac{\text{всего чел-дн} / \text{п}}{N_c}, \quad (6.1)$$

где n – количество человек, занятых на проектирование ($n = 3$); N_c – количество рабочих смен в месяц при односменной работе ($N_c = 25.6$).

$$T_{\text{п}} = \frac{71/3}{25.6} = 0.92 \text{ (месяц)}$$

Буровые работы. Расчет затрат времени на бурение скважин буровой установкой УКБ-200/300П (таблица 6.3) рассчитывается с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 6.3 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины стационарной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объем, ст-см.
1	2	3	4	5	6	7	8
0 – 275 м, 6 скважин							
1	II	93	144	0,04	ССН 93,т.5	1	5,76
2	III	76	306	0,06	ССН 93,т.5	1	18,36
3	IV	59	660	0,07	ССН 93,т.5	1	46,2
4	V	59	120	0,10	ССН 93,т.5	1	12
5	VI	59	420	0,13	ССН 93,т.5	1	54,6
Итого:						Σ = 136,92 ст-см.	

* Для всех скважин применяется коэффициент:
- коэффициент, учитывающий бурение вертикальных скважин – 1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (6 скв) $N_{\text{бур}} = 136,92$ ст-см.

Расчёт затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровых установок:

$$N_{м-д} = H_{м-д} \cdot n, \quad (6.2)$$

где $H_{м-д}$ – время на демонтаж-монтаж и перевозку, ст-см; n – количество скважин.

$$N_{м-д} = 2,2 \cdot 6 = 13.2 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

- промывка

$$N_{всп} = H_{пром} \cdot n, \quad (6.3)$$

где $H_{пром}$ – норма времени на промывку скважин (ССН 93, т. 64), ст-см на 1 промывку.

$$N_{всп} = 0,17 \cdot 6 = 1,02;$$

- крепление скважин обсадными трубами

$$N_{всп} = H_{обс} \cdot n, \quad (6.4)$$

где $H_{обс}$ – норма времени на крепление скважин обсадными трубами (ССН 93, т.72,), ст-см на 1 м крепления.

$$N_{всп} = 0,008 \cdot 6 \cdot 75 = 3.6 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{нпр} = N_{бур} / 103 \cdot 4; \quad (6.5)$$

$$N_{нпр} = 136,92 / 103 \cdot 4 = 2,71 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах:

- каротаж

$$N_{кар} = H_{общ} \cdot n \quad (6.6)$$

где $H_{кар}$ – норма времени на каротаж скважин 1000 м, 4.96 ст-см.

$$N_{кар} = 1650 \cdot 4.96 / 1000 = 8.18 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{м-д} + N_{всп} + N_{нпр} + N_{кар}; \quad (6.7)$$

$$N_{общ} = 136.92 + 19.2 + 1,02 + 3.6 + 2,71 + 8.18 = 171.63 \text{ ст-см.}$$

6.2.3. Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады

Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады приводится в таблице 6.4.

Расчеты ведутся в соответствии с принятыми нормами и правилами для геологоразведочных работ (ССН 93, т.14, т.15.).

Таблица 6.4 – Расчет затрат труда

№	Должности и квалификации	Норма затрат труда, в чел-днях по ССН	Затраты труда на объем	Количество человек
1	Инженерно-технические работники (ИТР):			
	1. Начальник участка	0,07	23,06	1
	2. Инженер по буровым работам	0,05	69,19	1
	3. Инженер-механик	0,10	82,37	1
	4. Буровой мастер	0,29	95,56	1
	ИТОГО:	0,51	270,18	4
2	Рабочие			
	1. Машинист буровой установки (5 разряд)	1	329,51	4
	2. Помощник бурильщика (4 разряд)	1	164,76	4
	ИТОГО:	2	494,27	8

6.2.4. Расчет производительности труда обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ

Расчёт фактической коммерческой скорости:

$$P_{мес} = (Q / N_{общ}) \cdot 60, \quad (6.6)$$

где $P_{мес}$ – производительность труда буровой бригады за месяц; Q – объем бурения, м; $N_{общ}$ – общие затраты времени; 60 – количество ст-см. в месяце при работе буровой в две смены.

$$P_{\text{мес}} = (1650/171,63) \cdot 60 = 576,6 \text{ м/мес.}$$

Планируемое время ($T_{\text{пл}}$) для выполнения работ целым количеством бригад (отрядов) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{пл}} = Q / (P_{\text{мес}} \cdot n_{\text{бр}}); \quad (6.10)$$

где $P_{\text{мес}}$ – производительность труда буровой бригады за месяц; Q – объем бурения, м; $n_{\text{бр}}$ – количество буровых установок ($n_{\text{бр}} = 1$).

$$T_{\text{пл}} = 1650 / (576,6 \cdot 1) = 2,86 \text{ мес.}$$

Срок выполнения задания 4 месяца. Расчетное время выполнения, включая составление проектно-сметной документации – 3,78 мес. Резерв времени – 0,22 мес.

6.3. Расчет сметной стоимости работ

Основной задачей для составления сметы является плановое снижение себестоимости проектируемых работ.

Показатели себестоимости следует учитывать по следующим затратам: расходу производственных ресурсов по расценкам; отклонениям от расценок на производственные ресурсы; накладным расходам на лимитированные затраты, входящие в состав сметной стоимости, и затраты, компенсируемые сверх сметной стоимости.

Стоимость проектируемых работ определяют или методом калькулирования по статьям прямых затрат и накладных расходов, или путем исключения из сметной стоимости работ ее составляющих. Предпочтение следует отдать прямому счету как наиболее точному, позволяющему выявить результаты деятельности по каждой статье затрат.

6.3.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ – 1)

Общая сметная стоимость работ по проекту (таблица 6.5) рассчитывается в соответствии с «Инструкцией по составлению проектов и смет».

При определении сметной стоимости по видам геологоразведочных работ используется СНОР–93. Сметная стоимость работ, не предусмотренных справочником, определяется по сметно-финансовым расчетам (СФР).

Таблица 6.5 – Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем работ	Единичная сметная расценка, руб.	Сметная стоимость объема работ, руб.
1	2	3	4	5	6
I	Основные расходы				2346027,8
	А. Собственно геологоразведочные работы:				1968053,5
	1. Проектно-сметные работы				70982
	2. Полевые работы:		$\sum_{бр}$		1799878,1
	- буровые работы	ст-см	136,92	11250,8	1540459,5
	- монтаж и демонтаж буровой установки	уст.	6	16152,8	96916,8
	- каротаж	м	1650	11,502	18978
	- керновое опробование	м	1650	51,74	85371
	- вспомогательные работы	ст-см	7,33	7933,4	58151,8
	3. Организация полевых работ	%	$3 \cdot \sum_{бр}$		53996,3
	4. Ликвидация полевых работ	%	$2,4 \cdot \sum_{бр}$		43197,1
	Б. Сопутствующие работы и затраты				377974,3
	1. Транспортировка грузов	%	$15 \cdot \sum_{бр}$		269981,7
	2. Строительство временных зданий	%	$3 \cdot \sum_{бр}$		53996,3
	3. Транспортировка бригад на участок работ	%	$3 \cdot \sum_{бр}$		53996,3

Продолжение таблицы 6.5

1	2	3	4	5	6
II	Накладные расходы	%	$30 \cdot \sum_I$		703808,34
III	Плановые накопления	%	$20 \cdot \sum_{I+II}$		609967,23
IV	Компенсируемые затраты:				147761,67
	1. полевое довольствие	%	$3 \sum_I$		70380,83
	2. премии рабочим	%	$3 \sum_I$		70380,83
	3. консультации специалистов				4000
	4. рецензия отчета				3000
V	Подрядные работы:				30000
	1. геолого-экологическое обследование территории				20000
	2. топографо-геодезические работы				10000
VI	Резерв	%	$3 \sum_I$		70380,83
Всего по объекту					3907945,9
НДС – 18%					703430,26
Всего по объекту					4611376,16

6.3.2. Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5), сметно-финансовые и прочие сметные расчеты

При определении сметной стоимости по видам геологоразведочных работ используется СНОР-93. Сметная стоимость работ, не предусмотренных справочником, определяется по сметно-финансовым расчетам (СФР).

К показателям “Заработная плата”, “Дополнительная зарплата” и “Отчисления на соцнужды” применяется районный коэффициент – 1,3 (Постановление Правительства РФ от 13.05.92 г. №309). К показателям “Материалы” и “Амортизация” применяется коэффициент – 1,2.

Таблица 6.6 – Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ–5)

№	Статьи основных расходов	Чистое бурение $Q = 1650$ м.; $N_{бур} = 136,92$ ст-см.		Монтаж- демонтаж $N = 6$		Вспомогательные работы $N_{всп} = 7,33$ ст-см.	
		По СНОР	С учетом $K_{зн}$	По СНОР	С учетом $K_{зн}$	По СНОР	С учетом $K_{зн}$
1	2	4	5	6	7	8	9
1	Основная заработная плата	1906	2477,8	3378	4391,4	1906	2477,8
2	Единый социальный налог	790	1027	1334	1734,2	790	1027
3	Материалы	5529	6634,8	4882	5858,4	2764	3317,4
4	Амортизация	926	1111,2	3474	4168,8	926	1111,2
	Итого на расчётную единицу, руб./ст- см		11250,8		16152,8		7933,4
	Итого основных расходов на объём, руб.		1540459,5		96916,8		58151,8

Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (по форме СМ-4) представлен в табл. 6.7.

Таблица 6.7 – Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (СМ-4)

№ п/п	Вид расходов	Единицы измерения	Количество	Дневная ставка	Сметная стоимость в рублях
1	2	3	4	5	6
1	Старший инженер-геолог	чел-дн	20	689	13780
2	Инженер-геолог	чел-дн	37	476	17619
3	Техник-геолог	чел-дн	14	421	5824
4	Итого основная заработная плата				37293
5	С районным коэффициентом (1,2%)				44752
6	Дополнительная заработная плата (7,9%)				3535
7	Итого с дополнительной заработной платой				48287
8	Отчисление на социальное страхование (30,5%)				13038
9	Затраты на материалы (5%)				2414
10	Затраты на услуги (15%)				7243
11	Всего основных расходов				70982

6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами

6.4.1. Календарный план

Начало работ планируется на 1 июля 2018 года. Окончание – на 6 ноября 2018 года. При своевременном и качественном выполнении работ рабочим выплачиваются премии.

Таблица 6.8 – Календарный план выполнения работ

№	Виды работ	Исходная информация		Месяцы				
		Время (дн.)	Кол-во бригад (чел.)	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
1	Организация буровых работ	29	3 чел.					
2	Транспортировка	5	6 чел.					
4	Буровые работы, монтаж-демонтаж, вспомогательные работы	89	1 бриг. 4 чел.					
5	Ликвидация скважин	5	1 бриг. 4 чел.					

6.4.2. Поэтапный план

Поэтапный план составляется для того, чтобы уже на стадии планирования организаторы и инвесторы знали, какие виды работ будут выполняться в тот или иной период времени (как правило, за квартал или месяц) и какими результатами (пробуренные скважины, метры и т.д.) они завершатся. Первый аванс на производство работ по проекту поступает на расчетный счет в соответствии с договором, тогда как последующие авансы перечисляются на основании акта обмера работ за предыдущий месяц.

Таблица 6.9 – Поэтапный план выполнения работ

Виды работ	Даты	Результаты
Организация буровых работ	01.07.18 – 30.07.18	Подготовка к полевым работам
Транспортировка	30.07.18 – 04.08.18	Доставка бурового оборудования и инструмента
Транспортировка вахт	30.07.18 – 04.08.18	Доставка буровой бригады
Буровые работы, монтаж-демонтаж	04.08.18 – 01.11.18	Бурение 1650 м (6 скважин)
Вспомогательные работы	04.10.18 – 01.11.18	Промывка, каротаж
Ликвидация скважин	01.11.21 – 06.11.21	6 скважин

6.4.3. Финансовый план

Финансовый план выполнения инвестиционных работ представлен в таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Финансовый план выполнения инвестиционных работ

Доходы и расходы	Итого по проекту, руб.
1. Сметная стоимость	4611376,16
2. Расходы:	
Основные расходы:	
– фонд оплаты труда (22% ОР)	516126,12
– материалы (59% ОР)	1384156,4
Накладные расходы	703808,34
Компенсируемые	147761,67
Подрядные работы	30000
Резерв	70380,83
3. Налоги:	
– ЕСН (9% ОР)	211142,5
– НДС	703430,26
– налог на прибыль	121993,45
4. Прибыль:	
Чистая:	487973,78
– ФРП	512372,47
– ФСР	219588,2
– амортизация	234602,8

6.5. Организация и управление буровыми работами

6.5.1. Режимы работы участков и численность производственного персонала

Режим работы принят в соответствии с действующими «Нормами технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом отработки»:

- количество рабочих дней в году

- 365

- количество рабочих смен в сутки - 2 смены
- продолжительность смены - 12 ч
- количество смен в году - 730
- бурение скважин осуществляются круглосуточно;
- вспомогательные работы выполняются в дневную смену;
- проведение ремонтов и ТО буровой техники - 172 см/год

Планируемое количество производственных смен и расстановка производственного персонала обеспечивают выполнение планируемых объёмов работ.

Разрядки буровых бригад проводятся в 8.00, 20.00 для работников открытых работ.

6.5.2. Мотивация и стимулирование труда

Для повышения заинтересованности работников бурового участка в качественном выполнении производственных задач необходимо материальное стимулирование труда. Положение о стимулировании труда представлено в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Положение о стимулировании труда

	Показатели труда	Коэффициент премирования	Коэффициент депремирования
1	Объём бурения + 90% керна с учётом требований к качеству	Сдельная расценка (бригадная) руб/метр	--
2	Качество поднимаемого керна		
	- 60%	1,05	--
	- 70%	1,1	--
	- 80%	1,15	--
3	Дисциплина	1,01	0,7
4	Своевременное производство планово-предупредительного ремонта	1,1	0,9

Своевременное выполнение плана работ по бурению скважин является основной обязанностью бурового персонала участка.

6.5.3. Стратегия развития предприятия

Стратегия развития предприятия целиком и полностью зависит от размера прибыли, а точнее, чистой прибыли и от того, на что расходуются полученные средства. Данным проектом предусматривается следующее распределение прибыли, необлагаемой налогом:

- от чистой прибыли 70% распределяется в фонд развития производства (ФРП);
- 30% распределяется в фонд социального развития (ФЗП).

Предлагаются следующие мероприятия по совершенствованию труда и производства таблице 6.12.

Таблица 6.12 – Мероприятия по совершенствованию труда и производства

№	Мероприятия и предложения	Эффект от внедрения
1	Технические:	
	Замена изношенного бурового оборудования и закупка новых станков	Снижение затрат и ресурсов на выполнения ремонта оборудования, увеличение скорости бурения, а также повышение престижа предприятия
2	Технологические:	
	Применение более качественного алмазного инструмента	Увеличение проходки на коронку до 200 м и более
3	Организационные:	
	Использование прогрессивных форм планирования (сетевое планирование)	Снижение затрат времени и ресурсов
	Стимулирование и достойная оплата труда	Снижение аварий, увеличение скорости бурения, бережное использование оборудования и материалов, предотвращение текучести кадров
	Учет и контроль за расходам материала	Оптимальное использование Материалов

	Реклама предприятия в СМИ (в печати и на телевидении)	Привлечения новых заказчиков и инвесторов
--	---	---

Продолжение таблицы 6.12

4	Экономические:	
	Использование налоговых льгот	Увеличение чистой прибыли
	Вкладывание временно свободных денежных средств в приобретение ценных бумаг	Появление дополнительной прибыли
	Сдача в аренду временно не нужного оборудования	
	Избавление от ненужных производственных фондов	Снижение налогового бремени
	Увеличение амортизационных отчислений за счет снижения налогооблагаемой прибыли	Увеличение фонда развития производства за счет уменьшения налогов на прибыль

Поступление в фонд развития производства денежных средств, предполагает покрывать затраты на обновление и покупку новых видов оборудования, улучшений условий труда, приобретения и обновления оргтехники.

Фонд социального развития в основном предназначен для покрытия расходов на «не заработанную» заработную плату и, если возникает необходимость, на чисто символическую помощь персоналу предприятия, а также на некоторые затраты, связанные с праздниками, днями рождения, юбилеями и т.д.

Необходимо каждый год проводить анализ проделанных мероприятий по совершенствованию труда и производства и делать выводы об их эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнены все разделы для осуществления поисково-оценочного бурения. Выполнена технологическая и техническая части проекта. Была спроектирована конструкция скважины с начальным диаметром 112 мм. Бурение будет вестись вращательным способом. Также произведен расчет на каждый интервал, параметры режима бурения, выбраны бурильные трубы, тип ПРИ, составлен ГТН. Специальная часть посвящена анализу конструкций снарядов для получения образцов легко разрушаемых, трещиноватых пород.

Произведен технико-экономический расчет и рассмотрены вопросы об охране труда и окружающей среды.

В ходе написания дипломного проекта был получен опыт в соединении воедино знаний, полученных за 5 лет обучения в Томском политехническом университете.

Составленный проект является основанием для сооружения 6-и поисково-оценочных скважин на Бакчарском железорудном проявлении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
2. Расчеты в бурении: справочное пособие / Р. А. Ганджумян, А. Г. Калинин, Н. И. Сердюк; – М.; РГГРУ, 2007. – 668 с.
3. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие / С. С. Сулакшин; – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.
4. Справочник монтажника буровых установок. / А. Н. Гноевых и др.; – М.: Недра, 1997. – 491 с.
5. Автоматизация производственных процессов. / В. Г. Храменков; – Томск: ТПУ, 2011. – 343 с.
6. Справочник по бурению геологоразведочных скважин. / И. С. Афанасьев, Г. А. Блинов, П. П. Пономарев и др.; – Спб.: Недра, 2000. – 712 с.
7. Теория формирования и технические средства отбора керна из скважин / Н. Т. Туякбаев, Б. В. Федоров; – Алма-Ата: Наука, 1988. – 55 с.
8. Безопасность жизнедеятельности. Учеб. метод. пос. для вузов //Крепша Н. В., Свиридов Ю. Ф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 144с.
9. ГОСТ 12.1.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
10. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
11. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1996.
12. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

13. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
14. СНиП 11–89–90. Электробезопасность.
15. ГОСТ 12.1.030-81: Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
16. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение»
17. ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
18. Белов С.В., А.В. Ильницкой А.В., Морозова Л.Л., Павлихин Г.П., Якубович Д.М., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. МГТУ им. Н.Э. Баумана.
19. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие
20. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
21. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
22. ГОСТ 12.4.221-2002. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования.
23. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
24. Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ ГРР 2005 г.