

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

Инженерная Школа Природных Ресурсов  
 Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение Нефтегазового Дела

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
<b>Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на Шилкинском месторождении кварцитов (Красноярский край)</b>

УДК 622.143:553.546 (571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226Б	Ковалев Станислав Алексеевич		5.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глотова В.Н.	К.Т.Н		10.06.2021

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Бер А.А.			10.06.2021

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Дукарт С.А.	К.Э.Н.		10.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			10.06.2021

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Ростовцев В.В.	К.Г.-М.Н.		10.06.2021

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

Инженерная Школа Природных Ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки

Отделение школы (НОЦ) Отделение Нефтегазового Дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

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

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

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
226Б	Ковалеву Станиславу Алексеевичу

Тема работы:

<b>Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на Шилкинском месторождении кварцитов (Красноярский край)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования: Шилкинское месторождение (Красноярский край).		
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Технология и техника проведения буровых работ 2. Вспомогательные и подсобные цеха 3. Повышение эффективности бурения скважин в неустойчивых горных породах		
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Обзорная геологическая карта района работ Геологический разрез участка Шилкинского месторождения Геолого-технический наряд на бурение скважин Схема размещения оборудования буровой установки УКБ-4		
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)			
Раздел	Консультант		
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодовч		
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Дукарт Сергей Александрович		
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>			
Реферат Заключение			
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику			

**Задание выдал руководитель/консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер А.А.			27.01.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226Б	Ковалев Станислав Алексеевич		27.01.2021

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
 Уровень образования Специалитет  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2019/2020 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>15.03.2021</i>	<i>Обзор литературы</i>	<i>10</i>
<i>15.04.2021</i>	<i>Описание теоретической части проекта</i>	<i>40</i>
<i>01.05.2021</i>	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	<i>40</i>
<i>10.05.2021</i>	<i>Устранение недостатков проекта</i>	<i>10</i>

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпис ь	Дата
Ст. преподаватель ОНД	Бер А.А.			27.01.2021

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпис ь	Дата
Доцент ОГ	Ростовцев В.В.	к.г.-м.н.		27.01.2021

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
226Б	Ковалев Станислав Алексеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>БС</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

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

1. <i>Стоимость ресурсов исследуемой темы: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– размер оклада;</li> <li>– коэффициент доплат и надбавок – 0,2;</li> <li>– коэффициент накладных расходов – 0,16.</li> <li>– премиальный коэффициент – 0,3</li> <li>– районный коэффициент – 1,3</li> <li>– размер тарифа на электроэнергию в г. Томске</li> </ul>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30,2%

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

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Свод видов и объемов геологоразведочных работ
<i>Планирование научно-исследовательских работ</i>	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Проведение оценки ресурсной (ресурсосберегающей), социальной и экономической эффективности проекта

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Дукарт Сергей Александрович	к.и.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226Б	Ковалев Станислав Алексеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
226Б	Ковалев Станислав Алексеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение нефтегазового дела</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03  Технология геологической разведки

Тема ВКР:

<b>Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на Шилкинском месторождении кварцитов (Красноярский край)</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования.	<i>Объектом исследования является территория Шилкинского месторождения кварцитов на территории Красноярского края</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	<i>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>
<b>2. Производственная безопасность</b>	<i>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.  Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов  повышенный уровень шума на рабочем месте;  недостаточная освещенность рабочей зоны;  острые кромки, заусенцы;  неудовлетворительный микроклимат  движущиеся машины и механизмы; повышенный уровень локальной вибрации;  поражение электрическим током.</i>

<b>3. Экологическая безопасность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Уничтожение и повреждение почвенного слоя.</li> <li>– Загрязнение почвы.</li> <li>– Усиление эрозионной опасности.</li> <li>– Уничтожение растительности.</li> <li>– Лесные пожары.</li> <li>– Загрязнение подземных вод</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<p><i>Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i></p> <p><i>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</i></p> <p><i>-Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i></p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226Б	Ковалев Станислав Алексеевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 121 страницу, 36 таблиц, 14 рисунков, 19 источников.

Перечень ключевых слов: УКБ4-300/500, Шилкинское месторождение кварцитов.

Объектом исследования является Шилкинское месторождение кварцитов в Красноярском крае.

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, удовлетворяющий всем требованиям; был произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта; выполнены сметно-финансовые расчеты.

Основные конструктивные, технологические и техникоэксплуатационные характеристики: в проекте предоставляется полное описание самоходной буровой установки УКБ4-300/500 и ее комплектации; приведены технические характеристики составляющих буровой установки и буровой установки в целом; приведен состав технологического инструмента.

Значимость работы: проведение поисково-оценочных работ на Шилкинском месторождении кварцитов позволит спроектировать добычу и переработку запасов.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ТЭО – технико-экономическое обоснование;

ПРИ – породоразрушающий инструмент;

КССК – снаряд со съёмным кернаприемником;

УКБ – установка колонкового бурения;

СКБ – станок колонкового бурения;

ГП – горная порода;

ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ГИС – геофизические исследования;

НДС – налог на добавленную стоимость;

НБ – насос буровой;

## Abstract

The final qualifying work contains 121 pages, 36 tables, 14 figures, 19 sources.

List of keywords: UKB4-300 / 500, Shilkinskoye quartzite deposit.

The object of research is the Shilkinskoye quartzite deposit in the Krasnoyarsk Territory.

Purpose of work:

- drawing up a project for drilling prospecting and appraisal wells; geological study of the object;
- development of technology for conducting prospecting works at the site;
- development of management and organization of work at the facility.

The design process included: selection of drilling equipment; verification calculation of the selected equipment; calculation of operating parameters; analysis of harmful and dangerous factors during geological exploration and measures to prevent them; selection of auxiliary equipment and organization of work; estimate and financial calculation.

As a result of the design: a complete geological description of the object was given; a selection of drilling and auxiliary equipment was made that meets all the requirements; an analysis of all harmful and dangerous factors was carried out during exploration work within this facility; estimated and financial calculations were made.

The main design, technological and technical operational characteristics: the project provides a complete description of the self-propelled drilling rig UKB4-300 / 500 and its configuration; technical characteristics of the components of the drilling rig and the drilling rig as a whole are given; the composition of the technological tool is given.

Significance of the work: carrying out prospecting and appraisal works at the Shilkinskoye quartzite deposit will allow designing the extraction and processing of reserves.

## Содержание:

Введение .....	15
1 ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	16
1.1 Географо-экономические условия проведения работ .....	16
1.1.1 Административное положение объекта работ.....	16
1.1.2 Рельеф .....	18
1.1.3 Климат.....	18
1.1.4 Растительность. Животный мир .....	18
1.1.4 Гидросеть .....	19
1.1.4 Экономическая характеристика района работ .....	19
1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ.....	19
1.3 Геологическое строение района .....	22
1.3.1 Физико-механические свойства горных пород.....	22
1.3.2 Стратиграфия.....	24
1.3.3 Интрузивные образования .....	26
1.3.4 Тектоника .....	27
1.4 Методика проведения работ .....	28
1.4.1 Проектирование работ.....	29
1.4.1.1. Геолого-съемочные работы.....	29
1.4.1.2. Горнопроходческие работы .....	30
1.4.1.3. Геофизические исследования в скважинах .....	31
1.4.2.1 Опробовательские работы.....	31
1.4.2.2 Контроль пробоотбора .....	32
1.4.2.3 Контроль качества обработки проб .....	32
1.4.2.4 Топографо-геодезические работы .....	33
1.4.2.5 Геохимические работы.....	34
1.4.2.6 Аналитические исследования .....	35
1.5 Буровые работы .....	35
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ .....	37

2.1. Критический анализ техники, технологии и организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения.....	37
2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении .....	37
2.3. Разработка типовых конструкций скважин .....	38
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин .....	38
2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб.....	40
2.4.1. Буровой станок .....	43
2.4.4. Буровая вышка (мачта). Буровое здание .....	44
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения.....	46
2.5.1. Проходка горных пород .....	46
2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому.....	49
2.5.3. Техника и технология направленного бурения скважин .....	50
2.5.4. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения .....	52
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины .....	54
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования .....	56
2.7.1. Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка .....	56
2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты .....	60
2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность .....	64
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин .....	67
2.9. Выбор источника энергии.....	69
2.10 Контрольно-измерительная аппаратура.....	70
2.11 Механизация спуско-подъемных операций .....	70
2.12 Автоматизация производственных процессов.....	71
2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования .....	72
2.13. Ликвидация скважин .....	73

3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ: ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОТБОРА КЕРНА С ЦЕЛЬЮ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ БУРЕНИИ СЛАБОЦЕМЕНТИРУЕМЫХ Рыхлых кварцитов .....	73
3.1 Анализ опыта предыдущих работ .....	73
3.2 Анализ двойных колонковых снарядов .....	75
3.3 ДКС не вращающимся при бурении керноприёмником .....	78
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	90
4.1 Организационно-экономическая характеристика предприятия .....	90
4.2.4 Линейно - календарный график .....	98
4.3 Расчет сметной стоимости работ .....	99
4.3.1 Сметно-финансовый расчет затрат .....	99
4.3.2 Общая сметная стоимость геологоразведочных работ .....	100
4.4 Организация, планирование и управление буровыми работами .....	102
4.4.1 Планирование работ .....	102
4.4.2 Финансирование .....	103
4.4.3 Стимулирование труда .....	103
4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности исследования .....	104
5 Социальная ответственность .....	105
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	106
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	106
5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	107
5.3 Производственная безопасность .....	107
5.4 Анализ вредных и опасных факторов и мероприятий по их устранению .....	109
5.5 Экологическая безопасность .....	115
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	116
Список использованной литературы: .....	121

## Введение

Освоение Шилкинского месторождения кварцитов в Казачинском районе Красноярского края (200 километров севернее краевого центра).

Месторождение расположено на правом берегу Енисея. Разведка его велась с девяностых годов прошлого века. Запасы на месторождении оцениваются в 5 млн тонн. Освоение месторождения очень важно для всего Казачинского района. Появится предприятие, которое станет градообразующим для района. Исходя из принципа частно-государственного партнерства, реальным станет строительство дорог до Александровки и Казанки. Выполненные предварительные исследования и оценка прогнозных ресурсов на отдельных рудных объектах позволили обосновать здесь выявление промышленных объектов, которые могут решить проблему нехватки кварцитов, по крайней мере, для действующих металлургических предприятий Сибирского региона.

# 1 ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Географо-экономические условия проведения работ

### 1.1.1 Административное положение объекта работ

Шилкинское месторождение находится в Казачинском районе Красноярского края на правом берегу р. Енисея, в 20 км восточнее её русла. Участок находится на водоразделе между р. Бошарова и рекой Шилкой, в средних их течениях.

Площадь имеет следующие географические координаты угловых точек:

57°26'32.61" с. ш. 93°35'53.22" в. д.

57°26'57.61" с. ш. 93°35'53.22" в. д.

57°26'57.61" с. ш. 93°36'21.22" в. д.

57°26'32.61" с. ш. 93°36'21.22" в. д.

57°26'32.61" с. ш. 93°35'53.22" в. д.

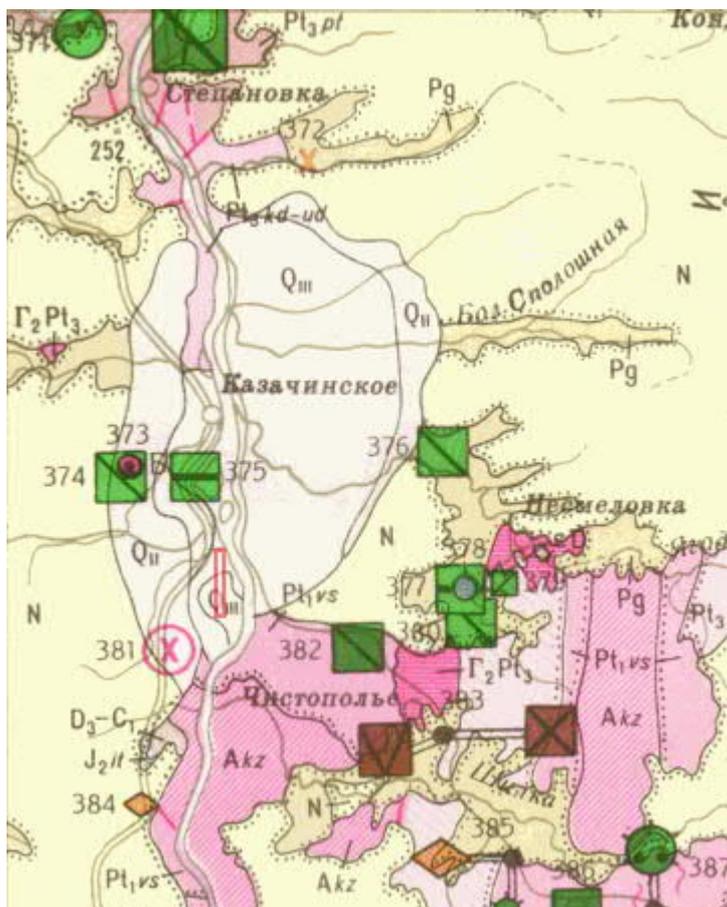


Рисунок 1.1 – Местоположение Шилкинского месторождения кварцитов[1]

Номенклатура листов топоосновы масштаба 1:200 000 О-46-XXII.

Недропользователем является ОАО «Силикон», владеющей лицензией КРР 00351 ТЭ буровые работы на геологическое изучение, разведку и добычу кварцитов, выданной 07.06.1996 года и действующей до 1.01.2022 года [2].

### 1.1.2 Рельеф

Район работ представляет собой горно-таежную местность с абсолютными отметками от 150 до 300 м с относительными превышениями до 100-150 м. Абсолютные отметки непосредственно на участке работ колеблются от 210 до 242 м. Участок покрыт таежной растительностью. Лес смешанный, выросший на старых вырубках, с густым подлеском [2].

### 1.1.3 Климат

Климат района резко континентальный с холодной и продолжительной зимой (от  $-45$ - $50^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-57^{\circ}\text{C}$ ) и коротким летом. Максимальная температура в июне – августе достигает  $30$ - $37^{\circ}\text{C}$ . Снежный покров ложится в середине октября и тает в мае. Мощность снежного покрова  $0,8$ - $1,5$  м. Многолетняя мерзлота отсутствует. Сезонная глубина промерзания грунтов – до  $1,5$  м., местами до  $2,8$  м. Ближайшими водотоками в районе работ являются: в  $1$  км западнее участка - р. Бошарова и в  $3$ -х км к югу от него – р. Шилка. Реки мелководные, не судоходные[3].

### 1.1.4 Растительность. Животный мир

На севере края преобладают арктические пустыни со скудной растительностью. Чуть южнее начинается зона тундры, где властвуют лишайники, мхи и карликовые кустарники. Тундра сменяется лесотундрой, в пространстве которой встречаются редкие заросли лиственных деревьев. В

Красноярском крае насчитывается свыше 90 видов млекопитающих. В горах водятся архары, бараны, снежные барсы, на севере – белые медведи и северные олени, в степи – бурозубки, волки, зайцы, рыси, суслики и россомахи. Но, конечно, больше всего млекопитающих в тайге – соболь, песец, горностаи, белка, лисы, которые имеют промысловое значение [2].

#### 1.1.4 Гидросеть

Ближайшими водотоками в районе работ являются: в 1 км западнее участка - р. Бошарова и в 3-х км к югу от него – р. Шилка. Реки мелководные, не судоходные [1].

#### 1.1.4 Экономическая характеристика района работ

В экономическом отношении район развит слабо. В 33 км к северу от участка на берегах р. Енисея расположены села Галанино и Момотово с паромной переправой между ними. В 8 км южнее находится с. Александровка, а в 6 км северо-западнее участка - д. Чистополка, расположенная на правом берегу р. Чистополье, правом притоке р. Бошарова. В 25 км северо-западнее участка на правом берегу р. Енисей находится д. Пискуновка, в которой имеется причал и грузоподъемные средства. Населённые пункты связаны между собой шоссейной дорогой с песчано-гравийной отсыпкой, проходящей через весь участок работ по длине его оси. Расстояние от участка до краевого центра через паромную переправу в с. Галанино 225 км. Основное занятие жителей ближайших населенных пунктов – сельское хозяйство. В незначительных количествах ведутся лесозаготовительные работы. Непосредственно к участку примыкает линия электропередачи государственной сети мощностью 10 тыс. вольт с подстанцией в с. Александровка.

## 1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ

Шилкинское месторождение кварцитов выявлено в бассейне р. Шилки при геологической съемке масштаба 1:200 000 листа О-46-XXII . В результате работ установлена стратиграфическая приуроченность кварцитов к рифейским отложениям удерейской и погорюйской нерасчлененных свит. По качественным характеристикам кварциты рекомендовалось изучить в качестве формовочного и динасового сырья, а рыхлые разновидности - в качестве сырья для стекольной промышленности.

В 1982-1984 гг. в связи с предполагаемым строительством Восточно-Сибирского завода ферросплавов в районе проведены общие поиски кварцитов, пригодных к использованию в производстве ферросплавов . В полосе шириной 5 км, вытянутой в субмеридиональном направлении на 20 км, были выявлены 4 мощных (до 400 м) и протяженных (до 3 км) залежи кварцитов. В дальнейшем детальными поисками околонулены участки с содержанием кремнезема в кварцитах не менее 97% и пятиоксида фосфора не более 0,02%. Кварциты отбиваются значениями кажущегося сопротивления свыше 150 ом/м на фоне вмещающих сланцев, где кажущееся сопротивление колеблется в пределах 200-500 ом/м. Наиболее эффективными являются методы дипольного электропрофилеирования на открытых площадях и вертикального электротондирования на закрытых площадях. Применение геофизических работ на стадии разведки не рекомендуется.

На площади локализовано 3 залежи, из которых вторая, «главная», образует собственно Шилкинское месторождение. Эта залежь с прогнозными ресурсами по категории Р1 в количестве 837,5 млн. т (в том числе выветренных разновидностей 442,5 млн. т) и стала объектом для постановки поисково-оценочных работ, проведенных в 1989-1992 г.г. --. Целевым заданием этих работ была оценка месторождения на предмет использования кварцитов в качестве сырья для производства кристаллического кремния.

По результатам поисково-оценочных работ месторождение обладает запасами категории С2 и прогнозными ресурсами категории Р1 с глубиной оценки месторождения до горизонта +20 м (на глубину от поверхности – до 200 м) в количестве 649 млн. т, в том числе по скальным породам 508,5 млн. т, что составляет до 78% от общих ресурсов и запасов месторождения. Однако выветренная часть полезной толщи приурочена, в основном, к приповерхностной части площади месторождения, где коры химического выветривания отмечаются иногда до глубины 100 и более метров при средней мощности 43 м. Протоколом № 33 от 05.04.1995 г заседания НТС Красноярскгеолкома оценка запасов по категории С2 принята в количестве: по зоне выветривания - 35,7 млн. т, по скальным породам – 154,9 млн. т. При этом кварциты, пригодные для производства кристаллического кремния, в связи с некорректным применением поправочного коэффициента к результатам анализов по содержанию в пробах глинозема, на месторождении решено не выделять.

Кроме перечисленных выше площадных поисков в районе Шилкинского месторождения после завершения геологической съемки масштаба 1:200 000 других геологоразведочных работ практически не проводилось. На сопредельной площади к юго-востоку проводились в небольших объемах поиски гранулированного кварца, берилла и мусковита[2].

Всего на участке выполнены следующие основные виды и объемы полевых работ:

Таблица 1.1 - Основные виды и объемы геологоразведочных работ

Основные виды работ	Ед. измерения	Объемы работ	
		по проекту	фактически
2	3	4	5
Поисковые маршруты	п.км.	10	10
Проходка канав	м <sup>3</sup>	800	764
Бурение скважин	п.м.	1600	1651
Бороздвое опробование	проб Продолжение табл. 1	100	136
Керновое опробование	проб	500	470
Отбор лабораторно технологических проб	проб	5	5
Отбор геохимических проб	проб	40	45

### Продолжение Таблицы 1.1

Отбор проб на спектрохимический анализ	проб	20	23
Отбор проб на радио-гигиенический анализ	проб	5	5
Отбор проб на физико-механические испытания	проб	15	15
Отбор проб на гранулометрический анализ	проб	10	9
Определение фильтрационных свойств кварцитов	наливы	1	1
Тахеометрическая съемка	кв.км	0,3	0,23

## 1.3 Геологическое строение района

Район работ находится в южной (Ангаро-Канской) части Енисейского кряжа, являющейся выступом докембрийского фундамента Сибирской платформы. Сложен выступ глубокометаморфизованными кристаллосланцево-гнейсовыми толщами архея (канская серия) и нижнего протерозоя (енисейская и юксеевская серии), частично перекрытыми со структурным и стратиграфическим несогласием метаморфическими образованиями среднего рифея. Все эти образования в районе работ фрагментарно перекрываются рыхлыми осадками бельской свиты палеогена и галечниками кирнаевской свиты неогена. Краткая геологическая характеристика района работ представляется в следующей подглаве 1.3.2 [1].

### 1.3.1 Физико-механические свойства горных пород

Кварц – один из самых распространённых минералов в земной коре, породообразующий минерал большинства магматических и метаморфических пород. Свободное содержание в земной коре 12%. Входит в состав других минералов в виде смесей и силикатов. В общей сложности массовая доля кварца в земной коре более 60%. Имеет множество разновидностей и как ни один другой минерал разнообразен и по цвету, и по формам нахождения, и по генезису. Встречается практически во всех типах месторождений. Химическая формула: SiO<sub>2</sub> (диоксид кремния).

Тригональная сингония. Кремнезём, наиболее распространённой формой нахождения которого в природе является кварц, обладает развитым полиморфизмом.

Две основные полиморфные кристаллические модификации двуокиси кремния: гексагональный  $\beta$ -кварц, устойчивый при давлении в 1 атм. (или 100 кН/м<sup>2</sup>) в интервале температур 870-573°C, и тригональный  $\alpha$ -кварц, устойчивый при температуре ниже 573°C. В природе широко распространён именно  $\alpha$ -кварц, эту устойчивую при низких температурах модификацию обычно называют просто кварцем. Все гексагональные кристаллы кварца, находимые в обычных условиях, являются параморфозами  $\alpha$ -кварца по  $\beta$ -кварцу.  $\alpha$ -кварц кристаллизуется в классе тригонального трапецоэдра тригональной сингонии. Кристаллическая структура – каркасного типа, построена из кремнекислородных тетраэдров, расположенных винтообразно (с правым или левым ходом винта) по отношению к главной оси кристалла. В зависимости от этого различают правые и левые структурно-морфологические формы кристаллов кварца, отличимые внешне по симметрии расположения некоторых граней (например, трапецоэдра и др.). Отсутствие плоскостей и центра симметрии у кристаллов  $\alpha$ -кварца обуславливает наличие у него пьезоэлектрических и пироэлектрических свойств.

В чистом виде кварц бесцветен или имеет белую окраску из-за внутренних трещин и кристаллических дефектов. Элементы-примеси и микроскопические включения других минералов, преимущественно оксидов железа, придают ему самую разнообразную окраску. Причины окраски некоторых разновидностей кварца имеют свою специфическую природу. Часто образует двойники. Растворяется в плавиковой кислоте и расплавах щелочей. Температура плавления 1713–1728 °С (из-за высокой вязкости расплава определение температуры плавления затруднено, существуют различные данные). Диэлектрик и пьезоэлектрик.

Относится к группе стеклообразующих оксидов, то есть может быть главной составляющей стекла. Однокомпонентное кварцевое стекло из чистого

оксида кремния получают плавлением горного хрусталя, жильного кварца и кварцевого песка. Диоксид кремния обладает полиморфизмом.

Обычны кристаллы в виде шестигранной призмы, с одного конца (реже с обоих) увенчанной шести- или трехгранной пирамидальной головкой. Часто по направлению к головке кристалл постепенно сужается. На гранях призмы характерна поперечная штриховка. Наиболее часто кристаллы имеют удлиненно-призматический облик с преимущественным развитием граней гексагональной призмы и двух ромбоэдров, образующих головку кристалла. Реже кристаллы принимают облик псевдогексагональной дипирамиды. Внешне правильные кристаллы кварца обычно сложно сдвойникованы, образуя наиболее часто двойниковые участки по т. н. бразильскому или дофинейскому законам. Последние возникают не только при росте кристаллов, но и в результате внутренней структурной перестройки при термических  $\beta$ - $\alpha$  полиморфных переходах, сопровождаемых сжатием, а также при механических деформациях. В магматических и метаморфических горных породах кварц образует неправильные изометричные зерна, сросшиеся с зернами других минералов, его кристаллами часто инкрустированы пустоты и миндалины в эффузивах. В осадочных породах – конкреции, прожилки, секрции(жеоды), щётки мелких короткопризматических кристаллов на стенках пустот в известняках и др. Также обломки различной формы и размеров, галька, песок [3].

### 1.3.2 Стратиграфия

#### ***Нижний протерозой. Енисейская серия***

Веснинская (средняянская) толща (PR1vs). Отложения картируются в северо-западной и юго-восточной частях района. В нижней части разреза они представлены сланцево-карбонатной толщей. Выше по разрезу картируются биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы, инъецированные большим количеством жил гранитов, аплитов и пегматитов. Верхняя часть разреза

представлена, в основном, двуслюдяными кристаллическими сланцами. Общая мощность толщи 4-5 км.

### ***Средний рифей. Сухопитская серия***

Удере́йская и погорю́йская свиты нерасчлененные (R2ud+pq). Выходы пород удере́йской и погорю́йской нерасчлененных свит прослеживаются в центральной части района работ, где слагают ядро Александровской синклинали. В нижней части разреза преобладают кремнисто-графитистые сланцы, кварциты, а в верхней – кварцевые песчаники и кварциты с подчиненными прослоями сланцев. Сланцы и песчаники тонко переслаиваются между собой, обособляясь в отдельные пачки. Незначительным распространением пользуются оттрелитовые сланцы, характерной особенностью которых является значительная примесь тонко распылённого, по-видимому, сингенетичного пирита в качестве породообразующего минерала. Мощность отложений достигает 2,7-3 км /21/. Установлено, что в ассоциации с кварцитами и кварцито-песчаниками находятся сланцы углерод-кварц-биотитового и углерод-кварц-биотит-мусковитового состава.

Иногда в них присутствуют силлиманит, андалузит, дистен, кордиерит, гранат. Отмечаются углерод-кварц-карбонатные сланцы, в прослоях - кристаллические известняки и мраморы. Кварциты и кварцито-песчаники слагают залежи мощностью до первых сотен метров и являются толщиной, вмещающей полезное ископаемое. Мощность залежи в пределах Шилкинского месторождения составляет 400-500 метров. В залежи выделяется горизонт, благоприятный по качеству для выделения объекта кондиционного кварцевого сырья. Прослеживается этот горизонт в меридиональном направлении на расстояние более 2000 метров.

### ***Палеогеновая система. Олигоцен***

Бельская свита (Pq3b1). В районе работ отложения этой свиты распространены отдельными фрагментами. Они, как правило, сохранились в пониженных участках рельефа и окаймляют участок на западном и восточном фланге его. Породы бельской свиты несогласно залегают на рифейских

образованиях с сохранившейся на них допалеогеновой корой химического выветривания. Сложена свита рыхлыми глинистыми песками, пластичными не слоистыми глинами с пластами лигнита. Зернистость пород увеличивается к низам разреза. На участках развития по кварцито-песчаникам и кварцитам кор химического выветривания в разрезе появляются линзы кварц-полевошпатовых и кварцевых слабо глинистых песков. Мощность отложений бельской свиты в районе работ от первых метров до первых десятков метров, за пределами площади достигает 60-80 метров.

#### ***Неогеновая система. Миоцен***

Кирнаевская свита (N1krn). Рыхлые образования свиты в пределах района имеют ограниченное распространение и залегают на палеогеновых глинах и метаморфических толщах протерозоя и рифея. В основании свиты находятся гравелито-галечниковые отложения, сцементированные песчаным или песчано-глинистым материалом, пропитанным гидроокислами железа. Выше по разрезу состав отложений существенно песчаный с маломощными прослоями глин и супесей. Отложения имеют оранжевую и кирпично-красную окраску. Мощность свиты определяется в 80-100 м.

#### ***Четвертичная система***

На площади работ четвертичная система представлена современным аллювием речных долин, делювиальными и элювиально-делювиальными образованиями склонов и водораздельных пространств. Представлены они соответственно песчано-галечниковыми и песчано-глинистыми с обломками и глыбами подстилающих коренных пород отложениями. Мощность этих отложений на площади работ - первые метры [4].

### 1.3.3 Интрузивные образования

Представлены массивом крупнозернистых порфировидных гранитоидов посольненского комплекса позднего рифея. С метаморфическими образованиями среднего рифея гранитоиды имеют тектонический контакт и

частично перекрыты осадками бельской свиты. Жильная фаза представлена прожилками и жилами кварц-полевошпатового, кварц-кальцитового и кварцевого состава. Причем, жилы и прожилки кварцевого состава в основной своей массе приурочены к участкам развития кварцито-песчаников и кварцитов. Среди кварцитов встречаются жилы гранулированного кварца мощностью до 5-10 см.

#### 1.3.4 Тектоника

В структурном отношении породы, слагающие площадь работ находятся в пределах восточного крыла Александровской верхнерифейской синклинали структуры, занимающей положение между так называемыми Порожинской и Верхне-Шилкинской антиклиналями. Ось Александровской синклинали находится за пределами площади работ и погружается на север. В пределах участка расположено лишь восточное крыло этой структуры, представляющее собой слабо извилистую моноклинал с падением пород на запад под углом от 20 до 55°. Западное крыло срезано субмеридиональным разломом, по которому рифейские отложения контактируют с метаморфическими породами енисейской серии раннедокембрийского фундамента.

Наряду с пликативной тектоникой значительную роль в районе работ играют дизъюнктивные дислокации сбросо-сдвигового и сдвигового характера с амплитудой смещения от первых метров непосредственно на участке работ и до первых сотен метров за его пределами. Разрывные нарушения, как правило, крутопадающие (до 60-80°). Основные направления дизъюнктивов северо-западное и северо-восточное. Сопровождаются разрывы проявлениями линейных кор химического выветривания. Мощность таких кор колеблется от первых метров до первых десятков метров, глубина их достигает 100 и более метров. Породы в зонах нарушений сильно выветрены: кварциты и кварцито-песчаники до рыхлого состояния (кern этих пород разламывается руками), а некоторые разновидности сланцев превращаются в каолиновые глины.

Разрывные нарушения трассируются зонами дробления, жилами кварц-полевошпатового и кварцевого состава [3].

#### 1.4 Методика проведения работ

Основные геологические задачи:

1) Провести промышленную типизацию кварца Шилкинского месторождения с выделением наиболее перспективных типов для освоения.

2) Обосновать комплекс локальных поисковых критериев и методов выявления и оконтуривания промышленных залежей в корах выветривания.

3) Выявить условия залегания, промышленные параметры залежей кварца с применением горно-буровых работ.

4) Локализовать и оценить в пределах перспективных участков и рудных тел прогнозные ресурсы.

5) Провести лабораторно-технологические исследования по обогащению промышленно перспективных типов руд.

6) Подготовить ТЭД о промышленной ценности участка недр и проекта временных кондиций с учетом требований к охране окружающей среды и рациональной организации производства.

7) Подготовить рекомендации по направлению дальнейших работ и лицензированию участков недр.

8) Апробировать запасы категории

Основные методы решения геологических задач:

1) Систематизация геолого-геофизической, геохимической информации.

2) Проектирование работ;

3) Буровые работы;

4) Геофизические работы;

5) Опробовательские работы.

Таблица 1.4 - Объем графических материалов к проекту

№№ п/п	Наименование чертежа	Масштаб	К-во лист.	Объем, дм <sup>2</sup>	Сложн. чертежа
1.	Условные обозначения		1	12	простой
2.	Обзорная геологическая карта Казачинского района	1:200000	1	19	простой
3.	Карта выходов пластов угля под наносы	1:5000	1	52	сложны й
4.	Геологический разрез по разведочной линии 33-34	1:2000	1	33	сложны й
5.	Геологический разрез по разведочной линии 34-35	1:2000	1	80	сложны й

#### 1.4.1 Проектирование работ

Исходя из поставленных задач, в перечень проектируемых работ входят следующие виды работ:

- геолого-съёмочные работы;
- горнопроходческие работы;
- буровые работы;
- геофизические исследования в скважинах;
- опробовательские работы;
- топогеодезические и маркшейдерские работы;
- геохимические работы;
- аналитические исследования;
- буровые работы.

#### 1.4.1.1. Геолого-съемочные работы

Геологическая съемка, имеющая целью составление геологической карты, в то же время является и процессом площадного обследования для выявления полезных ископаемых. В каждом геолого-съемочном маршруте постоянно выполняются поисковые наблюдения по обнаружению проявлений полезных ископаемых и их признаков.

Наземные поисковые маршруты методом геологического обследования будут проводиться на участках, где предшествующими работами выявлены потенциально-рудноносные зоны, вторичные ореолы рассеяния марганца и сопутствующих элементов, поля интенсивной гидротермально-метасоматической проработки, а также на участках, где по результатам литогеохимических поисков будут выявлены аномальные содержания марганца и сопутствующих элементов.

Геологические наблюдения ведутся непрерывно по всему маршруту с фиксированными точками через 100 метров. Объектами геологических наблюдений в маршрутах являются коренные обнажения, горных пород, элювиально-делювиальные отложения.

Поисковые маршруты будут проводиться с использованием топоосновы масштаба 1:10000, на которые наносятся траектории маршрутов, фиксируемые точки геологических наблюдений и элементы геологического строения. Все встречаемые зоны прожилково-жильного окварцевания и метасоматических изменений будут опробоваться штучным методом. Вес штучной пробы должны быть не менее 0,5 кг [2].

#### 1.4.1.2. Горнопроходческие работы

Основной целью горнопроходческих работ являются вскрытие выходов рудных тел, прослеживание их и оконтуривание, отбор необходимых проб на проведение химических, технологических исследований инфильтрационных и

неглубоко залегающих кварцитов. Предусматривается проходка шурфов, канав, места заложения которых будут уточняться по ходу проведения поисковых маршрутов, по результатам опережающих наземных профильных геофизических работ и по мере проходки самих горных выработок, как наземных, так и по результатам буровых работ [3].

#### 1.4.1.3. Геофизические исследования в скважинах

Геофизические методы исследования будут применяться для:

– повышения качества геологической документации разведочных выработок и скважин в процессе их геологического картирования;

– получения дополнительных гидрогеологических и инженерногеологических сведений. Проектом планируются геофизические методы, предназначенные для контроля технического состояния скважин. Они включают в себя инклинометрию и кавернометрию.

С помощью инклинометрии скважин определяются углы отклонения оси скважины от вертикали (зенитное искривление) и от плоскости разведочного разреза (азимутальное искривление). Измерение зенитных углов производится во всех скважинах более 100 м, а измерения азимутальных углов – при глубине скважин более 200 м. Искривления замеряются минимум через каждые 25...30 м по мере углубления скважины. 34 Кавернометрия проводится для определения фактических диаметров скважин. Изменение диаметров скважин связано с обрушением их стенок на участках неустойчивых пород.

#### 1.4.2.1 Опробовательские работы

Опробование ведется по всем геологоразведочным выработкам, вскрывшим в коренном залегании рудные и потенциально рудоносные зоны, зоны прожилково-жильного окварцевания и гидротермально-метасоматических изменений.

Отбор проб в поверхностных горных выработках (канавках и траншеях) ведется вручную, бороздовым способом. Пробы отбираются секционнно, по полотну выработки, вкрест простирания рудных зон. В случае опробования маломощных жильных тел (менее 0, 2 м), отбирается задиговая проба.

Обработка проб. Обработка геологических проб будет осуществляться механическим способом на стандартном оборудовании в дробильном цехе. Обработка проб ведётся в несколько последовательных стадий дробления и сокращения по схеме, разработанной для Шилкинского месторождения. Результаты контроля будут оцениваться сравнением средних содержаний, вычисленных по достаточно большому числу контрольных и контролируемых проб [5].

#### 1.4.2.2 Контроль пробоотбора

Контроль пробоотбора при бурении скважин будет осуществляться путем опробования сопряженных с ними горных выработок (траншей). Применение этого контроля целесообразно, так как оценочные скважины бурятся на небольшую глубину [3].

#### 1.4.2.3 Контроль качества обработки проб

Конечный материал пробы, из которого отбирается навеска для аналитических работ, получают по принятой схеме путем последовательного дробления и сокращения.

Качество обработки проб будет контролироваться постоянно следующим образом:

- систематический контроль работы проборазделочного цеха;
- строгое соблюдение схемы обработки проб;
- контроль качества работы дробилок и оборудования для сокращения проб;

– сравнение результатов анализов параллельно обрабатываемых частных проб, составленных из отходов сокращения, с анализами основной пробы.

#### 1.4.2.4 Топографо-геодезические работы

Таблица 1.5 – Виды и объёмы выполненных топографо–геодезических работ

Наименование видов работ	Единица измерения	Объём
Теодолитные ходы	км	8,14
Тахеометрическая съёмка в масштабе 1:2 000 с высотой сечения рельефа 1 метр	км <sup>2</sup>	0,23
Разбивочно–привязочные работы	выработок	37

На район работ имеются карты в масштабах 1:25 000 и 1:100 000, полученные стереографическим методом. Пункты триангуляции 3 класса ГГС Бошарова и Чистополье расположены в 1,5—3,2 км от участка работ.

Сведения о плано–высотной геодезической изученности выписаны из изданного каталога координат пунктов геодезических сетей. Каталоги находятся на хранении в Сибирской территориальной инспекции государственного геодезического надзора.

Создание съёмочного обоснования выполнено проложением теодолитных ходов 1 и 2 разрядов и висячими ходами с максимальным числом линий не более двух.

В качестве исходных использованы координаты и высоты пунктов ГГС Бошарова и Чистополье в местной № 167 системе координат и Балтийской 1977 года высот.

Закрепление точек съёмочного обоснования выполнено деревянными кольями, металлическими трубами и уголковой сталью, забитыми в грунт на 0,6—0,8 м. Закрепление точек на долговременную сохранность выполнено на пнях свежесрубленных деревьев диаметром 15—20 см, обработанных в виде столба.

Угловые и линейные измерения выполнены по трёхштативной системе электронным теодолитом SET-610 № 027724.

Съёмка производилась тахеометрическим методом с точек теодолитных ходов. Угловые и линейные измерения выполнены электронным тахеометром SET-610, № 027724. На топоплан нанесены все геологоразведочные выработки с их номерами и отметками [4].

#### 1.4.2.5 Геохимические работы

Будут проводиться по поверхностным горным выработкам и керну скважин. Опробованию будут подвергаться породы, слагающие околорудное пространство, т.е. не несущие видимых признаков оруденения или гидротермально-метасоматических изменений.

Отбор проб в горных выработках и скважинах осуществляется путем точечной отбойки в одну пробу небольших сколков, равномерно расположенных по всему интервалу опробования. Длина интервала определяется литологическим составом опробуемой толщи пород, причем каждая разновидность опробуется отдельно.

На основе интерпретации результатов литогеохимического опробования коренных пород будут решаться следующие задачи:

- уточнение уровня эрозионного среза и пространственного положения предполагаемого оруденения;
- оценка перспектив рудоносности на глубину и на флангах рудопроявлений, поиски слепого оруденения и уточнение морфологических особенностей рудных тел путем использования при увязке рудных подсечений особенностей состава и строения первичных ореолов;
- уточнение направления дальнейших работ.

#### 1.4.2.6 Аналитические исследования

Оценка качества лаборатории проводится путем геологического контроля, который подразделяется на внутренний, внешний и арбитражный, либо осуществлять по стандартным образцам.

В результате внутреннего контроля для каждого класса содержаний вычисляется относительная среднеквадратическая погрешность единичного определения. В этом случае относительная среднеквадратическая погрешность характеризует воспроизводимость результатов определения данного компонента. На контроль направляется 30-40 проб по каждому классу содержаний и периоду работы основной лаборатории, по которым выявлены систематические расхождения [6].

#### 1.5 Буровые работы

Колонковое бурение является основным методом изучения месторождения.

По полученным в процессе бурения пробам в виде столбиков 5 кернов производят подсчет запасов и технико-экономическое обоснование разработки месторождения.

Большая часть месторождения сложена породами Среднего рифея. Выделенные предшествующими работами несколько рудных залежей, залегают в нижних горизонтах Бельских свит, имеют пластообразную форму, субсогласное залегание с вмещающими породами, полого падают на северо-северо-восток (ССВ) под углами 30-45° и располагаются ярусно. Усредненный геологический разрез и категория пород по буримости приведены в таблице 1.5.

Для того чтобы максимально эффективно осуществлять бурение скважин необходимо знать физико-механические свойства горных пород, а так же их поведение при разрушении. Эти сведения нужны для выбора бурового

оборудования, ПРИ, режимных параметров бурения. Следовательно, при проектировании скважины важно определить особенности геологического строения месторождения [7].

Таблица 1.6 - Усредненный геологический разрез

Породы	Индекс	Глубина подошвы, м	Категория пород по буримости	Мощность слоя, м
Глины, суглинки, супеси, прослои лигнитов	$P_3bl$	54	IV	0,60
Кварциты, кварцевые песчаники, прослои углерод-серицит-кремнистых сланцев	$R_1ud+pg$	135	XI	0,70
Сланцы графит-кварцевые	-	4	VI	0,45

Так как рудные тела имеют азимут простирания  $299^{\circ} - 312^{\circ}$ , то все буровые линии должны быть ориентированы вкост усредненного простирания рудных залежей по азимуту в  $30^{\circ}$ .

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

### 2.1. Критический анализ техники, технологии и организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения

На этапе поисков было пройдено порядка 30 скважин. Сооружение скважин осуществлялось передвижными буровыми установками, оснащенными станками СКБ-4 или СКБ-5, смонтированными вместе со зданием, электроснабжение осуществлялось от передвижной дизельной электростанции. В качестве промывочной жидкости использовался глинистый раствор, приготавливаемый на месте бурения.

Применяемое оборудование позволяло получать выход керна 70...80 %, что не всегда было достаточно для проведения полноценных геологических исследований [8].

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

Основные факторы при выборе способа бурения, оборудования и всех технических средств – геологические условия бурения (физико-механические свойства пород, наличие в разрезе зон осложнений, степени интенсивности водопритоков), глубина, диаметр и профиль скважины, географические условия размещения объекта разведки.

В настоящее время основной объем разведочного колонкового бурения выполняется вращательным способом при помощи твердосплавного и алмазного породоразрушающего инструмента. Исходя из следующих условий:

- бурение ведется с отбором керна;
- небольшая глубина бурения (до 150 м), целесообразно выбрать вращательный способ бурения. Бурение скважин будет осуществляться с применением гидравлического способа удаления продуктов разрушения с прямой схемой циркуляции (рисунок 2.1), при котором продукты разрушения

выносятся потоком промывочной жидкости через затрубное пространство. Далее раствор очищается от шлама, попадает обратно в зумпф и цикл повторяется.

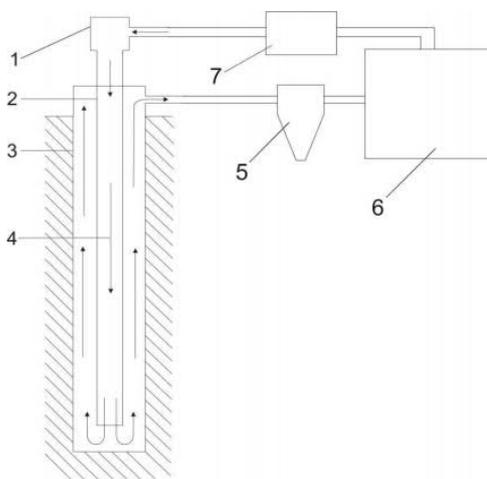


Рисунок 2.1 – Схема циркуляции промывочной жидкости: 1 – сальник-вертлюг; 2 – буровые трубы; 3 – стенки скважины; 4 – направление потока промывочной жидкости; 5 – гидрциклонная установка; 6 – зумпф; 7 – насос

### 2.3. Разработка типовых конструкций скважин

#### 2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Расчет наименьшего диаметра скважины выбирается исходя из минимального диаметра керна последнего пласта полезного ископаемого и диаметра аппаратуры спускаемой в скважину [9].

Минимальный диаметр скважины выбран, исходя из таблицы 2.1

Таблица 2.1 – Рекомендации по минимально допустимым диаметрам керна в зависимости от полезного ископаемого и характера его распределения

Группа	Характер распределения компонентов	Характеристика месторождений и полезные ископаемые	Минимально допустимый диаметр керна, мм	Диаметр ПРИ, мм
I	Весьма равномерный	Наиболее выдержанные месторождения черных металлов, химического сырья.	22	36

Продолжение Таблицы 2.1

		Подавляющее месторождение угля и горючих сланцев		
II	Неравномерный	Подавляющее большинство месторождений цветных металлов. Отдельные месторождения никеля, редких металлов, золота. Сложные месторождения полезных ископаемых группы I	22...32	36...46
III	Весьма неравномерный	Большинство месторождений редких, некоторых цветных и благородных металлов; наиболее сложные по форме и нарушенные месторождения цветных металлов, не вошедшие в группу II	32...42	46...59
IV	Крайне неравномерный	Мелкие и весьма нарушенные месторождения редких и благородных металлов с очень сложным распределением компонентов; месторождения, не вошедшие в группы I...III	42...60	59...76

Принимаем минимальный диаметр породоразрушающего инструмента (ПРИ) 36 мм. Но так как мы должны иметь запас на случай аварии, то примем конечный диаметр скважины 59 мм, и в случае прихвата или другой аварийной ситуации мы сможем продолжить бурение инструментом с диаметром 36 мм.

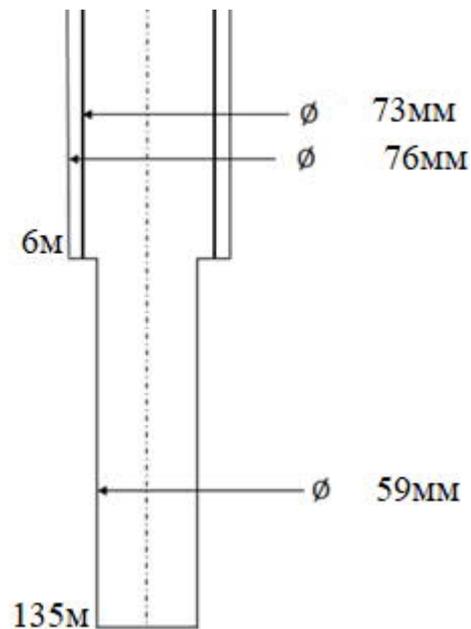


Рисунок 2.2 – Конструкция скважины

#### 2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб

Для выбора оптимальной буровой установки для данных геологических условий необходимо учитывать глубину бурения, залегающие породы, цель и способ бурения. Глубина залегания полезного ископаемого позволяет использовать для бурения передвижные буровые установки. Назначение скважин заключается в разведке рудопроявления марганца, следовательно, необходимо отбирать керн для дальнейшего исследования. Породы, слагающие разрез представлены IX-XI категориями пород по буримости.

Всем геолого-техническим условиям удовлетворяет передвижная буровая установка УКБ4-300/500. Буровая установка УКБ4-300/500 (рисунок 2.3) предназначена для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые твердосплавными коронками диаметром 93 мм до глубины 300 м и алмазными коронками диаметром 59 мм до глубины 500 м [10].

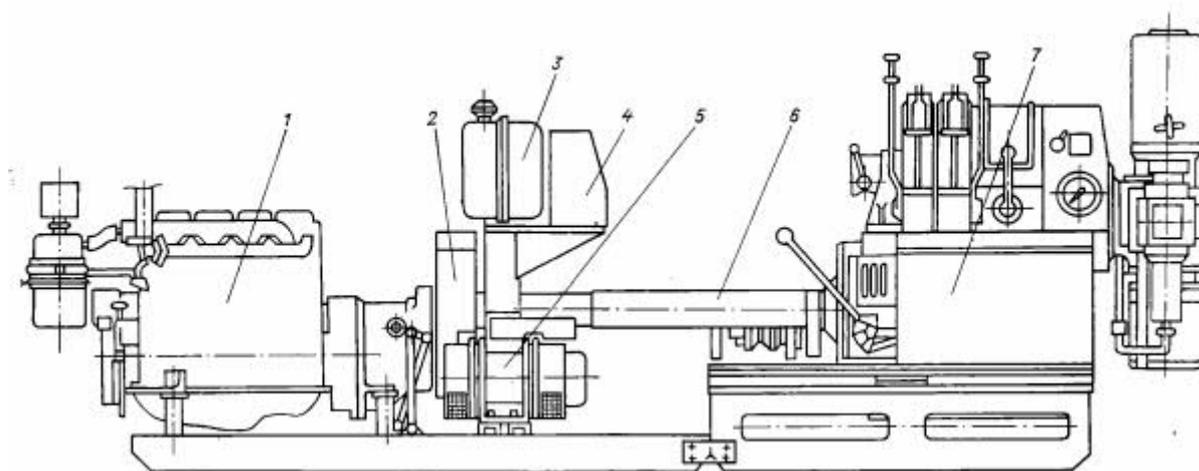


Рисунок 2.2 – Буровая установка УКБ4-300/500

Передвижная буровая установка УКБ4-300/500 содержит следующие узлы, смонтированные в одном блоке: буровой станок СКБ-4120, насос НБ160/6,3, мачту БМТ-4 с основанием, средства малой механизации спускоподъемных операций (СПО), буровое здание ПБЗ-4, комплект оборудования, обеспечивающий создание нормальных условий работы обслуживающему персоналу. Техническая характеристика буровой установки УКБ4-300/500 представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика буровой установки УКБ4-300/500

Параметры установки	УКБ4-300/500
Глубина бурения (м) коронками диаметром:	
93 мм	300
59 мм	500
Начальный диаметр скважины, мм	151
Конечный диаметр, мм	93/59* * - для алмазных коронок
Угол наклона скважины, град	0-360
Габаритные размеры установки, м:	
Рабочем положении	13,2*4,2*14,7
В транспортном положении	15,1*3,2*4,1
Масса установки, т	14
Буровой станок	СКБ-4

Система подачи бурового снаряда	
Тип	Гидравлический с автоперехватом
Усилие подачи развиваемое вращателем, тс	
Вниз	4
Вверх	6
Скорость подачи шпинделя вверх (быстрый подъем), м/мин	
Вверх	0,83
Вниз	1,1
Скорость холостой подачи шпинделя, м/мин	
Вверх	0,83
Вниз	1,1
Скорость холостой подачи шпинделя вверх (быстрый подъем), м/мин	
Лебедка:	
Грузоподъемность, т	
Номинальная	2,5
Максимальная	3,2
Тип каната	
скорость навивки каната на барабан, м/с	1; 1,5; 2,5; 4,0
канатоемкость барабана, м:	
Рабочая	37
полная	76
Лебедка для съемного керноприемника:	
грузоподъемность, т	0,5
скорость навивки каната на барабан, м/с	1; 1,5; 2,5; 4,0
канатоемкость барабана, м	
диаметр каната, мм	4,8
Дизельная электростанция АЭСК-40 мощностью, кВт	
	40

### 2.4.1. Буровой станок

Буровой станок СКБ-4 укомплектован вращателем и лебедкой планетарного типа. Станок обеспечивает бурение геолого-разведочных скважин на наиболее выгодных режимах алмазными и твёрдосплавными коронками, чему способствует широкий диапазон скоростей вращения шпинделя от 155 до 1600 об/мин.

Буровой станок СКБ-4 является шпиндельным станком моноблочной компоновки с продольным расположением лебёдки и системой гидравлической подачи бурового инструмента [9].

Компоновка бурового станка СКБ 4 аналогична известным шпиндельным станкам для бурения геолого-разведочных скважин на твердые полезные ископаемые, у которых лебедка расположена вдоль станка.

Станок СКБ-4 собран из отдельных узлов. Такая компоновка удобна при его монтаже, демонтаже и транспортировании.

Лебёдка станка планетарного типа расположена вдоль станка над коробкой передач. Передняя шлицевая часть вала лебёдки входит в шлицевое отверстие шестерни раздаточной коробки, а задний конец вала через сферический роликовый подшипник закреплён в стальном кронштейне, установленном на корпусе сцепления станка.

Тормоз спуска колодочного типа закреплён на задней продольной балке станка. Торможение осуществляется стягиванием колодок и при помощи тяги, которая получает движение от эксцентрика, связанного с тормозной рукояткой. В расторможенном положении рукоятка удерживается пружиной. Тормоз подъёма по конструкции и работе аналогичен тормозу спуска. Отличается от тормоза спуска отсутствием собачки, фиксирующей тормозную рукоятку в заторможенном положении.

Вращатель станка смонтирован в фасонном стальном корпусе и крепится 6-ю болтами к фланцу раздаточной коробки с Т - образным круговым пазом, что обеспечивает поворот вращателя при наклонном бурении [8].

Гидравлическая система СКБ-4 обеспечивает работу всех гидрофицированных узлов бурового станка: подачу, подъем и опускание бурового инструмента, работу гидropатронов, перемещение стайка по раме, автоматический перехват бурового снаряда в процессе бурения без остановки вращения и выполнение других операций. Система имеет индивидуальный электропривод и приводится в действие сдвоенным лопастным маслонасосом 578Г12-22А с производительностью 12 и 18 л/мин. Техническая характеристика бурового станка СКБ-4 представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика бурового станка СКБ-4

Параметры	Буровой станок СКБ-4
Глубина бурения, м	
А) твердосплавными коронками с конечным диаметром бурения 93 мм	300
Б) алмазными коронками с конечным диаметром бурения 59 мм	500
В) алмазными коронками с конечным диаметром бурения 46 мм	700
Начальный диаметр бурения, мм не более	200
Частота вращения шпинделя, об/мин	155; 280;390;435;640;710;1100;1600
Ход шпинделя, мм	400
Скорость подачи шпинделя вниз, м/мин	0.....1,1
Скорость рабочей подачи шпинделя вверх, м/мин	0....0,83

#### 2.4.4. Буровая вышка (мачта). Буровое здание

Буровая установка УКБ4-300/500 укомплектована мачтой типа БТМ-4.

Буровая установка предназначена для замены станка СБА-500. Установка разрабатывается в нескольких модификациях: базовая модель (в блочном исполнении), самоходный вариант, разборный на узлы массой не более 70 кг для бурения в труднодоступных условиях и для бурения из подземных выработок.

Базовая модель состоит из блоков, транспортировка которых осуществляется с использованием универсальных транспортных средств. Установка включает буровой станок (СКБ-4), блок промывки (насос и очистную систему), приводной блок, вышечный блок, включая мачту, талевую систему, устройство против переподъема, трубооборот, укрытие, основание и отопительное устройство. Одной из модификаций установки является передвижная буровая установка УКБ-4П (УКБ-300/500), в комплект которой входят: буровой станок СКБ-4, трубооборот, насос НБЗ-120/40, мачта с комплектом грузоподъемных приспособлений БМТ-4, передвижное буровое здание ПБЗ-4, транспортная база ТБ-15 [7].

Буровой станок модели СКБ-4 предназначен для вращательного бурения с поверхности вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин.

Станок обеспечивает бурение геологоразведочных скважин на наиболее выгодных режимах алмазными и твердосплавными коронками, чему способствует широкий диапазон частот вращения шпинделя 155—1600 об/мин

Буровая мачта – ферма прямоугольного сечения, сваренная из уголков, состоит из двух частей. При перевозках верхняя часть входит в нижнюю, что существенно облегчает транспортировку буровой установки. Подъем мачты и опускание производится с помощью двух гидравлических домкратов. На нижней части мачты установлен свечеприемник с откидной дугой. Мачта шарнирно связана с порталом, который в свою очередь жестко связан с рамой, на которой устанавливается все буровое и силовое оборудование.

Предназначена для рытья и засыпки траншей, котлованов, расчистки и планировки местности в условиях бездорожья, труднопроходимых районах и вечной мерзлоты. Рабочий агрегат представляет собой стальное колесо с ковшами, которое опускается за машину и крутится, выкапывая канаву.

Размеры БТМ-4М:

- длина — 10,7 м;
- ширина — 3,38 м;
- высота — 3,7 м (в транспортном положении);

- длина в рабочем положении — 15,33 м, ширина — 4,01 м [8].

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

#### 2.5.1. Проходка горных пород

По приведенному разрезу (таблица 2.9) видно, что разрез имеет два однородных участка. Бурение первого участка от 0 до 5 м будет производиться с использованием одинарного колонкового снаряда и двух коронок: 0...4 м – коронкой М5 диаметром 76 мм, 4...5 м – коронкой 02И4 диаметром 76 мм. Проходка второго участка будет осуществляться комплексом ТДН-2 с коронкой 11ИЗ диаметром 59 мм и расширителем РДТО-59. Техническая характеристика комплекса и комплект поставки будут приведены в специальном разделе проекта.

Приведем некоторые технические характеристики коронок и расширителя для дальнейших расчетов. Коронка М5:

Диаметр наружный – 76 мм, внутренний – 37 мм.

Число ребер – 4. Число резцов – 16.

Коронка 02И4:

Диаметр наружный – 76 мм, внутренний – 58 мм.

Число секторов – 6.

Коронка 11ИЗ: 62

Диаметр наружный – 59 мм, внутренний – 39 мм.

Расширитель РДТО-59:

Диаметр – 59,4 мм. Также для расчетов нам понадобятся некоторые справочные данные (таблица 2.9)

Таблица 2.9 – Справочные данные для расчета режимных параметров бурения

Категория горных пород по буримости	Удельная нагрузка $C_u$ , кН	Окружная скорость $V$ , м/с	Расход промывочной жидкости $q_T$ , л/мин (на 1 см диаметра коронки)
IV	0,6...0,75	4...3	12...8
VI	0,6...0,75	4...3	10...8
XI	0,9...1,2	3...2	8...7

Произведем расчет режимных параметров для каждого интервала бурения.

Коронка М5, интервал 0...4 м, категория пород по буримости – IV. Осевая нагрузка на твердосплавную коронку  $G_0$  (кН) определяется, исходя из количества основных резцов  $m$  и рекомендуемой удельной нагрузки  $C_u$  на один основной резец [9].

$$G_0 = C_u m, \quad (1)$$

$$G_0 = 0,55 * 16 = 8,8 \text{ кН} = 897 \text{ кгс.}$$

Частота вращения коронки  $n$  рассчитывается по формуле

$$n = \frac{20V_0}{D_c} \quad (2)$$

$$n = \frac{20 * 1}{0.0565} = 354 \text{ об/мин}$$

где  $V_0$  – окружная скорость коронки, м/с.

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2} \quad (3)$$

$$D_c = \frac{76 \text{ мм} + 37 \text{ мм}}{2} = 56,5 \text{ мм}$$

$$Q = q_T D_H, \quad (4)$$

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

$$Q = 10 * 7,6 = 76 \text{ л/мин.}$$

Коронка 02И4, интервал 4...5 м, категория пород по буримости – VI. Осевая нагрузка  $G_0$  на алмазную коронку рассчитывается по формуле

$$G_0 = \alpha C_u S, \quad (5)$$

$$G_0 = 0,75 * 1,15 * 15,5 = 13,37 \text{ кН} = 1337 \text{ кгс.}$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород; для монолитных малоабразивных пород  $\alpha = 1$ , для трещиноватых и сильноабразивных  $\alpha = 0,7 \dots 0,8$ ;  $S_y$  – удельная нагрузка на 1 см<sup>2</sup> рабочей площади торца коронки, кПа;  $S$  – рабочая площадь торца алмазной коронки, см<sup>2</sup>.

$$S = \beta \pi / 4 (D_n^2 - D_v^2), \quad (6)$$

где  $D_n$  и  $D_v$  – соответственно, наружный и внутренний диаметры коронки, см;  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов; для большинства алмазных коронок  $\beta = 0,8$ , для зубчатых –  $\beta = 0,6$

$$S = 0,8 * \pi / 4 (7,62^2 - 5,82^2) = 15,15 \text{ см}^2$$

Частота вращения коронки  $n$  (об/мин) рассчитывается по формуле 2

$$n = \frac{20 * 2,5}{0,067} = 746 \text{ об/мин}$$

$$D_c = \frac{76 \text{ мм} + 58 \text{ мм}}{2} = 67 \text{ мм}$$

Расчет количества подаваемой на забой скважины промывочной жидкости  $Q$  (л/мин) производится по формуле:

$$Q = k q T D_n, \quad (7)$$

где  $D_n$  – наружный диаметр коронки;

$qT$  – удельное количество подаваемой жидкости, л/мин на 1 см наружного диаметра  $D_n$  алмазной коронки;

$k$  – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород; для монолитных и малоабразивных пород  $k = 1$ , для абразивных и сильноабразивных пород  $k = 1,3 \dots 1,4$ .

$$Q = 1,35 * 7 * 7,6 = 71,8 \text{ л/мин.} \quad (8)$$

Коронка 11ИЗ, интервалы 5...54 м, 104...140 м, категория пород по буримости – XI.

Осевая нагрузка  $G_0$  на алмазную коронку:

$$G_0 = 0,75 * 1,15 * 12,3 = 10,6 \text{ кН} = 1060 \text{ кгс,} \quad (9)$$

$$S = 0,8 * \pi / 4 (5,92 - 3,92) = 12,3 \text{ см}^2.$$

Частота вращения коронки  $n$  (об/мин): 1020 об/мин,

$D_c=49$  мм

Расчет количества подаваемой на забой скважины промывочной жидкости  $Q$  (л/мин) производится по формуле:

$$Q=1,35*7*5,9=55,8 \text{ л/мин.}$$

### 2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому

Бурение будет производиться с комплексом трубы бурильные стальные универсальные (ТБСУ-55) в таблице 2.11.

Таблица 2.10 – Техническая характеристика ТБСУ-55

Параметры	ТБСУ-55
Диаметр трубы, мм: наружный	55
Толщина стенки, мм	4,5
Замка, мм наружный внутренний	53,5 22
Основная длина трубы в сборе с соединениями	4700

Трубы бурильные стальные универсальные (ТБСУ) с приваренными замками применяются при поиске и разведке на твердые полезные ископаемые и воду, для бурения скважин колонковым и бескерновым способом твердосплавными и алмазными коронками, долотами всех видов, в том числе с применением забойных гидро- и пневмоударников, при инженерно-геологических изысканиях, в строительстве, бурении дегазационных скважин в угольных шахтах. Кроме того, эти трубы применяются при капитальном ремонте нефтяных и газовых скважин, удалении парафиновых и гидратных пробок,

промывке труб НКТ, а также для проведения геофизических изысканий при поиске и разведке нефти и газа.

ТБСУ могут быть использованы со всеми видами буровых станков и установок (например, УРБ, 2А2, ЗИФ 650, ЗИФ 1200, СКБ-4, УБВ, ЛБУ, ПБХ), применяемых в строительстве, поисковом и разведочном бурении при соблюдении следующих условий:

- в случае наращивания и спуско-подъема колонны через вращатель, диаметр его проходного канала должен быть больше диаметра замка бурильной трубы;
- при отсутствии ограничителя (регулятора) крутящего момента на вращателе, его максимальное значение не должно превышать рекомендуемый момент затяжки резьбового соединения трубы;
- если максимальный момент вращателя меньше рекомендуемого момента затяжки резьбового соединения, последний обеспечивается специальным устройством (труборазворотом). [10].

### 2.5.3. Техника и технология направленного бурения скважин

Для качественного опробования пласта полезного ископаемого необходимо, чтобы угол встречи скважины  $\beta$  с кровлей пласта был как можно больше (в идеальном случае  $90^\circ$ ). Но это не всегда практически выполнимо и может быть экономически неоправданно.

При большом угле встречи выше сохранность структуры керна и его выход. В соответствии с геологическим заданием для подсечения продуктивных пластов предусматривается бурение наклонных скважин. Угол встречи рудного тела составляет  $40^\circ$ .

Начальный азимут забуривания скважины должен совпадать с азимутом разведочной линии, если последняя направлена в крест простирания рудному телу. Задание углов наклона скважин происходит под руководством бурового мастера. Правильность наклона вращателя станка контролируется

транспортом. Скважины будут буриться одноствольные. Построение профилей скважин производится исходя из величины естественного искривления, которое на данном участке составляет  $2^\circ/100$  м.

Зенитный угол скважины (в град.) на глубине  $L_1$  (рисунок 2.11) при заданном угле встречи  $\beta$  первого пласта полезного ископаемого (это угол между вертикалью и касательной к оси скважины в точке встречи пласта) должен быть

$$\theta_B = (\gamma + \beta) - 90 = (70 + 40) - 90 = 200, \quad (10)$$

где  $\theta_B$  – зенитный угол скважины на глубине  $L_1 = 84$  м, при встрече пласта полезного ископаемого, град;  $\gamma$  – угол падения пласта ( $\gamma = 70^\circ$ ).

Далее определяется зенитный угол скважины в точке встречи пласта на глубине  $L_1$  (рисунок 2.12), если бы скважина была забурена вертикально.

$$\theta_B^1 = \frac{(L_1 - L_2) \cdot i}{100} \quad (11)$$

где  $i$  – интенсивность естественного зенитного искривления ( $i = 2^\circ/100$  м);

$L_2$  – глубина последней обсадной колонны ( $L_2 = 5$  м). Если  $\theta_B \geq \theta_B^1$ , то начальный зенитный угол скважины равен

$$\theta_0 = \theta_B - \theta_B^1 = 20 - 1 = 19 \text{ град} \quad (12)$$

Угол наклона скважины составит:

$$\eta = 90 - \theta_0 = 90 - 19 = 71 \text{ град.}$$

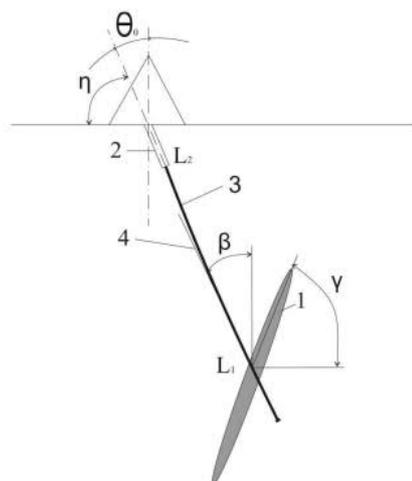


Рисунок 2.4 – Профиль скважины: 1 – пласт полезного ископаемого; 2 – обсадная колонна; 3 – ствол скважины ниже последней обсадной колонны; 4 – касательная к оси скважины в точке встречи с кровлей пласта [10]

#### 2.5.4. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения

В качестве промывочной жидкости рекомендуется использовать малоглинистый буровой раствор, приготовленный из глинопорошка ПБМА, со следующими параметрами [3]:

- плотность – 1050...1100 кг/м<sup>3</sup>;
- условная вязкость не более 25 с;
- водоотдача за 30 мин
- $6 \times 10^{-6}$ ... $10 \times 10^{-6}$  м<sup>3</sup>;
- содержание песка не более 1%.

Количество бурового раствора (в м<sup>3</sup>), требуемое для бурения геологоразведочной скважины в условиях поглощения промывочной жидкости, можно определить из выражения

$$V_p = 2V_c + V_{o.c} + n_c^2 V_c + V_{\Pi}, \quad (13)$$

где  $V_c$  – объем скважины заданной проектной глубины, м<sup>3</sup>;

2 – числовой коэффициент, учитывающий запас промывочной жидкости на буровой;

$V_{o.c}$  – объем очистной системы ( $V_{o.c} = 3 \text{ м}^3$ );

$n_c = 2/3$  – частота смены промывочной жидкости;

$V_{\Pi}$  – потери промывочной жидкости, принимаемые равными 3...6 % от объема скважины.

$$V_p = 2 * 0,383 + 3 + 232 * 0,383 + 0,019 = 3,955 \text{ м}^3$$

Масса глины  $m_g$  для приготовления 1 м<sup>3</sup> бурового раствора (в кг) рассчитывается по формуле:

$$m_g = \rho_g (\rho_{б.р} - \rho_v) V_{б.р} (\rho_g - \rho_v) \quad (14)$$

где  $\rho_g$  – плотность глины,  $\rho_g = 2300 \text{ кг/м}^3$ ;

$\rho_v$  – плотность воды,  $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;

$\rho_{б.р}$  – плотность бурового раствора,  $\text{кг/м}^3$

$$m_{\Gamma} = \frac{2300(1050-1000)*1}{2300-1000} = 88,42 \text{ кг}$$

Масса воды, необходимая для приготовления 1 м<sup>3</sup> бурового раствора находится по формуле:

$$m_{\text{В}} = \frac{\rho_{\text{В}}(\rho_{\Gamma} - \rho_{\text{б.р}}) * V_{\text{б.р}}}{(\rho_{\Gamma} - \rho_{\text{В}})} \quad (15)$$

$$m_{\text{В}} = \frac{1000(2300-1050)*1}{2300-1000} = 961,54 \text{ кг}$$

Для обеспечения бесперебойного бурения нам потребуется:

$$m_{\Gamma} = 88,46 * 3,955 = 349,86 \text{ кг},$$

$$m_{\text{В}} = 961,54 * 3,955 = 3802,89 \text{ кг}$$

Условная вязкость рассчитывается по формуле:

$$УВ \leq 21 * \rho_{\text{б.р}} * 10^{-3} = 21 * 1050 * 10^{-3} = 22,05 \text{ с.} \quad (16)$$

Показатель водоотдачи составит:

$$\Phi \leq (6 * 103 / \rho_{\text{б.р}}) + 3 = 8,7 \text{ см}^3 / 30 \text{ мин} = 8,7 * 10^{-6} \text{ м}^3 / 30 \text{ мин.} \quad (17)$$

В качестве оборудования для приготовления промывочной жидкости будет использоваться глиномешалка МГ-075. Технические характеристики глиномешалки приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.11 – Технические характеристики глиномешалки МГ-075.

Тип глиномешалки	Объем, м <sup>3</sup>	Производительность м <sup>3</sup> /час	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, длина × ширина × высота, мм	Масса, кг
МГ-075	0,75	0,75	3	2060×1450×1320	693

С целью предотвращения аварий и осложнений важно снижать до минимума содержание в промывочной жидкости шлама. Наиболее эффективную очистку промывочной жидкости могут обеспечить гидроциклонные установки. Проектом предусматривается использование гидроциклонной установки ОГХ-8А, технические характеристики которой приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Технические характеристики гидроциклонной установки ОГХ8А

Параметры	
Производительность, л/мин	до 150
Наибольшая степень загрязненности глинистого раствора, %	15
Наибольший размер частиц, мм	5
Рабочее давление в гидроциклоне, кгм/см <sup>2</sup>	2,5...3,5
Тип насоса	ВН18×30
Мощность электродвигателя, кВт	3,5
Длина×ширина×высота, мм	1435×850×1450
Масса, кг	295

## 2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины

Для закрепления стенок скважины будут применены обсадные трубы ниппельного соединения по ГОСТ 6238-77. Так как диаметр скважины равен 59 мм, то примем диаметр обсадной колонны 73 мм. При внутреннем диаметре ниппеля 62 мм, эта труба позволит свободно пройти бурильным трубам. Для 74 закрепления интервала 0...5 м нам понадобится 2 обсадных трубы, длина каждой трубы – 3 м. Для обсадной колонны выберем трубы ниппельного соединения по ГОСТ 6238-77 (таблица 2.14). Так как диаметр скважины равен 59 мм, то примем диаметр обсадной колонны 73 мм. При внутреннем диаметре ниппеля 62 мм, эта труба позволит свободно пройти бурильным трубам [10].

Таблица 2.13 – Технические характеристики обсадных труб ниппельного соединения.

Параметры	Обсадная труба ниппельного соединения
Наружный диаметр трубы и ниппеля, мм	73 ±0,57
Толщина стенки трубы, мм	4,0 ±0,48
Внутренний диаметр ниппеля, мм	62

Длина трубы, мм	1500...6000
Масса 1 м трубы, кг	6,81

Для успешного закрепления скважины обсадными трубами необходимо провести 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. Первый вид работ проводится в следующей последовательности:

- расчёт количества труб, необходимых для крепления скважины;
- перевозка труб на буровую;
- проверка и разбраковка труб на буровой;
- укладка труб на приёмный стеллаж.

Трубы укладываются в том порядке, в каком они будут опускаться 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 промывочной жидкостью. 75 По окончании бурения обсадные трубы будут извлекаться из скважины. Извлечение обсадных труб производится при помощи вращателя. Тампонирующее производим портландцементом тампонажным бездобавочным и с минеральными добавками ПЦТ-Д0-50 ГОСТ 1581 – 85. Способ цементирования – одноцикловое с двумя пробками.

Как только нижняя пробка достигнет упорного кольца, давление над ней повысится и под его воздействием диафрагма, перекрывающая канал в нижней пробке, разрушится; при этом наблюдается повышение давления на 4 - 5 МПа. После разрушения диафрагмы раствору открывается путь в затрубное пространство (рисунок 2.5).

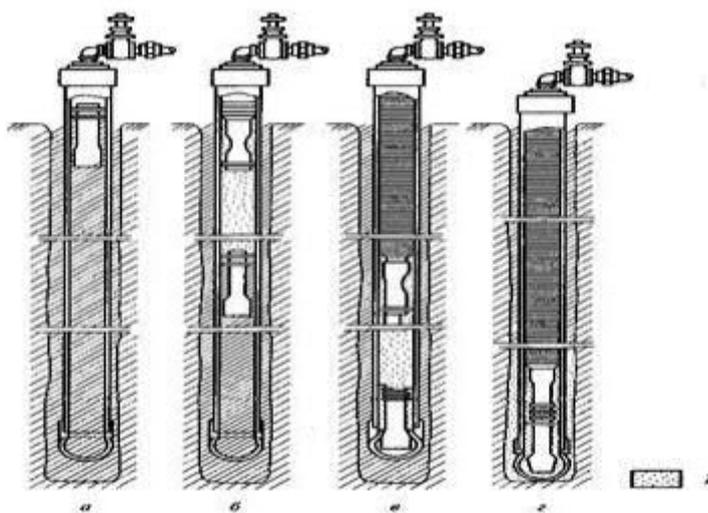


Рисунок 2.5 – Стадии процесса цементирования с двумя пробками:  
 А – опускание нижней пробки; б – закачка цемента и опускание верхней пробки; в – продавливание цемента к башмаку колонны; г- продавливание цемента в закалонное пространство; 1 – цементный раствор [2].

## 2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

### 2.7.1. Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка

Суммарная мощность определяется по формуле

$$N_{\text{б}} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \text{ кВт}, \quad (18)$$

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.

Потери мощности в станке

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

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{ДВ}}(0,075 + 0,00012 * n), \quad (19)$$

Где  $N_{\text{ДВ}}$  – номинальная мощность привода двигателя (станка), кВт;

$n$  – частота оборотов шпинделя, об/мин.

$$N_{\text{ст}} = 30 * (0,075 + 0,00012 * 1271) = 6,83 \text{ кВт}.$$

Мощность на вращение буровой колонны

При высоких частотах вращения по формуле:

$$N_{\text{тр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \{ (1,6 \cdot 10^{-8}) (1 + 0,6 \cdot i) [(0,9 + 0,02\delta) / (1 + 0,013\delta)] \cdot [D / (EJ)]^0,16 \} \cdot n^{1,85} \cdot L^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin\theta_{\text{ср}}) + 2 \cdot 10^{-7} \delta n G_{\text{ос}}, \text{ кВт}, \quad (20)$$

где  $L$  – длина буровой колонны, м,  $L = 135$  м;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины (каверны желоба, наличие обсадных труб) на затраты мощности (1 – для нормального геологического разреза);  $K_3$  – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для соединения «труба в трубу»);

$K_4$  – 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 (1,0 – для стальных труб);

$S$  – средняя кривизна свечи – 0,3 мм/м;

$\delta$  – зазор, между стенками скважины и бурильными трубами – 2,2 мм;  $n$  – частота вращения бурового вала, об/мин;

$E$  – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см<sup>2</sup> ( $2 \times 10^6$  – для 78 стальных труб);

$I$  – экваториальный момент инерции бурильных труб, см<sup>4</sup> ;

$\theta_{\text{ср}}$  – средний зенитный угол скважины, град;

$G$  – усилие подачи, кгс ;

$D_{\text{д}}$  – наружный диаметр ПРИ, мм.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ

$$I = \pi/64 \cdot (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (21)$$

Расчёт среднего зенитного угла производится по формуле:

$$\theta_{\text{ср}} = (\theta_{\text{нач.}} + \theta_{\text{кон}}) / 2, \text{ град}, \quad (22)$$

где  $\theta_{\text{ср}}$  – средний зенитный угол, град;

$\theta_{\text{нач.}}$  и  $\theta_{\text{кон.}}$  – соответственно начальный и конечный углы, град.

$$\theta_{\text{ср}} = (20 + 18)/2 = 19 \text{ град}$$

Зазор, между стенками скважины и бурильными трубами определяется по Формуле:

$$\delta = 0,5 \cdot (D - d_{\text{н}}), \text{ мм} \quad (23)$$

где  $D$  – диаметр скважины по расширителю, мм;  $d_{\text{н}}$  – наружный диаметр бурильных труб, мм

$$\delta = 0,5 \cdot (59,4 - 55) = 2,2 \text{ мм},$$

$$\begin{aligned} N_{\text{тр}} &= 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot \{ (1,6 \cdot 10^{-8}) (1 + 0,6 \cdot 0) \cdot [(0,9 + 0,02 \cdot 2,2) + 0,013 \cdot 2,2] \cdot \\ & [59(2 \cdot 106 \cdot 24,6) + 0,16] \cdot 12711,85 \cdot 1400,75 (1 + 0,44 \sin 19) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,2 \cdot 1271 \cdot 133 \} \\ &= 1,92 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

Мощность на разрушение забоя определяется по формуле

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot (\mu_0 + 16,7 \cdot \text{ГП} \cdot \frac{V_{\text{мех}}}{n}) \cdot (D_{\text{н}} - D_{\text{в}}) \cdot G_{\text{ос}} \cdot n$$

где:  $\mu_0$  – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о горную породу;

ГП – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства горных пород и характер разрушения;

$V_{\text{мех}}$  – механическая скорость бурения, м/ч

$D_{\text{н}}$  и  $D_{\text{в}}$  – наружный и внутренний диаметры коронки, мм;

$G_{\text{ос}}$  – осевая нагрузка, даН

$$\begin{aligned} N_{\text{рз}} &= 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot (0,08 + 16,7 \cdot 6,0 \cdot 0,4 \cdot 1271) \cdot (59 + 35,4) \cdot 1337 \cdot 1271 = \\ &= 4,78 \text{ кВт}, \end{aligned}$$

$$N_{\text{б}} = 6,83 + 1,92 + 4,78 = 13,53 \text{ кВт}.$$

Мощность двигателя, выбранного бурового агрегата равна 22 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

## 2.7.2. Расчет мощности привода насоса

Мощность привода насоса рассчитывается по формуле:

$$N = 10 * Q * H / 102\eta, \quad (25)$$

где Q – расчетная подача бурового насоса, л/с;

H – потери давления в нагнетательной линии, кг/см<sup>2</sup> ;  $\eta$  - общий КПД насоса.

Величина H определяется по формуле:

$$H = \frac{(L+1500)*V_{тж}}{2g} \left( \frac{\lambda_{тр}}{d_{тр}} + \frac{\xi}{l} \right), \quad (26)$$

где  $d_{тр}$  – внутренний диаметр бурильных труб, м;

L – длина трубопровода, м;

l – длина бурильной трубы, м;

$\xi$  – коэффициент местных сопротивлений;

$v_{тж}$  – скорость течения жидкости, л/мин;

$\lambda_{тр}$  – коэффициент гидравлических сопротивлений.

Скорость течения жидкости  $v_{тж}$  может быть подсчитана по формуле:

$$v_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} (Q/d_{ТР}^2), \quad (27)$$

где Q – расчетная подача бурового насоса, л/с.  $v_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} (1,27 / 0,0552) = 0,0088$  л/с.

Коэффициент гидравлических сопротивлений  $\lambda_{тр}$  зависит от режима течения жидкости Re. Этот коэффициент можно определить по формуле:

$$Re = \frac{v_{тж} * d_{мп}}{\gamma}$$

где  $\gamma$  – кинематическая вязкость жидкости (для применяемой промывочной жидкости  $\gamma = 0,785 \times 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с)

$$Re = 0,0088 * 0,055 / 0,785 * 10^{-6} = 616,6.$$

Коэффициент  $\lambda_{тр}$  рассчитывается по формуле Альшуля и равен 0,064

Коэффициент местных сопротивлений  $\xi$  определяется по формуле Борда-Карно и равен  $d_{ЗАМ} = 0,0454$  м.

$$H = ((140+1500)0,528^2 \cdot 9,8) / (0,064 \cdot 0,055 + 0,33 \cdot 3) = 56,27 \text{ (кг/см}^2\text{)},$$

$$N = 10 * 1,27 \cdot 56,27 / 102 \cdot 0,8 = 8,76 \text{ кВт.}$$

### 2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

#### 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 – 135;
- средний зенитный угол,  $\theta$ , ° – 19;
- коэффициент доп. сопротивлений,  $\alpha_2$  – 1,4;
- удельный вес ПЖ,  $\gamma_{ж}$ , г/см<sup>3</sup> – 1,05; – мощность двигателя,  $N$ , кВт – 30;
- коэффициент перегрузки,  $\lambda$  – 1,2;
- грузоподъемность лебедки,  $Q_{л}$ , тс – 3,2;
- тип бурового станка – СКБ-300/500;
- время разгона элеватора,  $t$ , с – 1;
- типоразмер бурильных труб – СБТН;
- длина свечи,  $l_{св}$ , м – 4,5;
- вес подвижного груза,  $G = 54,6$  кгс
- вес 1 м бурильных труб – 6 кгс.

Число рабочих ветвей определяется по формуле

$$m = \frac{Q_{кр}\Sigma}{Q_{л}\eta}, \quad (28)$$

где  $Q_{кр. \Sigma}$  – нагрузка на крюке при подъеме колонны бурильных труб из скважины, кгс

$Q_{л}$  – грузоподъемность лебедки, кгс ;

$\eta$  – КПД талевой системы.

$$Q_{кр. \Sigma} = Q_{кр.д} + G_{д}, \quad (29)$$

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

$G_{д}$  – вес подвижного груза с учетом динамических сил, кгс .

$$Q_{кр.д} = Q_{кр} * (\frac{V}{gt} + 1) \quad (30)$$

где  $Q_{кр}$  – чистый вес бурового снаряда, кГс ;

$V$  – max скорость подъема элеватора согласно ТБ,  $V = 2,0$  м/ с ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> ;

$t$  – время разгона элеватора,  $t = 1,8$  с.

$$Q_{кр} = \alpha_1 \alpha_2 q L (1 - \gamma_{ж} / \gamma_{м}) \cos \Theta_{ср} (1 + f t g \Theta_{ср}), \quad (31)$$

где  $\alpha_1$  – коэффициент, учитывающий ниппельное соединение БТ,

$\alpha_1 = 1,0$ ;  $\alpha_2$  – коэффициент дополнительных сопротивлений,

$\alpha_2 = 1,8$ ;  $q$  – вес 1 метра труб,  $q = 6$  кГс;

$\gamma_{м}$  – удельный вес металла,  $\gamma_{м} = 7,85$  Гс /см<sup>3</sup> ;

$f$  – коэффициент трения,  $f = 0,3$

$$G_{д} = G (1 + V / g t), \quad (32)$$

где  $G$  – вес подвижного груза, кГс

$$G = m_{э} + m_{н}, \quad (33)$$

где  $m_{э}$  – масса элеватора, кГс;

$m_{н}$  – масса наголовника, кГс.

$$G = 50 + 4,6 = 54,6 \text{ кГс},$$

$$Q_{кр.Σ} = [\alpha_1 \alpha_2 q L (1 - \gamma_{ж} / \gamma_{м}) \cos \Theta_{ср} (1 + f t g \Theta_{ср}) + G] (1 + V / g t), \quad (34)$$

$$Q_{кр.Σ} = 1312 \text{ кГс}$$

$$Q_{кр.Σ} / Q_{л} = 1312 / 3200 = 0,41.$$

Принимаем  $\eta = 0,966$ .

Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии

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

$$Q_0 = Q_{кр} + P_{л} \text{ кГс}, \quad (35)$$

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

$$Q_{кр} = \alpha_1 q L (1 - \gamma_{ж} / \gamma_{м}) \text{ кГс}, \quad (36)$$

Тогда  $Q_{кр} = 764$  кГс

Учитывая, что направление действия сил  $P_L$  и  $P_H$  практически вертикально и в статическом состоянии все струны ТС нагружены равномерно, принимаем:

$$P_L = \frac{Q_{кр} + G}{m}, \quad (37)$$

где  $G$  – вес подвижного груза,  $G = 54,6$  кГс;

$P_L$  – усилие в лебедочном конце каната, кГс:

$$\text{Тогда } P_L = 818,5 \text{ кГс}$$

$$Q_0 = 764 + 818,6 = 1582,6 \text{ кГс}$$

Расчет усилий в ветвях талевой системы и нагрузки на мачту  
Расчет усилий в статическом состоянии

Все струны талевой системы равномерно нагружены силой  $P$  (кГс):

$$P = (764 + 54,6) / 1 = 818,6 \text{ кГс.}$$

Расчет усилий при подъеме инструмента  
Усилия в рабочей ветви обозначается  $P_1$ , в лебедочном конце каната  $P_L$ :

$$P_1 = \frac{P_L}{\beta}, \text{ кГс} \quad (38)$$

где  $\beta$  – 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:

$$Q_{кр. \Sigma} = P_L * \frac{\beta^m - 1}{\beta m (\beta - 1)}, \quad (39)$$

Исходя из формулы 39  $P_L$  определяется:

$$P_L = Q_{кр. \Sigma} * \frac{\beta^m - 1}{\beta m (\beta - 1)}, \quad (40)$$

$$P_L = \frac{1,04(1,04-1)}{1,04-1} * 764 = 794,6 \text{ кГс,}$$

$$P_1 = 794,6 / 1,04 = 764 \text{ кГс.}$$

Расчет усилий при спуске инструмента.

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

$$P_{л} = Q_{кр} \cdot \Sigma * \frac{\beta^m - 1}{\beta^m (\beta - 1)}, \quad (41)$$

$$P_1 = Q_{кр} \cdot \Sigma * \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \quad (42)$$

Определение грузоподъемности мачты Грузоподъемность в статическом состоянии определяется по формуле:

$$Q_0 = Q_{кр} + G + P_{л} \text{ кГс}, \quad (43)$$

$$Q_0 = 764 + 54,6 + 794,6 = 1613,2 \text{ кГс}.$$

Грузоподъемность при подъеме инструмента определяется по формуле:

$$Q_0 = \Sigma P = P_{л} + P_1 \text{ кГс}, \quad (44)$$

$$Q_0 = 734,6 + 794,6 = 1523,2 \text{ кГс}.$$

КПД талевой системы определяется по формуле:

$$\eta_{ТС} = P/P_{л}, \quad (45)$$

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

$$P = \frac{Q_{кр}}{m} \text{ кГс}, \quad (46)$$

$P_{л}$  – действительное натяжение в лебедочном конце каната при подъеме инструмента, определяется по формуле 41:

Сводная формула:

$$\eta_{ТС} = \frac{\beta^m - 1}{m\beta^m (\beta - 1)}, \quad (47)$$

$$\eta_{ТС} = 0,961$$

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

$$V = 2 \text{ м/с}.$$

Грузоподъемность однострунной ТС определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{102 N_0 \eta \eta_{ТС}}{V_{кр} i}, \quad (48)$$

где  $N_0$  – номинальная мощность двигателя,

$$N_0 = 30 \text{ кВт};$$

$\eta$  – КПД передачи от вала двигателя до барабана лебедки,  $\eta = 0,85$ ;

$\eta_{ТС}$  – КПД талевой системы,  $\eta_{ТС} = 0,961$ ;

$V_{кр}$  – скорость подъема талевого блока, м/с.

$$V_{кр} = V/m, \quad (49)$$

$$V_{кр} = 2 \text{ м/с}$$

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

$$Q = 1249,8 \text{ кГс}$$

$$764 \text{ кГс} < 1249,8 \text{ кГс}.$$

Максимальный вес снаряда не превышает грузоподъемность талевой системы – следовательно, талевая система пригодна для подъема данного снаряда.

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

$$R_k \geq k P_{л \max} \text{ кГс}, \quad (50)$$

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;

$\lambda$  – коэффициент перегрузки двигателя,  $\lambda = 1,1$ .

$$P_{л \max} = \frac{1000 N_0 \lambda \eta}{v_{\min}}, \text{ кГс} \quad (51)$$

$$P_{л \max} = 15675 \text{ кГс}$$

$$R_k = 2,5 \cdot 15675 = 39187,5 \text{ кГс}$$

#### 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 дополнительной осевой нагрузкой, т.к. вес колонны бурильных труб не превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 1337 кГс. Следовательно, расчёт производится только для нижнего сечения. Расчет колонны бурильных труб в нижнем сечении  
Запас прочности: Расчет колонны

бурильных труб в нижнем сечении сводится к статическому расчету на сложное напряженное состояние. Предел текучести для стали 38ХНМ составляет 5500 кГс/см<sup>2</sup>.

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_{II} - II = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma} K_k}, \quad (52)$$

где  $[\sigma_T]$  – предел текучести материала БТ;

$\sigma_{\Sigma}$  – суммарное напряжение в нижней части БТ, кГс/см<sup>2</sup>;

$K_k$  – коэффициент концентрации напряжений,  $K_k = 1,5$ .

Суммарное напряжение согласно теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{из})^2 + 4\tau^2} \quad (53)$$

где  $\sigma_{сж}$  – напряжение сжатия, кГс/см<sup>2</sup>;

$\sigma_{из}$  – напряжение изгиба, кГс/см<sup>2</sup>;

$\tau$  – касательные напряжение, кГс/см<sup>2</sup>.

Напряжение сжатия:

$$\sigma_{сж} = P_{ос} / F, \quad (54)$$

где  $P_{ос}$  – осевая нагрузка на ПРИ, кГс;

$F$  – площадь сечения БТ, см<sup>2</sup>

$$F = \pi / 4 \cdot (d^2 - d_1^2), \quad (55)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ, см;

$d_1$  – внутренний диаметр БТ, см

$$F = \pi / 4 (5,52^2 - 4,542^2) = 7,57 \text{ см}^2,$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{из} = \frac{\pi 2EI}{l^2 W_{из}}, \quad (56)$$

где  $E$  – модуль Юнга,  $E = 2 \cdot 10^6$  кГс/см<sup>2</sup>;

$I$  – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см<sup>4</sup>;

$l$  – длина полуволны прогиба, см;

$W_{из}$  – осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы, см<sup>3</sup>;

$\varphi$  – стрела прогиба, см.

$$I = \pi/64 (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (57)$$

$$I = \pi/64 (5,54^4 - 4,54^4) = 24,06 \text{ см}^4,$$

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

$$\varphi = 0,22 \text{ см}$$

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{-0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}, \quad (58)$$

где q – вес 1 м бурильных труб, кгс;

g – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup> ;

$\omega$  – угловая скорость вращения, с<sup>-1</sup> ;

z – длина участка колонны от забоя скважины до вращателя, м, z = L = 135

м

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (59)$$

$$\omega = (3,14 \cdot 1271) / 30 = 133,1 \text{ с}^{-1}$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$$l = \frac{10}{141} * \sqrt{-0,5 * 135 + \sqrt{0,25 * 166,9^2 + \frac{2 * 10^6 * 79,1 * 141^2}{10^3 * 7,3 * 9,82}}} = 4,7 \text{ м.} \quad (60)$$

Длина полуволны прогиба более длины одной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г. М. принимаем l = 3 м.

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{изг}}} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 79,1 \cdot 0,3}{300^2 \cdot 22,6} = 132,5 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение кручения

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}}, \quad (61)$$

где M<sub>кр</sub> – крутящий момент на вращение, кгс\*см;

W<sub>кр</sub> – полярный момент сопротивления сечения при кручении, см<sup>3</sup>.

$$M_{\text{кр}} = 94700 \cdot \frac{N}{n}$$

где N – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 \cdot N_{pz} , \quad (62)$$

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

$$N = 1,5 \cdot 4,78 = 7,17 \text{ кВт},$$

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{7,17}{1271} = 2549,5 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(d_H^4 - d_B^4)}{d_H} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(5,5^4 - 4,54^4)}{5,5} = 17,5 \text{ см}^3$$

$$\tau_{кр} = \frac{549,46}{17,5} = 31,4 \text{ кгс/см}^2$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_c = \sqrt{(176,2 + 132,68)^2 + 4 \cdot 31,4^2} = 315,6 \text{ кгс/см}^2$$

Запас прочности:

Резьбовое соединение

$$n_{II} - II = 5500 / (315,61 \cdot 1,5) = 11,6 \geq 1,7 \quad (63)$$

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.

## 2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин

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 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 затычках, 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, ручного инструмента, спускоподъемных приспособлений; систематически проверять состояние деталей вращателя станка.

Для предупреждения обрыва бурильных труб и развёртывания их при бурении необходимо: во время каждого подъёма систематически осматривать бурильную колонну и своевременно выбраковывать дефекты и износы; учитывать продолжительность работы труб; применять бурильные трубы с диаметром наиболее близким к диаметру скважин; правильно отрабатывать бурильные трубы, чтобы износ был равномерным по всей длине колонны; следить за состоянием резьбовых соединений, свинчивать до отказа; принадлежности для спускоподъёмных операций содержать в постоянной исправности.

Для предупреждения прихватов и стяжек при извлечении из скважины необходимо: не оставлять снаряд на забое без подачи промывочной жидкости в скважину; при внезапном прекращении циркуляции промывочной жидкости приподнимать снаряд над забоем на 1,5...3 м; содержать в чистоте забой скважины; следить за соответствием промывочной жидкости; в конце каждого рейса перед подъёмом снаряда нужно периодически производить специальную очистку скважины снарядом, состоящим из короткой колонковой трубы и длинной шламовой трубы. Для предупреждения попадания в скважину мелких

инструментов или посторонних предметов нужно закрывать во время бурения устье скважины металлическим диском с отверстием для бурильных труб, а после извлечения снаряда из скважины – деревянной пробкой.

Для ликвидации аварий в комплект аварийного инструмента, находящегося на буровой входит метчик [5].

## 2.9. Выбор источника энергии

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

Силовые приводы подразделяются на:

- двигатели внутреннего сгорания;
- электрические двигатели;
- гидравлические и пневматические двигатели.

По количеству механизмов, подключаемых к одному двигателю, выделяют три типа приводов:

1. Индивидуальный привод на каждый исполнительный механизм.
2. Групповой привод.
3. Комбинированный привод.

К силовому приводу предъявляются следующие требования: легкость и компактность, экономичное потребление горюче-смазочных материалов или электроэнергии, простота и легкость монтажа, надежность в работе, простота обслуживания и ремонта, гибкость характеристики.

Буровая установка УКБ-300/500П представляет собой комплекс бурового и энергетического оборудования, сведенный в один технологический блок. Это позволило обеспечить взаимную увязку технологического оборудования и его 94 рациональное расположение, оптимальные размеры рабочих зон и проходов, рациональное размещение средств отопления и освещения. При небольшом весе и габаритных размерах установки позволяет перевозить ее без разборки

железнодорожным транспортом и по автомобильным дорогам. На данной установке установлен станок СКБ-4120 с приводом от дизеля [6].

## 2.10 Контрольно-измерительная аппаратура

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. Все параметры бурения отображаются на панели управления, на этой же панели располагаются органы управления.

Буровая установка УКБ 300/500 С оснащена:

1. Указатель осевой нагрузки;
2. Манометр давления промывочной жидкости;
3. Звуковой сигнализатор переподъема бурового снаряда;
4. Счетчик моточасов.

## 2.11 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. Затраты времени на СПО увеличиваются с глубиной скважины. Для уменьшения времени на СПО наиболее эффективным является применение одинарные колонковые снаряды. Прямой поток промывочной жидкости, перемещаясь в колонковой трубе, омывает керн. При этом частицы

горной породы перемещаются к забою и выносятся через промывочные каналы коронки в скважину.

Промывочные каналы коронки и кольцевой зазор между керном и колонковой трубой выполняют роль классификатора, пропускающего в скважину частицы шлама, меньшие по размеру, при этом крупные частицы шлама скапливаются перед промывочными каналами коронки и в кольцевом зазоре, способствуя самозаклиниваниям керна. Часть осевого усилия передается на керн, ускоряя его разрушение.

В одинарных колонковых снарядах керн не защищен от контакта с вращающейся и имеющей поперечные вибрации керноприемной трубой, что способствует его истиранию и дроблению. По мере уменьшения прочности и увеличения степени дезинтеграции горной породы скорость разрушения керна увеличивается.

Преимуществом одинарных колонковых снарядов является простота конструкции и наличие широкого ассортимента серийного породоразрушающего инструмента. Однако следует отметить, что прямая промывка не обеспечивает кондиционного выхода керна при бурении трещиноватых, перемежающихся по твердости и ослабленных горных пород, что вызывает необходимость разработки новых средств с другими типами промывки.

## 2.12 Автоматизация производственных процессов

При использовании полуавтоматического элеватора сокращается время на проведение спуско-подъемных операций и, тем самым, повышается производительность труда. Использование глиномешалки позволяет легко и быстро приготовить глинистый раствор, обладающий необходимыми параметрами для данных условий [8].

## 2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования

Монтажно-демонтажные работы и перемещение буровых установок непосредственно на участке проектируемых работ будет осуществляться силами буровых бригад. Для монтажа бурового оборудования и жилых вагон-домов необходимо подготовить площадку и подъездные пути к ней. Площадь подготовленной площадки должна составлять не менее 30×30 м согласно ОСТ. Необходимая ширина проезжей части составляет 3,5 м.

Среднее расстояние подъездных путей к проектным скважинам, с учетом необходимости подъезда к ним окружными путями, составит в среднем 2 км. 96 При перевозке буровой установки мачта должна быть установлена в транспортное положение. Буровые снаряды сложены отдельно в автоприцепы на колесной платформе.

Зумпф установлен на санях, выполненных из труб. Из него выливается буровой раствор и производится чистка. Вспомогательные инструменты и оборудование складываются в крытый автоприцеп. Работы выполняются бульдозером Т-170 МБГ мощностью 118 кВт. После установки буровой установки над проектной точкой устанавливаются электроды контурного заземления в почвенный покров. Затем к установке подвозят зумпф, прицепы со снарядами и с дополнительным оборудованием. К зумпфу должен быть обеспечен подъезд грузового автомобиля УРАЛ с цистерной. Прицеп с цистерной «огнеопасно» устанавливается на расстоянии не менее 50 м от территории проведения геолого-разведочных работ. После окончания бурения очередной скважины производится перевозка оборудования для забуривания новой скважины. Перед перевозкой и после нее, а также перед забуриванием производится осмотр бурового оборудования: станка, насоса, двигателя внутреннего сгорания. Перевозка буровой установки осуществляется с соблюдением соответствующих правил техники безопасности [9].

## 2.13. Ликвидация скважин

После окончания бурения каждой скважины выполняется инклинометрия и описание керна, после чего скважины закрываются геологами. Отбуренная скважина не подлежит ликвидации до согласования с геологической и геодезической службами. Последняя проводит контрольные измерения координат устья скважин и в случае несоответствия проектных координат фактическим фиксируются соответствующие данные, которые затем передаются геологам. После согласования со всеми службами производится ликвидация скважины.

Из скважины извлекаются обсадные трубы. Ликвидационное тампонирование не производится, так как разрез сложен крепкими породами и отсутствуют водоносные горизонты. Скважина закрывается деревянной пробкой. На месте скважины устанавливается опознавательный знак (репер) с указанием номера скважины, профиля и года бурения. Рабочая площадь выравнивается бульдозером после окончания бурения скважин на каждом профиле и их закрытия. Производится рекультивация земель [10].

## 3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ: ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОТБОРА КЕРНА С ЦЕЛЮ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ БУРЕНИИ СЛАБОЦЕМЕНТИРУЕМЫХ РЫХЛЫХ КВАРЦИТОВ

### 3.1 Анализ опыта предыдущих работ

Бурение скважин осуществлялось буровым станком СКБ-4 колонковым способом твердосплавными и алмазными коронками диаметром от 112 мм до 59 мм. Промывка скважин водой производилась только по скальным разностям кварцитов. По слабо сцементированным разностям бурение проводилось твердосплавными коронками всухую укороченными рейсами. При неудовлетворительном выходе керна часть скважин перебуривалась (перебурено

500 п.м. скважин при общем объеме буровых работ 1651 п.м). Для обеспечения выхода керна применялись также снаряды ССК-59, ДКС, забивные стаканы. В пробы отбирались половинки керна скважин, разделенного по оси керна при диаметре его не менее 76 мм. В случае, когда возникала необходимость перехода бурения на диаметр 59 мм, в пробу отбирался весь керн скважин.

По результатам поисково-оценочных работ приповерхностная часть Шилкинского месторождения в целом характеризуется широким развитием площадных кор химического выветривания мощностью до 100 м. На участке работ, расположенном на водоразделе, в процессе разведки установлено, что площадные коры химического выветривания в значительной степени эродированы. Встречаются и линейные коры выветривания, приуроченные к зонам разрывных нарушений. Породы в пределах зон влияния разрывных нарушений трещиноваты, а слабосцементированные разности кварцитов, выветренные до рыхлого состояния, встречаются фрагментами по всему разрезу полезной толщи. В приповерхностных частях разреза толщи на участках с частично сохранившейся площадной корой выветривания слабосцементированные разности пород также выветрены до рыхлого состояния. По результатам анализа опытных партий керновых проб слабосцементированные разности кварцитов обогащены глиноземом. В то же время по бороздовым пробам из канав химический состав слабосцементированных кварцитов аналогичен составу плотных сливных разностей. Заражение глиноземом проб слабосцементированных кварцитов, таким образом, происходит за счет попадания глинистых частиц из перекрывающих делювиальных отложений. Применение съемных керноприемников, в целом, сокращает степень попадания глинистых частиц в керн, но в связи с малым диаметром бурения керн еще более деформирован, столбики ненарушенного керна не превышают 10 см и находятся они среди перетертого кварцевого материала. При любом способе бурения скважин отмечается обогащение проб железной стружкой, попадающей в пробы за счет истирания бурового инструмента.

При бурении слабосцементированных рыхлых, сравнительно плотных и, особенно, трещиноватых разностей кварцитов керн из-за «подклинов» выходит как столбиками, так и в виде бурового шлама, который также засоряется глинистым веществом и железной стружкой. При общем выходе керна более 80% содержание шлама может достигать 50 и более процентов.

Исходя из вышеизложенных данных, для получения представительных проб керна следует решить следующие задачи:

- предотвратить попадания глинистых частиц в керн;
- предотвращение истирания и деформацию керна;
- предотвратить обогащение проб железной стружкой, попадающей в пробы за счет истирания бурового инструмента.

Данные задачи можно решить применением специальных колонковых наборов.

### 3.2 Анализ двойных колонковых снарядов

Средством получения представительных образцов пород или полезных ископаемых в сложных геологических условиях являются главным образом двойные колонковые снаряды (ДКС).

Основными конструктивными элементами ДКС являются: соединение кернаприемника с буровым снарядом; циркуляционная система и схема движения очистного агента в каналах снаряда; конструкция кернаприёмника; конструкция породоразрушающего органа: конструкция керназахватывающего устройства.

Присоединение кернаприемника в ДКС может быть: неподвижным (жестким), подвижным или комбинированным.

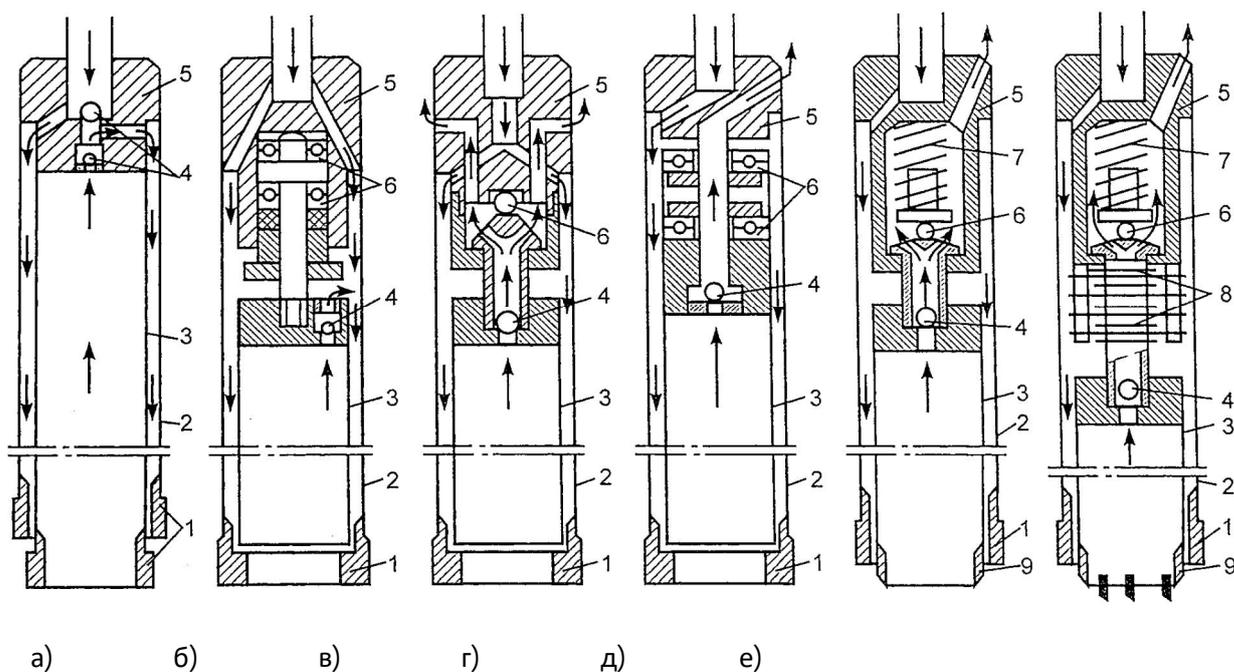


Рисунок 3.1 – Схемы присоединения кернаприемника к буровому снаряду:  
 а– жесткое; б, в, г –подвижное со свободным вращением кернаприемника  
 вокруг оси снаряда; д– подвижное со свободным вращением кернаприёмника и  
 возможностью его перемещения вдоль оси снаряда; е– со свободным или  
 принудительным вращением и возможностью перемещения кернаприемника  
 вдоль оси снаряда; 1– породоразрушающий инструмент; 2– наружная  
 колонковая труба; 3– внутренняя кернаприемная труба; 4– обратный шаровой  
 клапан; 5– переходник; 6– шарикоподшипниковая опора подвески  
 кернаприёмника; 7– распорная пружина; 8– фрикционная муфта; 9– коронка  
 внутренней кернаприемной трубы

При жестком резьбовом соединении кернаприемной трубы с переходником в снарядах с вращающейся при бурении внутренней трубой (рис 3.1. а) устраняется разрушающее действие скоростного напора очистного агента и размывающее действие потока, так как его движение происходит в кольцевом зазоре между наружной и внутренней трубами. Однако в этом случае керна не предохраняется от действия механических факторов.

Подвижное соединение может обеспечивать свободное движение (вращение) кернаприёмника только вокруг оси снаряда (рис. 3.1.б.в.г) или два

вида движения — вокруг и вдоль оси. В первом случае при вращении наружной колонковой трубы керноприемник совершая поступательное движение вместе с буровым снарядом по мере углубки скважины не вращается, будучи повешенным на подшипниках.

Во втором случае невращающийся керноприемник в процессе бурения имеет возможность перемещаться вдоль оси снаряда при сжатии пружины 7 (рис. 3.1,д). Наконец, при комбинированной подвеске (рис.3.1,е) керноприемник, имея возможность осевого перемещения, при бурении может либо не вращаться, либо вращаться в случае сжатия пружины 7 и включения муфты 8 при его осевом перемещении вверх относительно наружной трубы 2.

Подвижное присоединение керноприемника с возможностью его движения (вращения) только вокруг оси снаряда осуществляется с помощью подшипникового узла или подвески 6 (рис.3.1.б,в,г). Такая конструкция присоединения керноприемника обеспечивает защиту керна не только от действия потока очистного агента, но и от целого ряда механических факторов, возникающих при вращении керноприемника. Реализуется эта схема в ДКС с не вращающейся при бурении керноприемной трубой и эффективна при отборе керна в слабоустойчивых породах, легко разрушающихся под действием потока очистного агента и большинства механических факторов. Но при этом не устраняется действие породоразрушающего инструмента (коронки) на керн и частичное действие потока очистного агента в процессе формирования керна.

Присоединение керноприемника с возможностью его движения вдоль и вокруг оси снаряда (рис.3.1,д) устраняет некоторые недостатки конструктивных решений, присущие другим схемам. Внутренняя керноприемная труба 3 в этом случае работает как штамп, формируя керн с опережением забоя, внедряясь в достаточно мягкие образования под действием силы сжатия пружины 7. Однако при встрече пропластков или включений твердых пород штамп не внедряется и процесс формирования керна прекращается, что ограничивает область применения ДКС такой конструкции.

С целью устранения этого недостатка была предложена схема комбинированного присоединения керноприемника, при котором он, работая как штамп, в мягких образованиях не вращается, а при встрече твердых включений утапливается внутрь снаряда, сжимая пружину 7. При этом включается фрикцион 8 (или кулачковая муфта) и керноприемник 3 начинает вращаться, обуривая столбик керна тонкостенной коронкой – штампом 9 (рис.3.1,е). Недостаток такой конструкции заключается в том, что в период вращения керноприемной трубы при бурении по твердым прослойкам находящийся в ней керн, сформированный при бурении по мягким малоустойчивым образованиям, подвергается действию механических факторов и разрушается, как и в случае применения конструкции, показанной на рис.3.1,а. Таким образом, усложнение конструкции ДКС практически не оправдывается.

Как видно отсюда, из рассмотренных конструкций наиболее подходящей для получения представительного керна в данных геологических условиях являются двойные колонковые снаряды с подвижным присоединением керноприемника к буровому снаряду со свободным вращением керноприёмника и возможностью его перемещения вдоль оси снаряда, рисунок 3.1. д.

### 3.3 ДКС не вращающимся при бурении керноприёмником

Снаряды этой группы предназначены для отбора керна при бурении в сложных геологических условиях, когда керн разрушается практически под воздействием факторов всех видов, связанных с процессом углубки скважины. К этой группе снарядов относятся: ТДН-1, ТДН-2, ТДН-4 конструкции ВИТР; ДК-57, ДК-46, ДК-44 конструкции ПГО "Запсибгеология"; ДКТ (ПГО "Бурятгеология"); ДКС-У-ТЦИ и ДКС-ПК-ТПИ конструкции Томского политехнического института; Донбасс НИЛ- III; ДКНТ-ВН-1 конструкции КазИМС и др.

Двойной колонковый снаряд ТДН-2 конструкции ВИТР (рис.3.2) имеет наружную 4 и внутреннюю 3 трубы, алмазную коронку 1 с увеличенной

толщиной матрицы (обуривающего тела) и кернорватель 2 в виде пружинного кольца.

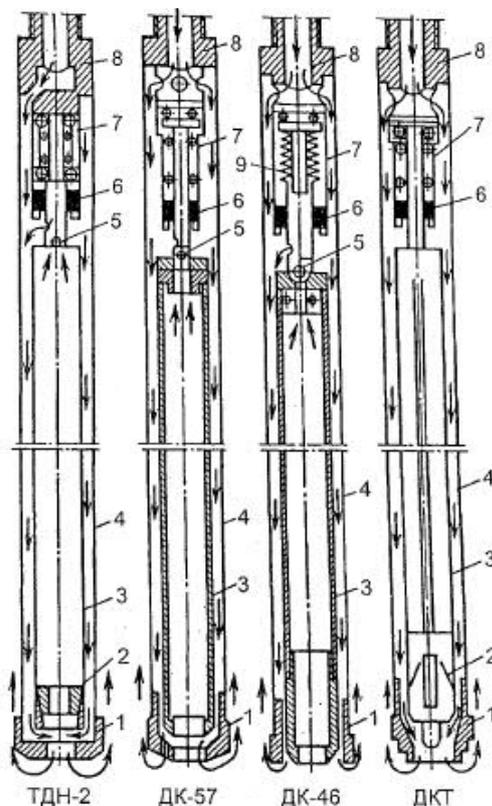


Рисунок 3.2.— Схемы устройства ДКС с невращающимся при бурении керноприемником: 1— коронка; 2 кернорватель; 3— внутренняя труба (керноприемник); 4— наружная труба; 5— шаровой клапан; 6— сальник; 7 — узел подвески; 8— переходник; 9 — пружина.

Наружная труба с помощью резьбы присоединяется к переходнику 8, а внутренняя подвешивается с помощью узла подвески 7, что обеспечивает ей возможность — свободного вращения относительно наружной трубы и переходника 5. При такой конструкции керноприемная труба в процессе бурения удерживается силами инерции и трения о керн и при бурении не должна вращаться. Тем самым керн предохраняется от разрушения под действием многих механических факторов и в первую очередь сил трения и вибрации, возникающих при вращении снаряда. Изоляция подшипников узла подвески

достигается сальником 6. Удаление жидкости или воздуха из керноприемной трубы по мере заполнения ее керном происходит через дренажный канал с обратным шариковым клапаном 5. Срыв и удержание керна осуществляется кернорвателем 2. Бурение такими снарядами может осуществляться по трещиноватым породам перемежающейся твердости с промывкой водой и маловязким глинистым раствором. Наряду с некоторыми положительными качествами снаряд имеет ряд недостатков: возможное разрушение керна потоком промывочной жидкости в коронке; значительные сопротивления, возникающие при вытеснении жидкости из керноприемника поступающим туда керном, что может привести к его деформации. Применение кернорвателя пружинного типа не обеспечивает удержание мелких кусочков разрушенного керна.

Двойные колонковые снаряды ДК-57, ДК-46, ДК-44, ДКТБ-2 и др. конструкции ПГО "Запсибгеология" предназначены для бурения пород II-VI категорий по буримости при разведке угольных месторождений. Снаряды (кроме ДК-46) оснащаются твердосплавными коронками обуривающего типа или серийной коронкой типа СА-2 (рис.3.2). Снаряд ДК-46 имеет подпружиненный керноприемник — штамп, который вырезает керн в мягких углях с опережением забоя под действием усилия сжимаемой в процессе углубки скважины пружины 9. При встрече более твердых углей или пропластков пород углубка таким снарядом прекращается. Этот же недостаток присущ и другим снарядам такой конструкции. Все конструкции снарядов ДК не имеют кернозахватывающих устройств, что является существенным их недостатком [11].

Двойной колонковый снаряд ДКТ конструкции ПГО "Бурятгеология" с невращающейся внутренней трубой (рис.3.2) имеет толстостенную коронку с торцом ступенчатой формы. Керноприемник снабжен кернозахватывающим устройством лепесткового типа и дренажным щелевым отверстием.

Все рассмотренные снаряды этого типа и аналогичные им по конструкции и принципу действия не отвечают полностью предъявляемым к ним требованиям, изложенным ранее: при использовании штампа существенно ограничивается область их применения только в мягких породах или полезных

ископаемых; применение кернозахватывающих устройств открытого типа в виде рвательных колец, стальных проволочек или лепестков не гарантирует надежного захвата и удержания керна во время подъема снаряда, а вытеснение жидкости из керноприемника в межтрубное пространство навстречу прямому потоку приводит к дополнительной деформации и самозаклиниванию керна и другим недостаткам.

Двойные колонковые снаряды с коронкой на наружной трубе и штампом (стаканом) на внутренней трубе типа ДК-46 предназначены для получения керна при бурении по мягким малоустойчивым полезным ископаемым типа каменных углей, невысокой прочности. Формирование керна при работе таких снарядов происходит в случае внедрения штампа 6 в мягкий материал при действии осевой нагрузки, передаваемой через упругий элемент — пружину 2, расположенную между переходником и керноприемной трубой 4 ( рис 3.3 ). По мере увеличения твердости полезного ископаемого или при встрече твердого пропластка породы продвижение внутренней трубы 4 замедляется и она начнет отставать от углубляющегося снаряда. Пружина при этом сжимается и создаваемая нагрузка на штамп возрастает, Однако при сопротивлении породы внедрению штампа, превышающем усилие подачи, поступательное движение снаряда прекратится, что вызывает необходимость прервать рейс. В случае частой перемежаемости твердых и мягких прослоек применение такой конструкции снаряда исключается. К такому типу снарядов относятся ДКС конструкции А.Л.Алексеевко, широко используемый в Донбассе, Донбасс НИЛ-II и др. Но из-за ряда присущих таким снарядам недостатков они не находят широкого применения.

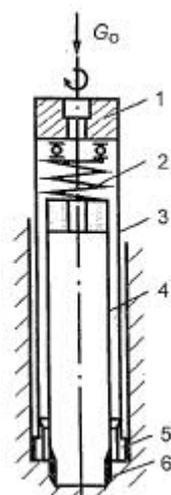


Рисунок 3.3. – Схема ДКС с не вращающимся керноприемником (штампом): 1 – переходник; 2 – пружина; 3 – наружная колонковал труба; 4 – керноприемник; 5– коронка; 6– стакан штампа

Универсальный двойной колонковый снаряд Томского политехнического института разработан с учетом недостатков рассмотренных конструкций и предъявляемых к ним требований ДКС-У-ТПИ (рис.3.4) имеет телескопическое устройство, состоящее из двух основных взаимоподвижных в осевом направлении узлов. Наружный узел состоит из коронки 25 с конусным торцом и четырехгранными резцами, кернорвательного устройства 26 секторного (клапанного) типа колонковой трубы 14 и корпуса 5. Внутренний узел, соединяемый с колонной бурильных труб, включает: керноприемный стакан 24; керноприемную разрезную трубу 22 и 23; головку керноприемника 27 с подпятником 19, опорным шариком 18 и контргайкой 20; корпус 17 узла подвески; регулировочный винт 12; шпindel 8 с запорным золотником 3 и пружиной 9, размещенными в шпинделе 8, и кожух-цилиндр 2 с переходником 1. Наружная колонковая труба 4 на верхнем конце имеет крупную ленточную резьбу (2 нитки на дюйм), что позволяет в случае прихвата коронки или трубы легко отсоединить весь внутренний узел при вращении бурового снаряда в левую сторону. Снаряд на колонне бурильных труб опускается в скважину в слвинутым (сомкнутом) положении (рис.3.4,а) [11].

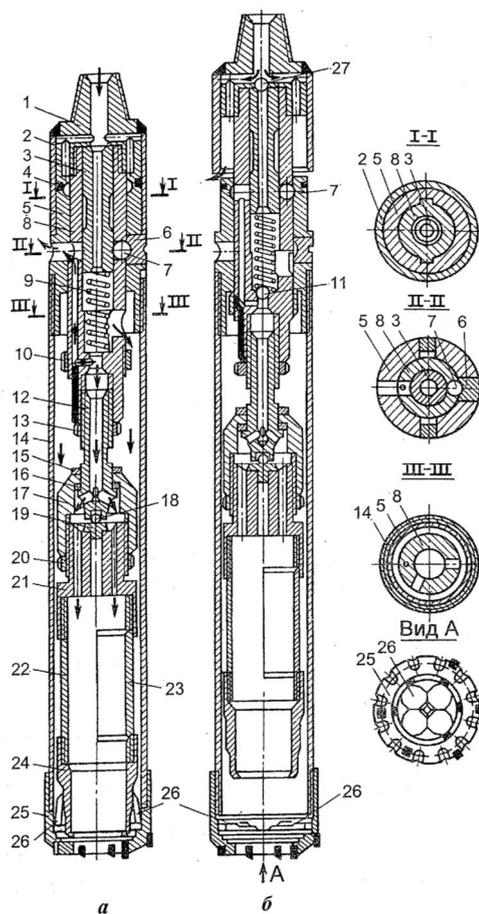


Рисунок 3.4 – Универсальный двойной колонковый снаряд конструкции Томского политехнического институт (ДКС-У-ТПИ): 1– переходник; 2– кожух; 3– золотник; 4– сальник; 5– корпус; 6– пробка; 7– шарик-фиксатор; 8– шпindelь; 9– пружина замкового механизма; 10,13 – контргайки; 11– шаровой клапан; 12 регулировочный винт подвески; 14– наружная колонковая труба; 15– уплотнительная прокладка (сальник); 16– шайба(подшипник); 17– корпус узла подвески; 18– опорный шарик(подшипник); 19– подпятник; 20 – контргайка; 21– головка керноприёмника; 22, 23– разрезной керноприемник; 24–стакан; 25– коронка; 26– кернорвательные пластины (клапаны); 27– шаровой клапан

Замыкание наружной и внутренней частей снаряда осуществляется шариком 7, застопоренным в гнезде пробки 6 золотником 3. Керноприемный стакан 24 при этом вдвинут в корпус коронки, а кернорвательные пластинки 26

спрятаны в зазоре между наружной колонковой трубой и стаканом, что обеспечивает их полную сохранность при спуске снаряда и бурении.

Перед установкой снаряда на забой подается промывочная жидкость и включается вращение. Поток промывочной жидкости проходит по каналам, как это показано на рисунке стрелками, промывает зазоры между двумя колонковыми трубами и полость керноприемной трубы, что обеспечивает нормальные условия бурения и заполнения керноприемной трубы керном. После того как снаряд будет поставлен на забой по колонне бурильных труб забрасывается шарик 11, перекрывающий доступ промывочной жидкости внутрь керноприемной трубы. Затем на рациональном для данных условий режиме осуществляется бурение по полезному ископаемому до заполнения внутренней колонковой трубы керном. По мере заполнения керноприемника керном жидкость из него вытесняется по каналу в регулировочном винте 12 и шпинделе 8 через отверстие в корпусе 5 в полость скважины [10].

При бурении таким снарядом создаются наиболее благоприятные условия для сохранения керна с получением достаточно высокой производительности труда. Мелкорезцовая коронка обеспечивает высокую механическую скорость бурения в породах различной твердости и хорошо центрируется на забое, имеющем форму конуса. При этом достаточно эффективно разбуриваются и пропластки довольно твердых пород, что делает данный снаряд универсальным.

По окончании бурения производится срыв керна. При этом освобождают кернорватель, для чего по колонне бурильных труб забрасывается второй шарик 27, перекрывающий осевой канал. Давлением жидкости, нагнетаемой насосом, золотник 3 опускается вниз, сжимая пружину 9, и шарик 7 выходит из гнезда в пробке 6, западая в кольцевую выточку золотник 3. Этот момент хорошо определяется на поверхности по увеличивающемуся давлению на манометре. Колонна бурильных труб при этом поднимается на 5-7 см, в результате чего поднимается и внутренняя часть снаряда (рис. 3.4 б). Керноприемный стакан 24 освобождает кернорвательные пластинки 25, которые подрежут керн и полностью перекроют выход из снаряда (рис.3.4.б, вид А). Этому моменту

соответствует падение давления в насосе, что также фиксируется манометром насоса. Таким образом, процесс заклинивания керна является полностью управляемым и контролируемым. Поток промывочной жидкости при этом положении снаряда устремляется в боковые каналы переходника 1, сообщающиеся с полостью скважины (рис. 3.4,б). Через эти же каналы сливается промывочная жидкость из колонны бурильных труб во время подъема снаряда на поверхность. В таком положении снаряд замыкается шариком 7, запираемым в этом случае в кольцевой проточке корпуса 5 золотником 3, возвращаемым в исходное положение пружиной 9.

Конструкция шпинделя 8 позволяет передавать вращение снаряду не только во время бурения, но и при подъеме его на поверхность и обеспечивает также осевое перемещение внутренней части относительно наружной. Это достигается за счет наличия шлицевых выступов в шпинделе 8 и канавок в корпусе 5 (см. рис 3.4, б, сечение 1-1).

Неподвижность внутренней керноприемной трубы при бурении обеспечивается за счет шарового подпятника и свободного подвешивания ее на регулировочном винте 12. В данном исполнении конструкция этого узла обеспечивает надежную работу, так как отсутствует возможность его зашламования или заклинивания не вращающейся при бурении части снаряда. При этом по мере износа деталей узла положение керноприемного стакана относительно коронки легко регулируется винтом 12 с контргайкой 13 и корпусом 17 подпятника 19. Подпятник 19 при износе легко может быть заменен также, как и регулировочный винт.

Извлечение керна из керноприемной трубы на поверхности осуществляется очень легко и без какой-либо деформации его. Для этого от корпуса 5 отвинчивается наружная колонковая труба 14 и от головки 21 отсоединяется керноприемная труба 22, после чего вырезанная половинка трубы 23 отнимается и керн может быть легко переложен в керновый ящик.

Основными достоинствами снаряда такой конструкции являются: неподвижность внутренней трубы при бурении; надежная защита керна от

размывающего действия потока промывочной жидкости и механических сил (вибраций, толчков); возможность бурения на форсированном режиме с походкой на рейс до 2.0 м при полноценном выходе керна и высокой механической скорости бурения; возможность промывки (очистки от шлама) внутренней трубы перед бурением вытеснение жидкости из внутренней колонковой трубы в полость скважины без каких-либо клапанов, создающих дополнительные сопротивления; возможность подъема снаряда с вращением и промывкой с полным сохранением керна; слив промывочной жидкости из колонны бурильных труб при подъеме снаряда; относительная простота устройства.

Кроме перечисленных общих достоинств к отличительным особенностям снаряда можно отнести:

— надежное заклинивание, срыв и удержание керна во время подъема секторным кернорвателем, освобождаемым под давлением жидкости, что хорошо контролируется на поверхности по манометру (при этом кернорватель обеспечивает заклинивание и отрыв от забоя керна как твердых, так и мягких пород, а потеря керна при подъеме с вращением и промывкой практически исключается);

— надежное фиксирование внутренней и наружной частей снаряда в двух положениях — сдвинутом при спуске и бурении (рис. 3.4,а) и раздвинутом — при срыве керна и подъеме (рис. 3.4.б), что позволяет без опасения потерять керн ставить снаряд на забой после срыва керна и вести подъем в наклонной скважине;

— возможность разбуривания твердых прослойков пород (бурение по залежам сложного геологического строения) за счет применения мелкорезцовой коронки обуривающего действия с конической формой торца;

— легкость извлечения керна без нарушения его структуры из внутренней разрезной трубы.

Все это позволяет считать снаряд ДКС-У-ТПИ достаточно универсальным и рекомендовать его к широкому внедрению в практику геологоразведочных работ.

Рекомендуемый режим бурения снарядом по угольным пластам: частота оборотов — 150-200 в минуту; усилие подачи — 500-600 даН; расход промывочной жидкости — 150-180 л/мин; углубка за рейс — 1,5-1,8 м. При встрече породных прослоек или твердых включений осевая нагрузка может быть доведена до 800-1000 даН на коронку.

Применяя алмазную коронку, можно осуществлять бурение этим снарядом и в более твердых трещиноватых породах.

Так же на базе ДКС-У-ТПИ был разработан универсальный буровой снаряд для получения представительного керна при бурении глубоких разведочных скважин большого диаметра на нефть и газ.

Технические характеристики рассмотренных двойных колонковых снарядов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика ДКС с не вращающимся при бурении керноприемником [10]

Наименование параметров	Типы ДКС					
	ТДН-2	ДК-57Б	ДК-46	ДКТ	ДКС-У-ТПИ	ДКС-ПК-ТПИ
Диаметр, мм						
коронки	59; 76	59	46	59	93	187,3
керна	44; 61	29-34	22	28	60	80,0
наружной трубы	57; 75	57	44	57	89	164/118
внутренней трубы	48; 65	48	37	48	73	102/88
Длина, мм						
керноприемника	5500	1200	1200	1200	2000	5500
снаряда	6055	1700	1645	1600	2620	8065
Масса снаряда, кг	52; 59	20	11	16	46	800

Рассмотрев конструкции наиболее подходящих колонковых наборов для отбора керна в сложных геологических условиях, делаем выводы, что наиболее подходящим снарядом для отбора слабоцементируемых рыхлых кварцитов подходит снаряд ДКС-У-ТПИ. Но данный снаряд в данный момент не выпускается.

В настоящее время в основном производятся снаряды схожие по принципу работы со снарядом ТДН-2.

Одним из таких двойных колонковых снарядов является набор типа Т2 от компании «TECSO S.A.».

Двойной колонковый набор типа Т2 изготавливается в соответствии с метрическим стандартом. Указанный тип двойного колонкового набора рекомендуется при колонковом бурении с отбором керна как в крепких так и в породах средней крепости, а также в слабых в том числе трещиноватых и перемежающихся. Благодаря тонким стенкам внешней и внутренних труб, увеличивается диаметр керна, а площадь резания (толщина матрицы буровой коронки) уменьшается. Таким образом снижаются как энергозатраты бурения так и стоимость бурения из-за более дешёвой стоимости породоразрушающего инструмента- буровых коронок. Конструкция двойной колонковой трубы относится по классификации двойных колонковых труб у двойны колонковым трубам с невращающейся внутренней трубой (ТДН).

Внутренняя керноприемная труба, подвешенная на мощном, состоящем из 5 подшипников 6303, подшипниковом узле при бурении не поворачивается, поступаемый керн в трубу изолирован от напор промывочной жидкости и за счёт этого эффекта сохраняет керн от разрушения. Максимально приближенны корпус кернорвателяк матрице коронки сокращает разрушающее действие напора промывочной жидкости на керн. Конструкция двойных колонковых труб типов Т2 46; Т2 56; Т2 66; Т2 76; Т2 86; Т2 101 “Тессо S.A.” представлена на рис. 3.5.

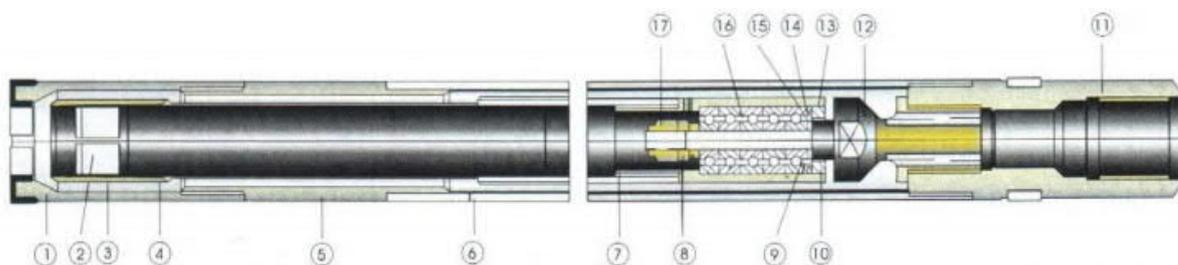


Рисунок 3.5– Конструкция двойной трубы типа Т2

1– алмазная /твердосплавная коронка; 2 – кернорвательное кольцо; 3– корпуса кернорвателя; 4– удлинительного патрубка; 5– расширитель-калибратора; 6 – внешняя труба; 7– внутренняя керноприёмная труба; 8 – шайбы; 9 –стопорное кольцо;10– уплотнительное кольцо; 11– переходник колонкового набора; 12– штока подшипникового узла; 13 – корпус подшипникового узла; 14– упорные кольца; 15– регулировочная шайба; 16 шариковые подшипники; 17 –гайка

Таблица 3.2– Параметры двойной колонковой трубы Т2

Колонковый набор типа Т2		46	56	66	76	86	101
Коронка буровая	D наружный, мм.	46,0	56,0	66,0	76,0	86,0	101,0
	D внутренний, мм	31,7	41,7	51,7	61,7	71,7	83,7
Расширитель-калибратор	D наружный, мм.	46,3	56,3	66,3	76,3	86,3	101,3
Наружная труба,	D наружный, мм.	45,2	55,2	65,2	75,2	85,2	99,3
	D внутренний, мм	39,8	49,0	59,0	69,0	79,0	93,0
Внутренняя труба	D наружный, мм.	38,0	47,0	57,5	67,2	77,5	90,0
	D внутренний, мм	33,0	43,0	53,0	63,0	73,0	85,0

Данный снаряд за счет своей конструкции сможет свести к минимуму попадание глинистых частиц в керн и предотвратить его истирание, деформацию, а так же обогащение железной стружкой, попадающей за счет истирания бурового инструмента, за счет исключения вращения колонковой трубы и возможности бурить алмазными коронками. Образы керна 61,7 мм, получаемые данным снарядом Т2–76, являются оптимальными для опробования. Поэтому при планировании и выборе оптимальной конструкции скважины при бурении слабоцементируемых рыхлых кварцитов требуется учесть возможность применения данного снаряда, как основного для отбора керна или вспомогательного, используемого в самых сложных геологических условиях при перебурировании скважин, где не смогли добиться требуемого выхода керна другими колонковыми снарядами и способами.

## 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 4.1 Организационно-экономическая характеристика предприятия

ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» находится в г. Красноярск Казачинском районе Красноярского края. Полное название предприятия – Открытое акционерное общество «Красноярская горно-геологическая компания». Группа предприятий «Красноярская горно-геологическая компания» была основана 1 октября 2002. Компания осуществляет полный цикл геологоразведочного производства на твердые полезные ископаемые, уголь и подземные воды:

- прогнозно-металлогенические исследования;
- разработка проектно-сметной документации;
- полевые работы: геохимические методы; комплексная аэрогеофизическая съемка и наземные геофизические методы; наземные горные выработки; бурение скважин на твердые полезные ископаемые; бурение скважин на подземные воды (разведочные, эксплуатационные);
- лабораторный анализ геохимических, бороздовых, керновых и водных проб в аккредитованной лаборатории;
- камеральная обработка материалов поисковых и разведочных работ с геолого-экономической оценкой объектов на всех стадиях работ и подсчетом запасов с использованием современного программного обеспечения;
- защита ТЭО кондиций и материалов подсчета запасов в ГКЗ Роснедра.

### 4.2 Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

#### 4.2.1 Технический план

Виды и объем проектируемых работ приведены в таблице 1.

Таблица 4.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1. Подготовительный период и проектирование			
1.1. Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований			
1	Выписки текста	100 стр	25
2	Выписки таблиц	100 стр	4
3	Выборки чертежей	100 чертежей	2
1.2. Составление предварительных графических материалов			
4	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:200000	1 чертеж	1
5	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000	1 чертеж	1
6	Составление предварительного геологопоискового плана Шилкинского м, м-б 1:10000	7 кв. км.	0,1
7	Составление текстовой части проекта на геологические работы	Чел/мес	2
2. Полевые работы			
2.1. Буровые работы			
8	Бурение передвижной буровой установкой УРБ-2А2 с применением ССК-76	П.м.	4010
2.3. Отбор и обработка проб			
9	Отбор точечных проб по керну скважин	100 проб	20
2.4. Геофизические исследования			
2.4.1. Геофизические исследования скважин			

Продолжение Таблицы 4.1

10	Основной комплекс: два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия	отр-смен на 1000 м.	1,5
----	--	---------------------	-----

#### 4.2.2 Расчет затрат времени, труда по видам работ

Подготовительные работы и проектирование Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований

Общий объем сбора информации составил:

- текстовая – 2500 страниц;
- табличная – 400 страниц;
- графическая – 200 листов.

**Таким образом, затраты времени на сбор информации посредством выписки текста составят:**

$$2500/100 \times 1,08 = 27 \text{ смен или } 1,8 \text{ мес.}$$

Затраты времени на сбор информации посредством выписки таблиц составят:

$$400/100 \times 1,8 = 7,2 \text{ смен или } 0,48 \text{ мес.}$$

Затраты времени на сбор информации (графических приложений) посредством выборки чертежей для копирования составят:

$$200/100 \times 1,8 = 3,6 \text{ смен или } 0,24 \text{ мес.}$$

Общие затраты времени на сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по территории исследований составят:

$$27+7,2+3,6=37,8 \text{ смен или } 2,52 \text{ мес.}$$

Затраты труда по сбору информации составят (СН-92, вып. 1, ч. 1, п. 34):

- начальник партии –  $0,04 \times 37,8 = 1,51$  чел/смен;
- геолог 1 категории –  $1 \times 37,8 = 37,8$  чел/смен.

**Составление предварительных графических материалов.**

*Составление схемы геологической изученности района работ масштаба 1:200000.*

*Объем работ* – 1 чертеж размером 2,3 дм<sup>2</sup> .

*Затраты времени* на изготовление обзорной карты района работ (ССН92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят:

$$2,3/3 \times 1,85 = 1,41 \text{ смен или } 0,09 \text{ мес.}$$

Затраты труда составят (ССН, вып. 1, ч. 2, т. 15, п. 51):

– начальник партии –  $0,04 \times 1,41 = 0,06$  чел/дн;

– техник-геолог 2 категории –  $1 \times 1,41$  дн = 1,41 чел/дн.

**Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000.**

*Объем работ* – 1 чертеж размером 2,8 дм<sup>2</sup> .

*Затраты времени* на изготовление обзорной карты района работ (ССН92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят:

$$2,3/3 \times 1,85 = 1,41 \text{ смен или } 0,09 \text{ мес.}$$

Затраты труда составят (ССН, вып. 1, ч. 2, т. 15, п. 51):

– начальник партии –  $0,04 \times 1,41 = 0,06$  чел/дн;

– техник-геолог 2 категории –  $1 \times 1,41$  дн = 1,41 чел/дн.

**Составление предварительного геолого-поискового плана участка, масштаб 1:10000.**

*Объем работ* – 1 чертеж участка площадью 14 км<sup>2</sup> .

*Затраты времени* на изготовление предварительного геологопоискового плана Шилкинского месторождения (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 23, стр. 3, гр. 5; измеритель 10 км<sup>2</sup> ) составят:

$$14/10 \times 12,81 = 15,372 \text{ смен или } 0,14 \text{ мес.}$$

Затраты труда составят (ССН-92, вып. 1, ч. 2, т. 15, п. 51):

– начальник партии – 0,04 чел/см;

– геолог 1 категории – 15,372 чел/см.

**Составление текстовой части проекта на геологические работы.**

Затраты времени приняты по опыту работы подразделений ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» в размере 2 мес.

Работа по составлению сметы выполняется одним геологом 1 категории, одним геологом 2 категории и начальником партии.

Затраты труда составят:

- начальник партии – 1,33 чел/месяц;
- геолог 1 категории – 2 чел/месяц;
- геолог 2 категории – 2 чел/ месяц.

### **Бурение.**

Бурение передвижной буровой установкой УРБ-2А2 с использованием комплекса ССК-76. Объем бурения – 4010 пог. м, количество скважин – 6.

**Затраты времени на бурение скважин** (диаметр бурения – 76 мм) по породам XI категории буровой установкой УРБ-2А2 (таблица 2) рассчитываются с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 4.2 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины передвижной буровой установкой

№ п/п	Категория по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэф фици ент×	Итого затрат времени на объём, ст-см.
1	XI	76	4010	0,26	ССН 93,т.5	1,5	1558,3
6 скважин							© =1558,3 ст-см

\* Для всех скважин применяется коэффициент – коэффициент, учитывающий бурение пласта полезного ископаемого в сложных условиях отбора керна при глубине скважин выше 500 м – 1,5.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (6 скв)  $N_{бур} = 1558$  ст-см. Расчёт затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровых установок:

$$N_{M-д} = H_{M-д} \times n, \quad (61)$$

где  $H_{M-д}$  – время на демонтаж-монтаж и перевозку, ст-см;  $n$  – количество скважин.

$$N_{M-д} = 0,65 \times 6 = 3,9 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

- промывка:

$$N_{всп} = H_{пром} \times n, \quad (62)$$

где  $H_{пром}$  – норма времени на промывку скважин (СН 93, т. 64), ст-см на 1 промывку.

$$N_{всп} = 0,45 \times 6 = 2,7;$$

- крепление скважин обсадными трубами:

$$N_{всп} = H_{обс} \times n, \quad (63)$$

где  $H_{обс}$  – норма времени на крепление скважин обсадными трубами (СН 93, т.72, ), ст-см на 1 м крепления.

$$N_{всп} = 0,8 \times 6 = 4,8 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{ппр} = (N_{бур} / 103) \times 4, \quad (64)$$

$$N_{ппр} = (1558 / 103) \times 4 = 60 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах: - каротаж:

$$N_{кар} = H_{общ} \cdot n, \quad (65)$$

где  $H_{кар}$  – норма времени на каротаж скважин 1000 м, 4.96 ст-см.

$$N_{кар} = 4010 \times 4,96 / 1000 = 19,8 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{M-д} + N_{всп} + N_{ппр} + N_{кар}, \quad (66)$$

$$N_{общ} = 1558,3 + 3,9 + 2,7 + 4,8 + 60 + 19,8 = 1649,5 \text{ ст-см.}$$

Затраты труда на бурение составят (СН-92, вып. 5, т. 14, 15):

– начальник участка –  $0,07 \times 1649,5 = 115,46$  чел/дн;

– инженер по буровым работам –  $0,05 \times 1649,5 = 82,47$  чел/дн;

– инженер-механик –  $0,1 \times 1649,5 = 164,95$  чел/дн;

- буровой мастер –  $0,29 \times 1649,5 = 478,33$  чел/дн;
- машинист буровой установки –  $1 \times 1649,5 = 1649,5$  чел/дн;
- пом. машиниста буровой установки 1-ый –  $1 \times 1649,5 = 1649,5$  чел/дн.

### **Отбор и обработка проб.**

#### **Отбор точечных проб по керну скважин**

Объем работ: 4010 проб (пог. м), категория пород – XI.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную, категория пород – XI (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, стр. 1, гр. 5, измеритель – 100 м керна) составят:

$$4010/100 \times 5,83 = 233,78 \text{ смен или } 15,85 \text{ мес.}$$

Затраты труда (ССН-92, вып. 1, ч. 5, т. 30) составят:

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 233,78 = 23,8$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 233,78 = 234$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 233,78 = 234$  чел/дн.

### **Геофизические исследования**

**Геофизические исследования скважин** (основной комплекс (два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия))

Объем работ: 95% от объема пог. м. скважин – 3828,5 м.

Затраты времени согласно ССН-3, ч. 5, т. 14, стр. 1, ст. 3 составят:

$$(1558,3/1000) \times 4,96 = 7,7 \text{ смен или } 0,51 \text{ мес.}$$

Затраты труда (ССН-3, ч. 5, т. 21) составят:

- каротажник IV разряда –  $1 \times 7,7 = 7,7$  чел/дн;
- машинист подъемника каротажной станции V разряда –  $1 \times 7,7 = 7,7$  чел/дн;
- рабочий III разряда –  $1 \times 7,7 = 7,7$  чел/дн.

4.2.3 Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т. д.), продолжительности выполнения отдельных работ

### **Расчет производительности труда**

Расчет производительности труда за месяц производится по формуле:

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \times C, \quad (67)$$

где  $P_{\text{см}}$  – производительность в смену,  $P_{\text{см}} = Q/N$ ;  $Q$  – объем работ;  $N$  – затраты времени на данный вид работ;  $C$  – количество смен в месяц,  $C = 60$ .

*Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований:*

$$P_{\text{см}} = 27/37,8 = 0,71;$$

$$P_{\text{мес}} = 0,71 \times 25,4 = 18,1.$$

*Составление предварительных графических материалов:*

$$P_{\text{см}} = 4,1/22,675 = 0,18;$$

$$P_{\text{мес}} = 0,18 \times 25,4 = 4,57.$$

*Буровые работы*

$$P_{\text{см}} = 4010/1649,5 = 2,43;$$

$$P_{\text{мес}} = 2,43 \times 60 = 145,9.$$

*Отбор и обработка проб*

$$P_{\text{см}} = 15,85/5,83 = 2,71;$$

$$P_{\text{мес}} = 2,71 \times 25,4 = 68,96.$$

*Геофизические исследования скважин*

$$P_{\text{см}} = 4,96/7,7 = 0,64;$$

$$P_{\text{мес}} = 0,64 \times 25,4 = 16,36.$$

*Расчет количества бригад при буровых работах*

Расчет необходимого количества бригад производится по формуле:

$$n = \frac{Q}{(P_{\text{мес}} \cdot T)} \quad (68)$$

где  $T$  – условное время выполнения работ в мес.

Расчет продолжительности работ осуществляется по формуле:

$$T = \frac{Q}{(P_{\text{мес}} \cdot n)} \quad (69)$$

Принимаем условное время проведения буровых работ за 6 месяцев.

$$n = 4010 / (145,9 \times 6) = 5 \text{ бригад};$$

Чтобы выполнить объем за 6 месяцев необходима 1 бригада, но при этом конкретный срок выполнения будет равен:

$$T_{пл} = 4010 / (145,9 \times 5) = 5,50 \text{ месяцев.}$$

#### 4.2.4 Линейно - календарный график

При составлении линейно-календарного графика выполнения работ учитывается то, что буровая бригада должна работать непрерывно, без простоев и пробурить все запланированные скважины за запланированное время. Остальные бригады (вышкомонтажные и освоения) не должны по возможности простаивать. Количество монтажных бригад определяется из условия своевременного обеспечения буровых бригад устройством и оборудованием новых кустов.

Таблица 4.3 - Линейно-календарный график

Линейно-календарный график						
Вид работ	Месяцы					
	1	2	3	4	5	6
Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований:	■ ■ ■					
Составление предварительных графических материалов		■ ■ ■ ■				
Буровые работы			■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			
Отбор и обработка проб				■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		
Геофизические исследования скважин					■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	

■ - геолог 1 категории

■ рабочий III разряда

■ - геолог 2 категории

■ - начальник участка

- инженер по буровым работам
- инженер-механик
- буровой мастер
- машинист буровой установки
- пом. машиниста буровой установки 1-ый
- машинист подъемника каротажной станции V разряда

### 4.3 Расчет сметной стоимости работ

#### 4.3.1 Сметно-финансовый расчет затрат

Сметно-финансовый расчет основных расходов производится по форме СМ6. Этот расчет использует нормы и нормативы ССН-92 по следующим статьям затрат:

- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления на социальные нужды;
- материалы;
- амортизация;
- износ;
- услуги.

Таблица 4.4 – Сметно-финансовый расчет затрат

Наименование должностей	Районный коэфф.	Оклад, руб	С учетом коэффициента (за 1 мес.)	С учетом коэффициента (за 6 мес.)
Директор	1,3	30000	39000	234000
Главный геолог	1,3	19300	25090	150540
Начальник партии	1,3	18500	24050	144300
Геолог 1 категории	1,3	14500	18850	113100
Геолог 2 категории	1,3	10800	14040	84240

Инженер по буровым работам	1,3	15500	20150	120900
Инженер по буровым работам	1,3	13300	17290	103740
Буровой мастер	1,3	9630	12519	75114
Машинист буровой установки	1,3	8500	11050	66300
Помощник машиниста буровой установки	1,3	6300	8190	49140
Бухгалтер	1,3			
Экономист	1,3			
Итого			190229	1141374
Доп. з/п (7,9%)			15028,09	90168,546
Отчисления на соц. Нужды (3,2%)			1187,219	2885,393472
Итого			204069,9	1228657,153

#### 4.3.2 Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Таблица 4.4 – Сметная стоимость геологоразведочных работ

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Единичные расценки в текущих ценах, руб	Стоимость работ в текущих ценах, руб.
1	Геологические работы			231454	231454
Проектирование и подготовительный период к полевым работам					

2	Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов				
3	Выписки текста	100 стр.	25	1050	26250
4	Выписки таблиц	100 таб.	4	1032	4128
5	Выборки чертежей	100 черт.	2	995	1990
Проектирование					
6	Составление картограммы геологической изученности Шилкинского мр-я м-ба 1:200000	чертеж	1	1450	1450
7	Составление картограммы геофизической изученности Шилкинского мр-я м-ба 1:200000	чертеж	1	1450	1450
8	Составление предварительного геолого-поискового плана Шилкинского мр-я, м-б 1:10000	7 кв.м.	0,1	2000	1400
9	Составление текстовой части проекта	Чел/мес	2	1040	2080
Полевые работы – всего					
10	Отбор точечных (литохимических) проб по керну скважин, категория XI, всего	100 проб	20	8021	160420
11	Бурение передвижной буровой установкой ПБУ-1200 с применением ССК-76	ст-см	1558,3	18510	2844133
12	Основной комплекс (два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия)	100 смен	1,5	18540	27810
Сопутствующие работы и затраты					
13	Транспортировка грузов				38400

Итого	3302565
НДС 20%	660513
Итого	3963078

#### 4.4 Организация, планирование и управление буровыми работами

##### 4.4.1 Планирование работ

Планирование работ – это определение количественных и качественных показателей хозяйственной деятельности организации на будущий период и путей их наиболее эффективного достижения.

Отличительными процессами организации производственных работ на буровой являются: готовая продукция не нуждается в транспортировке до потребителя, поэтому на буровой нет сбытовых отделов; процесс бурения скважин непрерывен, поэтому для его контроля создаются специальные технологические службы (районные и центральные); для проведения работ по испытанию скважин создаются специальные цеха по освоению скважин; процесс цементирование скважины осуществляют цехи крепления и тампонажные управления; в состав буровых работ входит постоянное перемещение бурового оборудования, что требует сложных работ по его демонтажу, перевозке и монтажу, которые осуществляются специальными вышкомонтажными цехами и управлениями; из-за различия состава разрушаемых в процессе бурения горных пород организовываются специальные службы, задачей которых является систематический контроль процесса бурения; проходка ствола скважины производится с поверхности земли, что обуславливает использование сложных технических средств, а также организацию контроля за работой долота, его транспортировки на забой скважины и обратно; на организацию буровых работ значительное воздействие оказывает природный фактор.

#### 4.4.2 Финансирование

Финансирование геологоразведочных работ осуществляется поквартально, это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги финансового и календарного плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

Примечание:

Заработная плата – 30% от основных расходов.

Материальные затраты – 40% от основных расходов.

Амортизация – 30% от основных расходов.

ЕСН – 34% от расходов на оплату труда.

Фонд развития производства – 80% от чистой прибыли + амортизационные отчисления. Премияльный фонд – 20% от чистой прибыли.

#### 4.4.3 Стимулирование труда

Мотивация персонала в организации – это важнейший способ увеличения производительности труда и главное правление кадровой политики организации.

Система мотивации сотрудников в организации – это организация деятельности компании таким образом, чтобы все работники стремились выложиться по полной и выполнить свои профессиональные обязанности на максимум. Каждый человек получает некий внутренний стимул, который повышает производительность его труда и задает курс на достижение глобальной цели.

Для стимулирования труда при распределении чистой прибыли из фондов потребления выделяются средства на материальные поощрения работников в виде премий. Фонд в пределах структурных подразделений организации

распределяется с учетом КТУ, который учитывает вклад каждого сотрудника в дело выполнения геологического задания.

#### 4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности исследования

В данной работе рассмотрена технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на Шилкинском месторождении кварцитов. Эффективность научной работы направлена на повышение скорости буровых работ при добыче кварцитов, представлена технология добычи кварцитов, что в свою очередь повысит качество и производительность буровых работ. Разработанный проект обеспечивает безопасность, доступность и привлекательность территории Шилкинского месторождения с позиции социальной и экономической эффективности.

## 5 Социальная ответственность

В выпускной квалификационной работе предложена технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на Шилкинском месторождении кварцитов.

Район расположен в Казачинском районе Красноярского края на правом берегу Енисея. Бурение скважин производится буровой установкой УРБ 2А2.

Край расположен в пределах поясов умеренного и арктического климата. Занимая срединную часть северной половины Евразийского материка, он представляет собой типичный пример региона с континентальным климатом и равнинной или незначительно возвышенной плоскогорной поверхностью (за исключением горного юга и гор Путорана). Средняя температура января  $-36^{\circ}\text{C}$  на севере и  $-18^{\circ}\text{C}$  на юге, в июле соответственно  $+10^{\circ}\text{C}$  и  $+20^{\circ}\text{C}$ . В среднем в год выпадает 316 мм осадков, основная часть – летом, в предгорьях Саян 600—1000 мм. Снежный покров устанавливается в начале ноября и сходит к концу марта.

## 5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

### 5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

К самостоятельной работе по бурению скважин на воду допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, прошедшие вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда, обученные безопасным методам и приемам работы, прошедшие стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда, а также обучение правилам пожарной безопасности и проверку знаний правил пожарной безопасности в объеме должностных обязанностей; обучение правилам электробезопасности и проверку знаний правил электробезопасности в объеме должностных обязанностей [12].

Рабочий обязан:

- знать и соблюдать требования настоящей инструкции, правила и нормы охраны труда и производственной санитарии, правила и нормы по охране окружающей среды, правила внутреннего трудового распорядка; соблюдать правила поведения на территории предприятия, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях; заботиться о личной безопасности и личном здоровье; выполнять требования пожаро- и взрывобезопасности, знать сигналы оповещения о пожаре, порядок действий при нем, места расположения средств пожаротушения и уметь пользоваться ими; знать месторасположение аптечки и уметь оказывать первую помощь пострадавшему;
- знать порядок действий в случае возникновения чрезвычайных происшествий;
- знать основы геологии, гидрогеологии, горных работ, электротехники, гидравлики, пневматики; классификацию и свойства грунтов,

горных пород, условия и формы их залегания; технологию бурения скважин на воду, виды скважин, способы бурения; назначение, устройство, правила транспортировки, установки, монтажа, демонтажа и эксплуатации бурового и силового оборудования, их характеристики; нормы устройства площадок для установки бурового оборудования, правила разметки скважин; назначение, характеристики, виды применяемого инструмента, приспособлений, материалов, правила их использования и смены в процессе бурения.

## 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. 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[13].

## 5.3 Производственная безопасность

Проведение геологоразведочных работ неразрывно связано с опасностью. Одним из главных факторов является четкость и слаженность взаимодействия работающих служб, а так же наличие сведений о безопасности производимых работ. Чем сложнее вид деятельности, тем должна быть более комплексной система защиты. В процессе производственной деятельности на человека могут воздействовать как опасные так и вредные факторы.

К вредным факторам относятся такие факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

К опасным же относятся такие факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

Определение потенциальных опасных и вредных производственных факторов проводилась с использованием ГОСТ 12.0.003–2015. ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Согласно данному ГОСТу были выявлены и проанализированы основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования	Бурение скважин и вспомогательные работы	
1. Острые кромки, заусенцы	+	+	ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производ-ственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.008-78. Биологическая безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
2. Движущиеся машины и механизмы	+	+	
3. Повышенный уровень локальной вибрации		+	
4. Повышенный уровень шума	+	+	
5. Поражение электрическим током	+	+	
6. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения	+	+	

Продолжение Таблицы 5.1

			СНиП П-12-77. Защита от шума. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда.
7. Неудовлетворительные метеорологические условия	+	+	
8. Повреждение в результате контакта с насекомыми	+	+	
9. Пожарная взрывобезопасность		+	ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность

#### 5.4 Анализ вредных и опасных факторов и мероприятий по их устранению

##### 1. Острые кромки, заусенцы

Источником служат резьбовые соединения труб, которые в процессе работы подвержены износу и как следствие образуют острые края и заусенцы. Как следствие могут возникнуть порезы и болезненные занозы при работе с ними. Для предотвращения этого нужно работать в перчатках и не брать трубы за резьбу и торец при работе с ними.

##### 2. Движущиеся машины и механизмы

К движущимся машинам и механизмам на буровой установке относятся следующие элементы: ротор, ведущая труба, элеватор, барабан лебедки.

Так как работы по спуску, подъёму и развенчиванию буровой колонны подразумевает непосредственную работу с данными механизмами, то во избежание несчастного случая и травмы следует соблюдать технику

безопасности при проведении работ, быть максимально внимательным при работе с данными механизмами. Так же все действия бригады должны быть отлажены и согласованы друг с другом.

Так же должна проходить плановая и неплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств; проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения. Все не исправности должны немедленно устранены. Не допускается работать с неисправным оборудованием.

Барабан лебедки должен быть огорожен в соответствии с ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.

### 3. Повышенный уровень локальной вибрации

Вибрации подвергается место бурильщика, так как он в процессе бурения находится в непосредственной близости к буровой установке и контролирует параметры бурения. Источником вибрации служит буровая колонна и работающие на больших частотах механизмы буровой установки.

Для ослабления передачи вибрации от источника ее возникновения сиденью применяют методы виброизоляции. Для этого кресло бурильщика должно крепиться с помощью antivибрационного крепления. Кресло должно включать в свою конструкцию материалы-виброизоляторы: резина, пробка, войлок или стальных пружин. В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

### 4. Повышенный уровень шума

Источником повышенного шума является двигатель буровой установки и вращающиеся с большой частотой механизмы и бурильная колонна.

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  
Повреждения в результате контакта с насекомыми

В районе Красноярского края в летнее время распространены следующие виды насекомых: комары, мошки, клещи и т.д.

В результате работ на открытом воздухе имеются случаи заболевания клещевым энцефалитом, в результате которого происходит тяжелое поражение центральной нервной системы.

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 должны быть обеспечены энцефалитными костюмами и индивидуальными медицинскими пакетами.

Для предотвращения укусов кровососущих насекомых необходимо обрабатывать одежду рабочего различными репеллентами.

шума, который на буровой не должен превышать 85 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-83);

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

##### 5. Поражение электрическим током

Источники электрической опасности. Электрический ток широко используется в промышленности, технике, быту, на транспорте. Устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующие для своей работы электрический ток могут являться источниками опасности.

Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения в сеть, к нетоковедущим частям, выполненным из проводящего электрический ток материала, после перехода на них напряжения с токоведущих частей

воздействие электрического тока на человека. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Термическое воздействие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, что вызывает в них значительные функциональные расстройства.

Электролитическое воздействие в разложении различных жидкостей организма (воды, крови, лимфы) на ионы, в результате чего происходит нарушение их физико-химического состава и свойств.

Биологическое действие тока проявляется в виде раздражения и возбуждения тканей организма, судорожного сокращения мышц, а также нарушения внутренних биологических процессов [14].

Мероприятия по устранению поражений электрическим током:

- все оголённые токоведущие части закрываются в шкафы или устанавливаются на высоте; – устройство заземления;
- применение малого напряжения питания согласно ССБТ ГОСТ 12.1.009-76;
- 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; 108
- дополнительные изолирующие средства (до 1000 В) от поражения электрическим током применяется обязательное требование использовать резиновые и диэлектрические перчатки, носить специальные головные уборы, одежду, обувь.

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 и соответствуют правилам устройства электроустановок.

б. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения

Недостаток освещенности на рабочем месте значительно затрудняет деятельность персонала, ухудшает их ориентировку в пространстве, а также снижает производительность и качество труда, приводя к авариям и получению травм.

Исходя из СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» работа персонала, относящаяся к 2-3 разряду, имеет освещенность не менее 200-300 лк. В остальных местах буровой установки работа относится к 4-5 разряду с освещенностью 50...80 лк. Данные по сведены в таблицу 2.

Рабочие места, указанные в таблице 2, должны освещаться светильниками рекомендуемой освещенностью.

Таблица 5.2 – Нормы освещенности [15]

Рабочие места, подлежащие освещению	Разряд зрительной работы	Рекомендуемая освещенность, лк
Ротор станка	II	200
Щит КИП	I	220
Путь кронблока	IV	80
Буровая установка	V	50
Площадка горюче-смазочных материалов и инструментов	V	50
Свечеприемник и полати верхового	II	200

## 7. Неудовлетворительные метеорологические условия

Температура воздуха на участке работ колеблется от плюс 30оС летом до минус 45оС зимой, поэтому необходимо обеспечить сотрудников специальной одеждой – легкой в летнее время, и теплой в зимнее время. Так же много тепла выделяется от работающей буровой установки и дизельного генератора.

Для обеспечения комфортной работы необходимо обеспечить сотрудников специальной одеждой – легкой в летнее время, и теплой в зимнее время. Так же для отвода тепла в летнее время и его сохранения зимой помещения должны оборудоваться люками и открывающимися окнами. В холодный период времени помещение оснащается электрическим обогревателем. Рекомендуемые параметры по микроклимату в рабочей зоне приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне [14]

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, оС	Относительная влажность	Скорость движения воздуха
Холодный	Легкая	19...21	40...60	0,1
	Тяжёлая	16...18	40...60	0,3
Теплый	Легкая	20...22	40...60	0,1
	Тяжелая	18...20	40...60	0,3

## 5.5 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность при проведении буровых работ - это отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба объектам окружающей природной средой технологиями бурения скважин и их элементами. Потенциальными источниками загрязнения среды или объектами оценки экологической безопасности при бурении скважин различного назначения являются:

- все виды оборудования, механизмов, устройств и инструмента технических средств, используемых в любых технологических операциях;
- материалы, реагенты, очистные агенты, тампонажные композиции и другие вещества, применяемые в основных и вспомогательных технологических процессах и операциях, а также различные производственные отходы, сточные воды и пр.;
- технологические и иные операции, являющиеся составными частями проведения буровых работ;
- технологии бурения скважин.

Загрязнению подвергаются земли, поверхностные и подземные воды, атмосфера, Особенно сложно при оценке уровня экологической безопасности определение качественных и количественных показателей воздействия источников загрязнения на объекты окружающей среды.

Негерметичные колонны, фонтанная арматура, задвижки высокого давления; загрязненные пласты, прорыв газовой "шапки", пластовой воды и газа; потери и разливы нефти и нефтепродуктов. Нарушение и загрязнение почвенно-растительного покрова, природных ландшафтов зоны аэрации. Нарушение местообитаний животных и растений в районе строительства скважин и изменение условий жизни сообществ, вплоть до исчезновения отдельных видов животных и растений, нарушение путей миграции животных. Шумовое и вибрационное воздействие

Изменения компонентов окружающей природной среды выражаются в следующем:

Гидросферы – в загрязнении поверхностных и подземных вод нефтепродуктами, производственными стоками и промывочными жидкостями; прорывах и межпластовых перетоках подземных вод, изменении их гидродинамического и гидрохимического режимов.

Литосферы – в загрязнении почвы в районе буровой, нарушении и загрязнении геологической среды.

Атмосферы – в загрязнении продуктами сгорания газа и конденсата в факеле, выбросами газа, утечками газа в случаях перетока газа в пластах при деформации скважин, выбросами вредных веществ при работе организованных и неорганизованных источников, продуктами сгорания при авариях, при термическом воздействии.

Растительного мира – в механическом уничтожении растительности в районе буровой, повреждении почвенно-растительного покрова при перевозке бурового оборудования, угнетении жизнедеятельности и гибели растительности вследствие вредных выбросов и сбросов, увеличения числа пожаров [16].

## 5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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.

В соответствии с инструкцией по пожарной безопасности буровая установка снабжается двумя огнетушителями (ОП-3 – 2 шт и углекислотный

ОУ-5 – 2 шт), ящиком с песком вместимостью 0,2 м<sup>3</sup>, войлоком, кошмой или асбестовым полотном размером 2 X 2 метра, двумя комплектами пожарного инструмента (лом, топор, багор), бочкой с водой, емкостью 250 литров.

На территории буровой и полевого лагеря устанавливаются ручные звуковые извещатели. В качестве средства связи используется производственная радиосвязь (переносные УКВ радиостанции).

Пожарный щит обеспечивается противопожарным инвентарем и оборудованием в соответствии с действующими нормами [17].

Таблица 5.6 – Оснащение щитов

№ п/п	Наименование	Количество
1	Огнетушители ОП-8	1 шт
2	Ломы	2 шт
3	Ведра	2 шт
4	Топоры	2 шт
5	Лопаты	2 шт

При бурении и выполнении вспомогательных работ, связанных с бурением скважины, должны строго соблюдаться действующие инструкции по соблюдению мер пожарной безопасности. Правилами пожарной безопасности определены требования к эксплуатации и профилактике электротехнических устройств. Буровые, в соответствии с нормами пожарной безопасности, обеспечиваются противопожарным оборудованием, инструментом и инвентарем. Ответственным за состояние пожарной безопасности на буровой является буровой мастер. Он осуществляет контроль за исправным состоянием противопожарного оборудования, руководит подготовкой буровой бригады в области противопожарной безопасности [18].

В случае возникновения пожара буровой мастер руководит работой по тушению пожара. В целях усиления пожарной безопасности в буровых предприятиях, экспедициях, партиях, нефтеразведках и на буровых организуются добровольные пожарные дружины (ДПД). Члены добровольной пожарной дружины должны быть обучены правилам предупреждения и

тушения пожаров, правилам обращения и пользования противопожарными средствами. Руководство и ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности возлагаются на руководителей соответствующих подразделений [19].

## Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнены все разделы для осуществления поисково-оценочного бурения. В геологическом разделе произведено описание географо-экономических характеристик и геологических условий разреза данного участка. В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, произведен выбор технологии и техники для строительства скважин на Шилкинском месторождении кварцитов. В работе представлено полное описание выбранной буровой установки УКБ4-300/500 и используемого бурового оборудования, а также выполнены расчеты режимных параметров бурения.

Произведены все проверочные расчеты выбранного бурового оборудования. В разделе социальной ответственности приведены – анализ вредных и опасных производственных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению.

В специальной части проекта произведен выбор инструмента для повышения выхода керна при бурении трещиноватых, приведено описание технических характеристик данного снаряда.

## Conclusion

In the process of performing the final qualifying work, all sections were completed for the implementation of prospecting and appraisal drilling. In the geological section, a description of the geographic and economic characteristics and geological conditions of the section of this site is made. In the technical section, based on geological conditions, the choice of technology and equipment for the construction of wells in the Shilkinskoye quartzite deposit was made. The paper presents a complete description of the selected drilling rig UKB4-300 / 500 and the drilling equipment used, as well as calculations of the operating parameters of drilling.

All verification calculations of the selected drilling equipment have been performed. The social responsibility section provides an analysis of harmful and hazardous production factors during geological exploration and measures to prevent them.

In a special part of the project, a choice of a tool was made to increase the core recovery when drilling fractured ones, a description of the technical characteristics of this tool is given.

Список использованной литературы:

1. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с
2. Бурение со съёмными кернаприемниками. / В. В. Григорьев; – М.: Недра, 1986. – 197 с.
3. Буровой портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/burtrck>, свободный
4. Буровая установка УКБ-4: [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ukb5s.ru/>
5. Проект на проведение разведочных работ на участке Шилкинского месторождения
6. Пневмоударное бурение с одновременной обсадкой [Электронный ресурс]//URL:[http://www.anker-pk.ru/geo/pnevmodarnik/pnevmodarnoe\\_burenie\\_s\\_obsadkoy/](http://www.anker-pk.ru/geo/pnevmodarnik/pnevmodarnoe_burenie_s_obsadkoy/)
7. Справочник по бурению скважин / Г.П. Новиков, О.К. Белкин, Л.К. Ключев и др. – М: Недра, 1988.– 256 с.: ил.62
8. Сулакшин С.С. Способы, средства и технологии получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие.– Томск: Изд-во НТЛ, 2000.– 284с.
9. 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. – 284с.
10. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Выл. I Работы геологического содержания. Часть I. Работы общегоназначения. (ВНИИ экономики минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС). - И.: ВИЭМС, 1992. - 83 с.
11. Упрочнение неустойчивых горных пород при бурении скважин/ Бочко Э.А., Никишин В.А. – М: Недра, 1979.– 168 с.

12. ГОСТ 12.1.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
13. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
14. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
15. ГОСТ 12.1.030-81: Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
16. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
17. СанПиН 2.2.2.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».
18. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
19. Правила безопасности при геологоразведочных работах. ПБ ГРР, – 2005 г.