

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  
 Специальность – Технология геологической разведки  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
<b>Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке полиметаллических руд на Садовушинской площади (Алтайский край)</b>

УДК 550.822.7-047.74:553.3'3/9(571.150)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Александров Дмитрий Юрьевич		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Геолого-методическая часть»:

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Г.Ф.	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

<b>ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ</b>
-------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
09.05.2019	<i>Описание теоретической части проекта</i>	40
23.05.2019	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	40
06.06.2019	<i>Устранение недостатков проекта</i>	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глотова В.Н.	к.т.н.		

**Консультант (при наличии)**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	к.г.-м.н.		

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»  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ростовцев В.В.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

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

В форме:

<b>ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ</b>
-------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
224Б	Александров Дмитрий Юрьевич

Тема работы:

<b>Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке полиметаллических руд на Садовушинской площади (Алтайский край)</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования: полиметаллические руды на Садовушинской площади (Алтайский край)
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология и техника проведения буровых работ.</li> <li>2. Вспомогательные и подсобные цеха.</li> <li>3. Анализ комплексов со съемным керноприемником с целью выбора оптимального для данных условий.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзорная карта района работ</li> <li>2. Геологическая карта.</li> <li>3. Геолого-технический наряд.</li> <li>4. Буровая установка УКБ-5П.</li> <li>5. Схема расположения бурового оборудования.</li> <li>6. Снаряд со съемным керноприемником.</li> </ol>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Т.В.
Социальная ответственность	Винокурова Г.Ф.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Введение	

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

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

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Александров Д.Ю.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 224Б	<b>ФИО</b> Александров Дмитрий Юрьевич
-----------------------	---

<b>Инженерная школа</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОНД</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	21.05.03 «Технология геологической разведки» /горный инженер буровик

Исходные данные к разделу «Геолого-методическая часть»:

<i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i>	Полевые работы на оценочной стадии геолого-разведочных работ
---	--

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

<i>1. Географо-экономические условия проведения работ</i>	Административное положение района работ, анализ географических и климатических условий района работ, экономическая характеристика района работ.
<i>2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ</i>	Объемы и методика ранее проведенных на участке геологоразведочных работ.
<i>3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ</i>	Геологическая, структурная, литологическая гидрогеологическая характеристика района работ.
<i>4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ</i>	Выбор и описание методик проведения основных видов проектируемых работ.
<i>5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ</i>	Выбор методики проведения буровых работ, определение объемов буровых работ, анализ геолого-технических условий.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.19г.
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Тимкин Т.В.	к.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
224Б	Александров Д.Ю.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
224Б	Александров Дмитрий Юрьевич

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

Тема ВКР:

<b>Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке полиметаллических руд на Садовушинской площади (Алтайский край).</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является полиметаллические руды на Садовушинской площади
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003–2015 ГОСТ 12.1.029-80 ГОСТ 12.1.030–81 ГОСТ 12.1.038–82 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ГОСТ 12.1.012-90 ГОСТ 12.4.125-83 СНиП П-12-77 ГОСТ 12.2.062-81 СанПиН 2.2.2.3359-16 СанПиН 2.2.4.548-96
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>Опасные факторы:</i> – аппараты, работающие под давлением. – острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб; – поражение электрическим током. <i>Вредные факторы:</i> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень шума и вибрации; – утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу; – повреждения в результате контакта с насекомыми
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– при исследовании скважин возможно негативное воздействие на: атмосферу; гидросферу; литосфер
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– пожары

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
224Б	Александров Дмитрий Юрьевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
224Б	Александров Дмитрий Юрьевич

<b>Инженерная школа</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОНД</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	21.05.03 «Технология геологической разведки» /горный инженер буровик

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе проведения геологоразведочных работ согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20 %; Социальные отчисления 30%; Налог на добавленную стоимость 20%
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Свод видов и объемов геологоразведочных работ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований (НИ)</i>	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Сформировать календарный план выполнения работ.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.19г.
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Т. Г.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
224Б	Александров Д.Ю.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b><u>Профессиональные компетенции</u></b>	
P1	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P2	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P3	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P4	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P5	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P6	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых
<b><u>Универсальные компетенции</u></b>	
PP7	Использовать <i>глубокие знания по проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной инженерной деятельности</i> с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
PP9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
PP10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>
PP11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности

## Реферат

Выпускная квалификационная работа Александра Дмитрия Юрьевича на тему «Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке полиметаллических руд на Садовушинской площади (Алтайский край)».

Ключевые слова: бурение скважин, буровая установка, технология и техника бурения, направленная скважина, буровое оборудование.

Выпускная квалификационная работа содержит 138 страниц, 32 таблицы, 94 формул, 6 рисунков, 34 источников.

Объектом исследования являются полиметаллические руды в центральной части Рубцовского района. (Алтайский край).

Цель работы: создание проекта сооружения скважин при детальной разведке полиметаллических руд на Садовушинской площади (Алтайский край).

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.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2013, графический материал выполнен в программе CorelDRAW X7, таблицы и диаграммы составлены в программе Microsoft Office Excel 2013.

## **Abstract**

Graduation qualification work of Dmitry Y. Aleksandrov on the topic "Technology and technology of well construction for detailed exploration of polymetallic ores in Sadovushinskaya area (Altai Territory)".

Key words: well drilling, drilling rig, drilling technology and technology, directional well, drilling equipment.

The final qualifying work contains 138 pages, 32 tables, 94 formules, 6 drawings, 34 sources.

The object of research is polymetallic ores in the central part of the Rubtsovsk region (Altai Territory).

The purpose of the work: create a well construction project for detailed exploration of polymetallic ores in Sadovushinskaya area (Altai Territory).

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

Graduation qualification work was carried out in the text editor Microsoft Office Word 2013, the graphic material is made in the CorelDRAW X7 program, the tables and diagrams are made up of the program Microsoft Office Excel 2013.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	15
1. Геолого-методическая часть .....	16
1.1. Географо-экономическая характеристика района работ .....	16
1.1.1. Административное положение района.....	16
1.1.2. Рельеф.....	17
1.1.3. Климат.....	18
1.1.4. Растительность. Животный мир .....	18
1.1.5. Гидросеть .....	19
1.1.6. Экономическая характеристика района работ.....	19
1.1.7. Пути сообщения .....	19
1.1.8. Коэффициенты, определяемые условиями проведения работ.....	20
1.2. Обзор ранее проведённых геологоразведочных работ.....	20
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ.....	20
1.3.1. Геолого-структурная характеристика .....	20
1.3.2. Гидрогеологическая характеристика района работ .....	26
1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ .....	27
1.4.1. Геологические задачи и методы их решения.....	27
1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ.....	30
1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ.....	38
1.5.1. Обоснование метода подсчёта запасов полезного ископаемого.....	39
1.5.2. Геолого-технические условия бурения скважин. Свойства горных пород. Характеристика разреза .....	42
2. Технология и техника проведения буровых работ .....	45
2.1. Геолого-технические свойства бурения скважин .....	45
2.2. Выбор способа бурения скважин.....	46
2.3. Разработка типовых конструкций скважин .....	46
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин.....	47
2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению .....	48
2.4. Выбор буровой установки .....	49
2.4.1. Буровой станок .....	50
2.4.2. Буровой насос .....	51
2.4.3. Буровая вышка (мачта) .....	52
2.4.4. Буровое здание .....	53
2.4.5. Бурильные трубы.....	53

2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения .....	55
2.5.1. Проходка горных пород.....	55
2.5.2. Технологические режимы бурения.....	57
2.5.3. Техника и технология направленного бурения скважин.....	63
2.5.4. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения .....	63
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин .....	64
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования.....	65
2.7.1. Проверочные расчеты мощности буровой установки .....	65
2.7.2. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты.....	69
2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность .....	73
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин .....	82
2.9. Выбор источника энергии .....	84
2.10. Механизация спуско-подъемных операций.....	85
2.11. Автоматизация производственных процессов .....	86
2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования .....	86
2.13. Ликвидация скважин.....	87
3. Социальная ответственность.....	88
3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	89
3.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства. ....	89
3.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. ....	90
3.2. Производственная безопасность.....	90
3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	91
3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению .....	96
3.4. Экологическая безопасность.....	99
3.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	102
4. Вспомогательные и подсобные цехи.....	106
4.1. Организация ремонтной службы .....	106
4.2. Организация энергоснабжения .....	106
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов .....	106
4.4. Транспортный цех .....	107
4.5. Связь и диспетчерская служба.....	107
5. Специальная часть. Анализ комплексов со съемным керноприемником с целью выбора оптимального для данных условий. ....	109
5.1. Комплексы технических средств со съемными керноприемниками типа ССК и КССК конструкции ВИТР и СКБ «Геотехника» .....	110

5.2. Средства со съёмными кернаприемниками компании Atlas Copco.....	114
5.3. Средства со съёмными кернаприемниками компании Voart Longyear .....	117
5.4. Эффективность применения ССК разных производителей, для данных геологических условий .....	118
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	120
6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия .....	120
6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ.....	121
6.2.1. Технический план.....	121
6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ .....	121
6.2.3. Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т. д.), продолжительности выполнения отдельных работ .....	126
6.3. Расчет сметной стоимости работ .....	128
6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат.....	128
6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ .....	129
6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами .....	130
6.4.1. Финансовый план .....	131
6.4.2. Стимулирование труда .....	132
6.4.3. Стратегия развития предприятия.....	132
Заключение .....	134
Список используемых источников .....	135

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом проектируемых работ является Садовушинская площадь, располагается в центральной части Рубцовского рудного района, в пределах которого известны четыре месторождения богатых полиметаллических руд (Степное, Таловское, Рубцовское, Захаровское) и ряд проявлений и пунктов минерализации аналогичной рудной природы.

Возрождение и прогрессивное развитие горнодобывающей промышленности, специализирующейся на разработке полиметаллических руд, определяют острый интерес к реализации имеющихся в районе перспектив на выявление новых рудных полиметаллических объектов, к возможности расширения минерально-сырьевой базы полиметаллических руд Рудного Алтая и конкретно Рубцовского рудного района.

Анализ ранее проведённых исследований показал, что одна из самых перспективных площадей Рубцовского рудного района – Садовушинская, охватывающая центральную часть района (49 км<sup>2</sup>). Прогнозные ресурсы полиметаллов по Садовушинской площади в 2006 г. были оценены ОАО “Рудно-Алтайская экспедиция” и апробированы в ФГУП ЦНИГРИ по категории P<sub>3</sub> в количестве (тыс. т): руды – 19800, меди – 900, свинца – 1305 и цинка – 2250.

Целевым назначением работ является выделение перспективных площадей в ранге рудных полей и участков с локализацией прогнозных ресурсов категории P<sub>2</sub>: меди – 100 тыс.т, цинка – 650 тыс.т, свинца – 300 тыс.т. Для достижения поставленной цели проектируются работы, которые позволят достоверно оценить промышленное значение в пределах Садовушинской площади рудоносного верхнеживетского-нижнефранского стратиграфического уровня до глубины порядка 600-800 м и выявить на этом уровне перспективные объекты погребенного и скрыто-погребенного оруденения в ранге рудных полей и участков.

# 1. Геолого-методическая часть

## 1.1. Географо-экономическая характеристика района работ

### 1.1.1. Административное положение района

Садовушинская площадь находится в Рубцовском административном районе, на юго-западе Алтайского края (рис. 1).



Масштаб 1 : 1 000 000

Условные обозначения

- |  |                                |  |                              |
|--|--------------------------------|--|------------------------------|
|  | Двухпутные                     |  | Усовершенствованное шоссе    |
|  | Однопутные                     |  | Улучшенные грунтовые дороги  |
|  | Граница России с Казахстаном   |  | Грунтовые просёлочные дороги |
|  | Контур площади поисковых работ |  |                              |

Рисунок 1 – Обзорная карта района работ

Район работ относится к развитым в экономическом отношении сельскохозяйственным районам Алтая. Для него характерно: среднегустозаселенность, развитая автодорожная сеть, наличие железнодорожной инфраструктуры и, наконец, городские поселения. В районе на 90-100 км<sup>2</sup> площади приходится одно поселение. Все населённые пункты связаны между собой автодорогами с покрытием. Сеть таких дорог имеет плотность 0,12 км/км<sup>2</sup>. Кроме того, имеется регулярная сеть грунтовых (полевых) дорог, подчиненных общей сельскохозяйственной архитектуре.

Крупные населенные пункты в районе работ: г. Рубцовск, с одноименной железнодорожной станцией, пос. Потеряевский. В последнем располагается успешно работающие горно-обогательная фабрика и рудник (шахта), действующие на базе Рубцовского полиметаллического месторождения. Традиционно сельскохозяйственный экономический облик района в последнее время видоизменяется под воздействием горнорудной промышленности.

### **1.1.2. Рельеф**

Рельеф района работ равнинного облика, характерный в целом для степного Алтая. Местность постепенно повышается с севера на юг, с отметок 220 м до 269 м, рамах рельефа ~ 50 м. В пределах участка рельеф представлен очень пологими формами в виде увалов, вытянутыми в меридиональном направлении. Максимальные превышения над тальвегами 30-35 м, уклоны составляют 0,012 (< 1°). Тальвеги балок глубиной не более 5 м, порой с береговыми обрывами глубиной около 2 м.

По геоморфологической классификации рельеф представлен пологоувалистой равнинно-балочной аккумулятивной равниной на пластовом основании (области новейших опусканий). Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными и южными малогумусными, среднemosными.

### **1.1.3. Климат**

Климат района континентальный, но смягченный относительно северных районов края за счет близости предгорий. По многолетним наблюдениям температура наружного воздуха (С°) следующая: среднеянварская – 15, средняя из абсолютных минимальных 40-42, среднеиюльская +20, средняя из абсолютных максимальных 38-39. Количество осадков в год 350-400 мм, из них в теплое время года 250. Высота снежного покрова 15-20 см. Продолжительность отопительного периода – 220 дней. Ветровой режим: преобладающее направление в январе – южное, средняя скорость 4,5 м/с, в июле – юго-восточное и северо-восточное, 3 м/с. Число дней с сильным ветром ( $\geq 15$  м/с) – 10-15.

### **1.1.4. Растительность. Животный мир**

Район работ относится к равнинным территориям с лессовидными, преимущественно непросадочными грунтами, требующие укрепления оснований при строительстве зданий и сооружений, а также водоотвода. Многообразие зональных и интразональных ландшафтов Алтайского края способствует видовому разнообразию животного мира. В орнитофауне края насчитывается более 320 видов птиц. Млекопитающие представлены 90 видами.

В Алтайском крае произрастает около 2000 [1] видов высших сосудистых растений, что составляет две трети видового разнообразия Западной Сибири. Среди них есть представители эндемических и реликтовых видов. К особо ценным относятся: золотой корень (родиола розовая), маралий корень (рапонтикум сафлоровидный), красный корень (копеечник забытый), марьин корень (пион уклоняющийся), солодка уральская, душица, зверобой, девясил высокий и другие.

Лесной фонд занимает 26% площади края.

### **1.1.5. Гидросеть**

Гидросеть района составляют несколько небольших рек. Наиболее крупными из мелких речек на участке являются рр. Никитиха и Бол. Склюиха. Речки небольшие летом пересыхающие, являются правыми притоками р. Склюиха, относящимися к бассейну р. Алей. Более мелкие лога (балки) часто увлажнены, местами заболочены и с мелкими озерами. Средние сроки замерзания речек 5-10 ноября, с продолжительностью ледостава около 10 дней, вскрытие – 25 апреля – 5 мая. Воды гидрокарбонатнокальциевые, умеренно жесткие (3-6 мг.экв/л), минерализация 400-500 мг/л. По гидрологической классификации: равнинная область транзитного стока формирования местного; район – редкая речная сеть, питание снеговое, сток только весной.

### **1.1.6. Экономическая характеристика района работ**

Рубцовский рудный район отличается весьма выгодными экономическими и географическими условиями, из которых следует отметить благоприятные природно-климатические условия, высокий уровень развития сельского хозяйства и промышленности, наличие развитой инфраструктуры (автомобильных и железных дорог, высоковольтных линий электропередач). В районе успешно действует Рубцовский рудник, эксплуатирующий одноимённое месторождение (ОАО “Сибирь-Полиметаллы”). Готовится к промышленной разработке Захаровское месторождение (ОАО “Косстоун”), ведётся подготовка к проведению аукционов на прав пользования недрами Таловского и Степного месторождений.

### **1.1.7. Пути сообщения**

Садовушинская площадь непосредственно примыкает к автодороге Змеиногоorsk – Рубцовск, находясь от этих городов в 55 и 15 км соответственно.

### **1.1.8. Коэффициенты, определяемые условиями проведения работ**

Районный коэффициент в Рубцовском районе 1,2% - ный.

### **1.2. Обзор ранее проведённых геологоразведочных работ**

Планомерное геологическое изучение Рубцовского рудного района, как части Рудноалтайской металлогенической провинции, началось после открытия в 1960 г. Степного полиметаллического месторождения. В 1962-64 гг. в процессе глубинного картирования в масштабе 1:200000 было выявлено Калининское рудопроявление полиметаллов (Адаменко, 1965), что дополнительно послужило основанием для постановки более детальных работ.

В 1962-1973 гг. подразделениями Рудно-Алтайской экспедиции проведено геологическое картирование масштаба 1:50000 палеозойского фундамента (Черных, 1970; Сорокин, 1973; Михайлов, 1974). Выполнялось картировочное бурение по сети  $1 \div 0,8$  км, в результате составлены геологические карты масштаба 1:50000, выявлено Рубцовское полиметаллическое месторождение, выходящее под рыхлые отложения (Михайлов, 1974). В 1977 г были завершены прогнозно-поисковые работы масштаба 1:50000 (Сорокин, 1977).

### **1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ**

#### **1.3.1. Геолого-структурная характеристика**

Садовушинская площадь расположена в центральной части Рубцовской [2] вулканотектонической депрессии, которой, по существу, и ограничивается одноимённый рудный район. Депрессия представляет собой сложную палеовулканическую структуру овальной формы, вытянутую в северо-западном направлении на 100-130 км, при ширине от 6 до 50 км.

В строении Рубцовского рудного района чётко выделяются три структурных этажа:

1) нижний, каледонский этаж представляет собой фундамент Рубцовской депрессии, сложен он чрезвычайно сложно построенными толщами преимущественно раннепалеозойского возраста;

2) средний, герцинский этаж, выполняющий депрессию и вмещающий рудоносные структуры района, сложен девонскими толщами и в незначительной мере каменноугольными, основание этажа погружается в северо-западном направлении до глубин 1,5-3,5 км;

3) мезокайнозойский этаж представляет собой практически горизонтальный чехол рыхлых отложений, мощность которых от 50-60 м на юго-востоке и нарастает на северо-запад до 200-300 м.

### **1.3.1.1. Стратиграфическая и литологическая характеристика района работ**

Стратиграфия Садовушинской площади определяется широким развитием средне-верхнедевонских свит. Наиболее древняя эйфельская березовская свита, представленная на площади верхней терригенной подсвитой. На поверхность (под рыхлые наносы) свита выходит на незначительной площади лишь в северо-западной части площади, в ядре Рождественской антиклинали.

На березовскую свиту согласно налегает таловская свита (относимая к эйфельскому ярусу-верхнеживетскому подъярису), протягиваясь в субмеридиональном направлении узкой полосой (шириной 100-150 м и длиной 3 км) на северо-западе площади. Здесь свита сложена известковистыми и кремнистыми алевролитами.

Верхнеживетская шипуновская свита залегает без видимого несогласия на породах таловской свиты и протягивается широкой полосой (шириной 1-3 км) через всю площадь, слагая вместе с вышележащими давидоской и каменёвской свитами западное крыло Калининского прогиба (крупной синклинальной структуры). Нижняя часть разреза свиты представлена темно-серыми глинистыми, глинисто-кремнистыми и известковистыми алевролитами с редкими

прослоями глинистых известняков, средняя часть – вулканомиктовыми песчаниками и туффитами, верхняя – кремнисто-глинистыми и известковистыми алевролитами.

Нижнефранская давыдовская свита выходит под рыхлые наносы в виде двух полос шириной 300-600 м (на западном крыле Калининского прогиба и западном крыле Рождественской антиклинали). Представлена свита горизонтом кислых вулканитов и ассоциирующих с ними осадочно-вулканогенных образований.

Франская каменевская свита наиболее широко развита в пределах Садовушинской площади, слагая западное крыло Рождественской антиклинали и выполняя Калининский прогиб. Разрез свиты начинается прерывистым горизонтом органогенных известняков, выше которого лежат переслаивающиеся алевролиты, песчаники, туфопесчаники и туффиты. Верхняя часть разреза свиты представлена преимущественно лавами, лавобрекчиями и туфами риолит-дацитовых порфиров.

Незначительный участок (500×500 м) на юго-востоке площади сложен турнейской бухтарминской свитой, резко несогласно налегающей на породы каменевской свиты. Бухтарминская свита представлена здесь известняками с прослоями песчаников и алевролитов.

Для Садовушинской площади характерны многочисленные мелкие тела субвулканической фации девонских вулканических комплексов, представленных преимущественно дацитами, дацито-липаритами и их порфировыми разновидностями.

### **1.3.1.2. Структура (тектоника) объекта**

В тектоническом плане Садовушинская площадь – сложный узел сочленения Калининского, Таловско-Осиновского и Безрукавского прогибов, в интервале между двумя палеовулканическими центрами (так называемый надвулканический прогиб). Центральная и восточная части площади занята Калинин-

ским прогибов (крупной синклинальной структурой). Общее простирание Калининского прогиба близко к меридиональному, но в пределах площади прогиб осложнён несколькими структурами высоких порядков антиклинального и синклинального характера. Размах крыльев осложняющих структуру 0,75-2,7 км, оси их полого погружаются в северо-восточном направлении. Западная часть площади охватывает ядро Рождественской антиклинали.

Рубцовский рудный район (РРР), в структурно-тектоническом понимании, представляет собой север-северо-западную часть Рудноалтайской структурно-формационной зоны. Представлен тектонической депрессией герцинского этапа на каледонском основании. Рубцовская депрессия заполнена осадочно-вулканогенными и интрузивными комплексами пород и представляет собой, по сути, вулканотектоническую структуру (ВТС).

При общей вытянутости в запад-северо-западном направлении на 100-130 км структура состоит из восточной, узко вытянутой части: длина 23-25 км, ширина 4-8 км; и западной, изометричной, размеров около 40×55 км.

Главными структурными элементами считаются Таловско-Осиновский прогиб и, в какой-то мере, Центральный вулканно-тектонический шов. Первый имеет региональное распространение в пределах структуры, являясь, по сути, ее южной границей. Второй делит структуру на две части, имеющие значительные различия.

Таловско-Осиновский прогиб вытянут в субширотном направлении, в плане, согласно Варшавскому надвигу, на расстоянии около 70 км, имеющий дугообразные изгибы. Являясь граничным с юга всей Рубцовской ВТС, Таловско-Осиновский прогиб имеет максимальную мощность до 3,5 км и насыщен вулканогенными образованиями девонского возраста, часто представленными палеовулканическими аппаратами. В восточной его части прогиб разветвлен на две ветви: Варшавскую и Таловскую.

Центральный вулканно-тектонический шов выделен как линейная синклинальная структура повышенной магматической проницаемости. Ориентирован в северо-западном направлении, пересекая западную часть Рубцовской

ВТС. Отмечается довольно отчетливое различие в строении структуры, связываемое с центральным швом: юго-западная часть структуры значительно больше насыщена гранитоидными телами, выступами фундамента (каледонского структурного этажа) и, в целом, уменьшением мощности вулканогенно-осадочных комплексов. Предполагается, что центральный шов сопрягается с главной антиклиналью, соседней с юга каледонской структуры – Алейского антиклинория (Новониколаевское поднятие), являясь как бы, продолжением друг друга.

Из других, более локальных структурных элементов, наиболее значительными являются Безрукавский и Калининский прогибы. Они веерообразно расходятся от Таловско-Осиновского прогиба, почти сочленяясь с ними в месте ветвления. Оба прогиба имеют линейный дугообразный (концентрически) облик. По имеющимся структурным представлениям, Калининский прогиб, как внешний концентр, северо-восточными и северо-западными сегментами обрамляют Рубцовскую ВТС и, дополняясь Таловско-Осиновским прогибом с противоположной стороны, создают почти полную картину кольцевой структуры диаметром 40-50 км. Безрукавский прогиб является более мелким дугообразным сегментом в центральной части ВТС и подчеркивает единый центр на линии центрального шва.

Проектируемый участок работ располагается в месте веерообразного схождения Калининской и Таловской ветви прогибов, захватывая площади палеовулканических аппаратов с частично сохранившимися конусами и глубоко эродированным центром.

Указанные прогибы разделены поднятиями, фиксируемые Рождественской, Восточно-Садовушинской и Потеряевской антиклиналями.

Для пликативных структур вулканогенно-осадочных комплексов (синклиналей и антиклиналей) характерны довольно пологие углы падения, около 30°.

По масштабности проявления и по отношению к центрам магматизма, разрывные нарушения интерпретируются следующим образом:

1. Вулкано-тектонические зоны глубокого заложения, контролирующие размещение центров магматизма. Структурно-вещественное выражение таких зон допускает существование протяженных линейных и дугообразных раздвигов в основании герцинид. Таловско-Осиновская зона является наиболее крупной такой структурой, вдоль и под влиянием которой в более позднее время развился крупный Варшавский надвиг.

2. Разломы, возникшие в процессе магматической деятельности конкретных палеовулканических аппаратов или их групп. Такие разломы широко распространены в пределах Рубцовской ВТС, имеют как линейную, так и дугообразную форму и развиты: в областях сопряжения положительных и отрицательных морфоструктур; в обрамлении кальдер; по периферии гранитоидных массивов.

### **1.3.1.3. Полезные ископаемые**

Металлогенический профиль оруденения прослеживается как в восточном так и западном рудном узле. Это полиметаллические руды в примерно равном соотношении с колчеданно-полиметаллическими. Меньшее значение имеют медно-колчеданные и совсем редки барит-полиметаллические руды. Оруденение контролируется, в целом, средне-верхнедевонским вулканизмом, что характеризуется сочетанием стратиграфического, магматического, структурного и литологического контроля.

В целом для полиметаллических руд характерны пластовые, линзовидные субсогласные рудные тела, образующие серию, нередко кулисообразную, в пределах рудной пачки (зоны). Располагаются на различных глубинах: как выходящие на поверхность (под чехол рыхлых отложений), так и “слепые”, на глубинах до 800 м. Повсеместно рудные месторождения перекрыты чехлом рыхлых отложений мощностью от 50 м и до 100-130 м.

Первичные руды сложены, преимущественно, сульфидами ведущих металлов, главные из которых сфалерит, галенит, халькопирит. Текстуры руд ча-

сто массивные, а также прожилково-вкрапленные. Границы рудных тел резкие только для богатых участков (сливные руды), в других случаях устанавливаются по опробованию. Рудные тела нередко окружены обширным пиритовым ореолом, распространяющимся и за пределы рудной пачки, а также гидротермально-измененными породами (кварц-светлослюдистые изменения).

Содержание металлов в рудах (сумма медь+свинец+цинк) изменяется от первых процентов до 25-40 и даже 50%. В среднем по месторождениям сумма металлов в пределах 9-18%. Соотношение их почти всегда постоянно.

### **1.3.2. Гидрогеологическая характеристика района работ**

Район работ относится к закрытым территориям, с мощным чехлом покровных отложений. Покровный чехол третичного-четвертичного возраста различного генезиса имеет мощность от 50 до 120-130 м. Изучение рыхлых пород проводилось как в составе специализированных гидрогеологических так и в составе общегеологических работ.

В состав покровных отложений входят комплексы субэаральных нижневерхнечетвертичных, аллювиально-пролювиальных нижнечетвертичных отложений краснодубровской свиты (ар, lal, Q<sub>1-111</sub> krd); озерно-аллювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения миоцен-плиоценового возраста (аральская, павлодарская и кочковская свиты неогена) и, незначительно осадки позднеолигоценного возраста (чаграйская свита палеогена). В основании покровных отложений фрагментарно залегают породы коры выветривания фундамента.

Песчано-глинистые комплексы покровных отложений почти по всему разрезу водоносные в раздельно-зернистой литологической части, слагая водоносные горизонты, эксплуатируемые скважинами и колодцами.

## **1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ**

### **1.4.1. Геологические задачи и методы их решения**

Целевым назначением геологоразведочных работ является выделение в центральной части Рубцовского рудного района (Садовушинская площадь) перспективных площадей в ранге рудных полей и участков с локализацией прогнозных ресурсов категории  $P_2$ : меди – 100 тыс. т, цинка – 650 тыс. т, свинца – 300 тыс. т. Реализация задания будет решена выполнением основных геологических задач, предусматривающих:

– проведение ревизии известных и вновь выявленных полиметаллических рудных объектов, рудопроявлений, зон минерализации, геохимических аномалий цинка, свинца, меди и геолого-геофизических аномалий центральной части Рубцовского рудного района. Создание комплексной геолого-поисковой модели объектов полиметаллического оруденения рудноалтайского типа для центральной части Рубцовского рудного района и адаптация её к Садовушинской площади. Создание электронных баз данных геологической, геолого-геофизической и геохимической информации;

– выделение и оконтуривание перспективных площадей в рангу рудных полей, выявление в их пределах перспективных участков с промышленными (сумма металлов в пересчёте на условный цинк не менее 6%) подсечениями полиметаллических руд, локализация и оценка прогнозных ресурсов меди, цинка, свинца категории  $P_2$ ;

– составление укрупнённой геолого-экономической оценки локализованных прогнозных ресурсов свинца, цинка, меди. Разработка рекомендаций по направлению дальнейших геологоразведочных работ и лицензированию участков недр.

#### *Последовательность решения геологических задач.*

Работы по выполнению поставленных задач планируется провести в 3 этапа.

### Этап 1.

Составление и утверждение проектно-сметной документации. Систематизация имеющейся информации по геологии и металлогении центральной части Рубцовского рудного района. Создание электронного каталога данных геолого-геофизической и геохимической информации. Подготовка предварительной прогнозной карты на полиметаллы масштаба 1:25000 и геолого-поисковой модели объектов полиметаллического оруденения рудноалтайского типа центральной части Рубцовского рудного района. Выделение перспективных площадей, комплексных геолого-геофизических и геохимических аномалий по работам предшественников в подготовительный период. Составление предварительной геолого-поисковой карты перспективной площади, предварительной прогнозной карты масштаба 1:25000, литогеохимических и геофизических планов масштабов 1:5000-1:2000.

### Этап 2.

Выявление и локализация оруденения в пределах выделенной в подготовительный период перспективной площади, приуроченной к рудовмещающей вулканогенной толще средне-позднедевонского возраста комплексом буровых, геофизических, опробовательских работ, лабораторных исследований. Изучение вещественного состава руд и околорудных метасоматитов. Корректировка прогнозной карты масштаба 1:25000, составление литогеохимических и геологических разрезов. Локализация прогнозных ресурсов категории  $P_2$ : меди – 50 тыс. т, цинка – 300 тыс. т, свинца – 150 тыс. т.

### Этап 3.

Оконтуривание перспективной площади и выделение перспективных участков с применением буровых, геофизических и опробовательских работ, лабораторных исследований. Изучение вещественного состава руд и околорудных изменений. Завершение составления прогнозной карты масштаба 1:25000, детализационных планов участков масштаба 1:10000, геологических разрезов масштабов 1:5000-1:2000. Локализация прогнозных ресурсов категории  $P_2$ : меди – 50 тыс. т, цинка – 350 тыс. т, свинца – 150 тыс. т, и их укрупнённая геоло-

го-экономическая оценка. Составление окончательного геологического отчёта с его апробацией в ФГУП “ЦНИГРИ”. Разработка рекомендаций по направлению дальнейших геологоразведочных работ.

Основные методы решения задач.

Для решения задач, поставленных в геологическом задании, предусматривается:

– сбор, систематизация и анализ фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади проектируемых работ и рудного района в целом с созданием базы данных по работам предшественников, составление каталогов месторождений, рудопроявлений, пунктов минерализации, геолого-геофизических и геохимических аномалий;

– установление общих закономерностей размещения полиметаллического оруденения в центральной части Рубцовского рудного района и, на их основе, создание макета прогнозно-поисковой модели;

– выявление комплекса прогнозных и поисковых признаков и критериев для выделения перспективных на полиметаллическое оруденение площадей и поисковых участков. Составление на площадь поисковых работ предварительной прогнозной карты на полиметаллы масштаба 1:25000;

– проведение буровых работ: бурение поисковых скважин глубиной 600-800 м;

– проведение геофизических работ: опережающие электроразведочные работы (АМЗТ), метод заряда (МЗ), скважинные геофизические исследования (ЕП, ВП, МЗТ), каротаж (ГК, КС, РРК, ГГК-П);

– проведение литогеохимических работ по первичным ореолам рассеяния (керну скважин);

– изучение состава руд и околорудных метасоматитов;

– проведение лабораторных исследований;

– проведение камеральных работ.

Таким образом, вышеперечисленный комплекс работ позволит выполнить задачу по оценке прогнозных ресурсов полиметаллического оруденения категории  $P_2$  на Садовушинской площади.

#### **1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ**

Все поисково-структурные и картировочные скважины изучены геохимическим опробованием, позволившим получить геохимические карты и разрезы. Материал по геохимии фундамента использовался в сложной математической обработке для распознавания рудных объектов через модели известных месторождений. Работами на Рубцовском месторождении выявлена вертикальная (осевая) и поперечная зональность первичных ореолов, вычислены мультипликативные коэффициенты зональности.

Изучение Рубцовского рудного района геофизическими методами проводилось параллельно с геологическим изучением, а региональные гравимагнитные съемки опережали геологические.

Геофизические работы проводились специализированными подразделениями Таловской и Алтайской геофизическими партией (экспедицией). Большую роль в объеме геофизических методов занимают электроразведочные работы: ВП, МПП и их модификации, выполнявшиеся на поисковых участках. К началу 90-х гг. охват территории РРР электрометодами достиг 53 и 62% (соответственно МПП и ВП) (Фатин, 1988). Наземные геофизические исследования дополняются скважинной геофизикой методами КС, ГК, ПС, МСК, ГГК, РРК, КСПК, РВП, МПП, ДЭМПС, ВП, МЭК, метод заряда, магнитный каротаж.

Садовушинская площадь обладает всеми признаками, отвечающими факторам, контролирующим полиметаллическое оруденение. Наиболее значимыми являются следующие.

1. Связь с образованиями контрастно дифференцированной базальт-липаритовой формации живет-франского возраста (шипуновская, давидоская и каменёвская свиты). При этом рудные залежи прогнозируются в породах про-

межуточных или удалённых терригенно-пирокластических фаций, подстилающих эффузивные породы либо перекрывающие их.

2. Наличие на площади стратиграфических уровней, к которым приурочены богатые руды полиметаллических месторождений (Рубцовского и Захаровского). В генерализованном плане – это зоны нижнего и верхнего контактов давидовской свиты. Предполагается удаление оруденения от этих контактов вниз и вверх по разрезу не более 100-150 м

3. Помимо общих геологических предпосылок центральная часть Садовушинской площади обладает и прямыми поисковыми признаками: широкие ореолы гидротермально изменённых пород и рассеянной прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации. Первые представлены зоной выщелачивания (развитие кварц-серицитового парагенезиса) и зоной отложения (кварц-серицитовые, серицит-хлоритовые, серицит-хлориткарбонатные, хлоритовые метасоматиты). С границами зон гидротермальных изменений практически совпадают ореолы прожилково-вкрапленной полиметаллической минерализации, переходящей на флангах и глубине в ореолы вкрапленной пиритизации. При этом указанные ореолы со стороны лежачего бока уходят на глубину до 100 и более метров, а в висячем боку их мощность не превышает первых метров.

4. В пределах площади выявлены эндогенные геохимические ореолы рассеяния меди, свинца, цинка, висмута, серебра, кадмия, бария, кобальта, молибдена, мышьяка, сурьмы, олова и марганца, характерны для рудных полиметаллических зон.

5. Для большинства рудных объектов района характерна приуроченность к зонам высоких градиентов гравитационного поля, к местам их осложнения, которые фиксируются аномальными зонами регионального заряда, ВП, МПП. Ряд подобных аномалий выявлены в пределах Садовушинского поля, тяготея к потенциально рудоносным стратиграфическим уровням.

Базовыми материалами для выборочной перспективной площади явился комплект прогнозных карт масштаба 1:50000, составленных на фациально-

формационной основе Поисково-ревизионной партии Рудно-Алтайской экспедиции (Сорокин, 1978 г.). На итоговой прогнозной карте автором в пределах южной части Калининского прогиба была выделена перспективная площадь развития рудовмещающих толщ, имеющая многочисленные поисковые признаки, расположенная в благоприятных структурных условиях – Придорожный участок, вошедший территориально в Садовушинскую площадь. Калининский прогиб являет собой протяженную (около 15-17 км) сложно-построенную грабенообразную синклинали шириной от 2÷41 – до 10 км, ограниченную дугообразными разломами, с достаточно крутыми бортами и плоским днищем, с двумя слабо выраженными экстррузивными куполами. В строении прогиба участвуют осадочно-вулканогенные и субвулканические образования дацит-липаритовой формации. Суммарная мощность этих образований по данным гравиметрии составляет от 0,5÷1,0 км и до 3÷5 км, достигая максимума в эпицентрах палеовулканических аппаратов.

Структурно Садовушинская площадь охватывает область южного периклинального замыкания Калининского прогиба на участке его сочленения с Рождественской антиклиналью. Современный структурный облик прогиба обязан своими чертами дизъюнктивным дислокациям, многократно проявлявшимся в связи с местными и региональными вулканно-тектоническими процессами.

Морфотектонический облик Калининского прогиба, как и других подобных структур, обязанных своим возникновением вулканической деятельности нескольких тектонически-взаимосвязанных палеовулканических аппаратов, далеко не однороден в разных его частях.

Наиболее ценная для проведения поисковых работ, южная часть – это простая слабоундулирующая синклиналильная структура с U-образным поперечным сечением и уклоном бортов от 20°-30° до 45°-45°. Большая часть её выполнена вулканитами околожерловой зоны дацит-липаритовой формации (давыдовская свита), которые в направлении смежных поднятий быстро теряют мощность, сменяются вулканогенными образованиями промежуточной зоны и, наконец, полностью вытесняются из разреза терригенными образованиями. Не-

которая фациальная изменчивость вулканогенных пород отмечается и по оси прогиба между вулканическими центрами, к тому же, в области вулканического центра широко развиты субвулканические интрузии липаритового, липарито-дацитового, реже андезитового состава, залечивающие жерловую зону.

Реальная рудоносность прогиба сопоставим с рудоносностью восточной части Таловско-Осиновского прогиба, где расположены Степное, Таловское месторождения и множество проявления. По внешней периферии (бортам) прогиба рассредоточено в общей сложности: среднее по запасам полиметаллическое месторождение (Захаровское), мелкое – Западно-Захаровское, три рудопроявления и 28 пунктов минерализации, которые можно сгруппировать в Захаровское, Матаевское и Склюихинское рудные поля. Все рудные проявления локализируются на периферии палеовулканических аппаратов франского возраста. Максимальная концентрация рудопроявлений фиксируется по восточному борту прогиба, куда частично входит и Садовушинская площадь.

В связи с оценкой результатов предшествующих работ уместно считать данную площадь перспективной к дальнейшему изучению и разработке. Однако поиски и разведка на месторождении сопряжена с большими трудностями и затратами, что приведет к падению эффективности работ. Однако перспективы на разработку месторождения очень велики, поскольку содержание основных металлов в потенциальном месторождении будет выше 10%, т.к. среднее содержание суммы меди, свинца, цинка в разведанных запасах всех месторождений Рубцовского рудного района составляет – 14,68%.

Глубинные геохимические поиски выявили в пределах площади под рыхлыми отложениями пять комплексных эндогенных аномалий, одна из которых достигает размеров около 3×3 км, занимающая центральное место. Элементный состав аномалии следующий: центральная часть представлена комплексами Zn+Cu, Pb+Cu, Zn+Ba+Ba+Cu,  $K_{\text{зональности}} = 0,5-2,0$ ; в северной её части преобладает комплекс Zn+Ba+Cu+Co,  $K_{\text{зональности}} = 0,3-2,0$ ; в южной части комплекс Pb+Zn+Cu,  $K_{\text{зональности}} = 3,2$ .

Околорудный метасоматоз имеет широкое площадное развитие и выражен в образовании минерального парагенезиса: кварц, серицит, альбит, магнетит, магнезиально-железистый хлорит, кальцит. Мощность зон минерализации составляет 1-3 м, достигая порой 30 м. Интервал оруденения по глубине широкий, от 120,5 до 612 м.

В четырех из пяти перспективных площадок проведена интерпретация геохимических полей и ореолов рассеяния элементов с целью разбраковки “породных” аномалий от возможно рудообразующих. Метод основан на определении горизонтальной зональности ореолов рассеяния элементов над рудными телами. Коэффициенты ранговой корреляции пар элементов, рассчитанные по разрезам в крест простирания рудных тел, меняются от значимых отрицательных над рудным телом, его окончанием по восстанию, до значимых положительных над висячим и лежачим боком. Вдали от рудного тела коэффициенты ранговой корреляции становятся незначимы. Особенно четко эта закономерность выражена между элементами входящими в сульфиды с относительно различающимися изобарными потенциалами образования минералов. Так для группы полиметаллических месторождений выбраны отношения пар элементов: Pb-Mo, Cu-Mo, Zn-Mo, Ba-Mo. Изобарные потенциалы  $\Delta Z$ , ккал/моль (500 к) сфалерита (ZnS) – 46,21; галенита (PbS) – 21,89; халько-пирита (CuFeS<sub>2</sub>) – 31,42, в сравнении с изобарным потенциалом молибденита (MoS<sub>2</sub>) – 88,0 – разница в 2-3 раза.

Форма графиков корреляционной связи, кроме количественных соотношений в ореоле зависит ещё от условий залегания ореола:

При вертикальном (80-90°) залегании ореола форма корреляционных графиков симметричная, при пологом залегании – ассиметричная. Значения коэффициентов ранговой корреляции над висячим боком будет выше, чем над лежачим боком.

Объемная геохимическая характеристика наиболее перспективной части продуктивного разреза Садовушинской площади, составленная по 30 поисково-структурным скважинам, представляется следующей: длина аномальной зоны,

в плане, 5,5 км; по падению зоны прослежена до 2,0 км двумя-тремя, а то и одной, скважиной в разрезах. Глубина изучения – до 500 метров. В составе ореолов преобладают Pb (до 0,1-0,3%), Ba (до 0,1%), Zn (до 0,2-0,3%), Ag (до 0,0001%), Cu (до 0,003-1%).

По составу и интенсивности наибольший интерес представляют ореолы приуроченные к верхней пачке шипуновской свиты, в глинистых, кремнисто-глинистых алевролитах, лавах и туфах кислого состава (нижний подуровень). Ореолы имеют существенно надрудный (Pb, Ba, Zn, Ag) состав и по падению зоны их интенсивность явно наращивается. Наиболее высокие содержания Pb и Zn в кровле D<sub>2</sub>шр. Коэффициенты зональности (Pb·Ba·Ag/Cu·Co·Mo) колеблются от 1,6 до 200, т.е. фиксируется рудный и надрудный уровни возможного оруденения (кстати, заметим, наблюдается большое подобие геологического строения зоны с аналогом – Таловским месторождением).

Вышележащая часть разреза (давидовская и каменевская свиты) геохимически проявлена локально и слабее. Наиболее интенсивные из аномалий этого уровня группируются в линзу размеров 1×0,5 км. По составу они существенны Ag-Pb-Cu-Ba, коэффициент зональности равен от 2,5 – до 70.

Суммируя сказанное, можно считать, что Садовушинская площадь обладает достаточным набором предпосылок – элементов прогнозно-поисковой модели – благоприятных для возможной локализации полиметаллического оруденения промышленного масштаба, а именно:

- структурно-формационный контроль выражается в том, что поисковая площадь охватывает часть борта межвулканического прогиба в центральной части Рубцовской депрессии; рудовмещающая подформация – кали-натриевая;

- стратиграфический фактор заключается в размещении колчеданно-полиметаллической минерализации в типичной для Рубцовского рудного района позднеживетско-раннефранском рудоносном уровне, состоящем из двух подуровней;

- литофациальный контроль минерализации характеризуется тем, что преобладает вулканогенный разрез с частым чередованием туфов, тефроидов с

кремнистыми алевролитами, лавами и лавобрекчиями риолитов. При этом на месторождениях-аналогах (Таловском и Захаровском) оруденение приурочено к контрастным по составу пачкам, заключенным между однообразными по составу пачками;

– магматический контроль обусловлен приуроченностью колчеданно-полиметаллической минерализации к единым девонским вулканическим комплексам.

Колчеданно-полиметаллическая минерализация обеих уровней (цинк-медь-свинец-молибден-кобальт и свинец-цинк-барит-золото) фиксируется геофизическими аномалиями ВП и переходной зоной в поле гравитационного минимума.

Оценка прогнозных ресурсов Рубцовского рудного района проводилась неоднократно (Сорокин, 1977, Сорокин, 1983, Мурзин, 2001). В 2006 г. материалы к обоснованию прогнозных ресурсов полиметаллических руд по Садовушинской площади подготовило ОАО “Рудно-Алтайская экспедиция” (Половникова, 2006). Прогнозные ресурсы были апробированы ФГУП ЦНИГРИ по категории  $P_3$  в количестве (тыс. т.): руда – 10560, медь – 480, свинец – 696, цинк – 1200, при средних содержаниях (%): 4,54, 6,50, 11,80 соответственно. Оценка базировалась на выявленных в пределах площади поисковых признаках: 1) надрудный литогеохимический ореол полиметаллического типа и подрудно-рудные ореолы колчеданно-полиметаллического и полиметаллического типа в её восточной части; 2) локальные аномалии ВП интенсивностью до 3% и аномалии МПП; 3) в подавляющем большинстве картировочных скважин отмечены гидротермальные изменения вулканогенных и осадочных пород, выражающиеся в их серицитизации (иногда до серицитолитов), окварцевании, и реже – хлоритизации, пиритезации, гематитизации, общем осветлении и значениях удельной линейной продуктивности рудных зон полиметаллических месторождений Рубцовского района. Параметры прогноза категории  $P_3$  следующие: протяженность продуктивной толщи – 12000 м, глубина прогноза – 800 м, коэффициент достоверности – 0,5. Линейная продуктивность принята по месторожде-

нию – аналогу (Рубцовское месторождение: руда 1760, медь – 80, свинец – 116, цинк – 200).

Анализ распределения средних содержаний элементов в ореолах скважин участка показал, что интенсивные (представляющие интерес для поисков промышленного оруденения) ореолы образуют неоконтуренную с северо-запада и юго-востока аномальную зону контакта северо-западного простирания, шириной до 700-800 м, общей длиной до 10-12 км. Зона находится на северо-западной периферии палеовулканической постройки, к восточной и северо-восточной части которой приурочены Рубцовское и Захаровское месторождения. Содержания элементов в зоне наращиваются на глубину и юго-восток и по интенсивности не уступают ореолам верхних надрудных частей рудной зоны месторождений Захаровское, Рубцовское, Степное, Таловское. По одной из скважин отмечаются необычно высокие содержания серебра – до 30-100 г/т (362,0-362,9 м) и бария (до 1%). Вмещающие породы неравномерно, участками интенсивно (до серицит-хлоритовых, карбонат-серицит-хлоритовых образований) изменены.

Переменяемость в ореолах высоких и низких содержания меди, свинца, цинка, марганца, наличие повышенных (до 10-30 г/т) и высоких (100 г/т) содержаний серебра, характерны для золоторудных месторождений, свидетельствуют о возможном присутствии в рудах повышенных содержаний золота.

При оценке количества локализуемых прогнозных ресурсов категории  $P_2$  верхнеживетско-франского рудоносного уровня были приняты следующие параметры:

– нижний подуровень (контакт шипуновской и давидовской свит) – значения удельной линейно продуктивности рудных зон Степного и Таловского месторождений (таловский уровень). Продуктивность, тыс. т/км: руда – 5100, медь – 55, свинец – 170, цинк – 325. С надежностью прогноза 0,5 прогнозные ресурсы Садовушинской площади оцениваются по категории  $P_2$  в количестве Cu – 167,7 тыс. т, Pb – 518,5 тыс. т, Zn – 991,2 тыс. т;

– верхний подуровень (контакт давидоской и каменевской свит) – значения удельной линейно продуктивности рудных зон Захаровского рудного поля. Продуктивность, тыс. т/км: руда – 544, медь – 10, свинец – 32, цинк – 54. С надежностью прогноза 0,5 прогнозные ресурсы площади оцениваются по категории  $P_2$  в количестве Cu – 7,5 тыс. т, Pb – 24 тыс. т, Zn – 40,5 тыс. т,

В целом, после реализации геологического задания, в центральной части Рубцовского рудного района ожидаемые прогнозные ресурсы категории  $P_2$  могут составить: меди – 175,2 тыс. т, свинца – 542,5 тыс. т, цинка – 1031,7 тыс. т.

### **1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ**

Учитывая условия ведения работ, эффективным методом решения поставленных геологических задач являются буровые работы, которые предполагается провести в два последовательных полевых этапа. Основная задача буровых работ первого этапа заключается в выявлении полиметаллического оруденения в пределах перспективной площади, определённой по данным предшественников и выделенной в подготовительный период. Для выполнения поставленной задачи проектов предусматривается бурения 15-ти скважин детальной разведки с целью прослеживания выделенной аномальной зоны по простиранию на 5 км и по падению до глубины 650-800 м. Места заложения разведочных скважин и их проектная глубина определены на основе максимального использования результатов, полученных по ранее пробуренным скважинам, и отражены в графических приложениях. Выбранная плотность разведочного бурения исключает пропуск рудных объектов, подобных Рубцовскому, Захаровскому, Таловскому месторождениям.

Буровыми работами второго этапа предусматривается оконтуривание рудных объектов, выявленных в процессе выполнения работ первого этапа. Детальность бурения второго этапа предусматривает локализацию прогнозных ресурсов свинца, меди, цинка и их оценку по категории  $P_2$ . С этой целью проек-

том предусматривается бурение трёх скважин для детальной разведки, места заложения которых, их проектная глубина, будут корректироваться по мере получения новой геолого-геофизической информации.

Характеристика скважин для детальной разведки приводится в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристика скважин для детальной разведки

№ п/п	№ проектных профилей	№ проектных скважин	Проектная глубина скважин, м	Угол заложения, град
Скважины для детальной разведки первого этапа				
1	I	1п	760	90
2	I <sup>a</sup>	2п	760	90
3	III	4п	760	90
4	V	5п	760	90
5	VII	7п	760	90
6	IX	9п	760	90
7	XI	11п	760	90
8	XII	10п	760	90
9	XIII	3п	760	90
10	IX	8п	760	90
11	б/н	6п	760	90
12	б/н	14п	760	90
13	–	12п	760	90
14	–	13п	760	90
15	–	15п	760	90
	Всего	15 скв.	11400	
13	–	12п	760	90

### 1.5.1. Обоснование метода подсчёта запасов полезного ископаемого

Оценка прогнозных ресурсов Рубцовского рудного района проводилась неоднократно (Сорокин, 1977, Сорокин, 1983, Мурзин, 2001). В 2006 г. материалы к обоснованию прогнозных ресурсов полиметаллических руд по Садовушинской площади подготовило ОАО “Рудно-Алтайская экспедиция” (Половникова, 2006). Прогнозные ресурсы были апробированы ФГУП ЦНИГРИ по категории Р<sub>3</sub> в количестве (тыс. т.): руда – 10560, медь – 480, свинец – 696, цинк – 1200, при средних содержаниях (%): 4,54, 6,50, 11,80 соответственно. Оценка

базировалась на выявленных в пределах площади поисковых признаках: 1) надрудный литогеохимический ореол полиметаллического типа и подрудно-рудные ореолы колчеданно-полиметаллического типа в западной части и подрудно-рудные ореолы колчеданно-полиметаллического и полиметаллического типа в её восточной части; 2) локальные аномалии ВП интенсивностью до 3% и аномалии МПП; 3) в подавляющем большинстве картировочных скважин отмечены гидротермальные изменения вулканогенных и осадочных пород, выражающиеся в их серицитизации (иногда до серицитолитов), окварцевании, реже – хлоритизации, пиритезации, гематитизации, общем осветлении и значениях удельной линейной продуктивности рудных зон полиметаллических месторождений Рубцовского района. Параметры прогноза категории  $P_3$  следующие: протяженность продуктивной толщи – 12000 м, глубина прогноза – 800 м, коэффициент достоверности – 0,5. Линейная продуктивность принята по месторождению – аналогу (Рубцовское месторождение: руда 1760, медь – 80, свинец – 116, цинк – 200) (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов Садовушинской площади

№ п/п	Наименование показателей геолого-экономической оценки	Значения показателей
1	2	3
1	<p>I. Исходные критерии для оценки прогнозных ресурсов – (месторождение аналог – Рубцовское м-ние).            Кондиции Рубцовского колчеданно-полиметаллического месторождения (утв. ГКЗ СССР 21.06.1974 г. №805к):</p> <p>а) бортовое и минимально-промышленное содержание, %:</p> <p>б) минимальная мощность рудных тел, м.</p> <p>в) максимальная мощность безрудных прослоев, м.</p>	<p>Борт. усл. Zn-6% (<math>K_{Cu}</math>-1,3; <math>K_{Pb}</math>-1,4)            Мин. пром. Zn-0,5; Cu-0,35; Pb-0,55</p> <p>1,2</p> <p>4</p>
2	<p>Запасы категории <math>C_1</math> по состоянию на 01.01.75 г. Рубцовского месторождения утвержденные в ГКЗ:</p> <p>руда, тыс. т./%</p> <p>медь, тыс. т./%</p> <p>свинец, тыс. т./%</p> <p>цинк, тыс. т./%</p> <p>золото, т/г/т</p>	<p>107,4/4,54</p> <p>153,7/6,50</p> <p>279,0/11,80</p> <p>4,737/0,7</p> <p>349,4/147,8</p>

Продолжение таблицы 1.2.

1	2	3
3	Минимальные ресурсы и качество сырья месторождения, представляющих интерес в геологических и экономических условиях прогнозируемой площади (P <sub>3</sub> ). – методическое руководство “Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов”, издание третье.	Запасы, млн.т – 7,0-31,0, ср. 15,0 Содержание (Pb + Zn) % – 2,5-6,0, ср. 4,5
1	II. Характеристика объекта прогноза Геолого-промышленный тип месторождения	Колчеданно-полиметаллический
2	Тип руд	Сплошные и прожилково-вкрапленные руды
3	Морфология тел полезных ископаемых	Линзо-пластообразная форма рудных тел
4	Прогнозные ресурсы руды по категории P <sub>3</sub> , млн. т.	10,56
5	Качество сырья (средние содержания полезных компонентов): а) медь, %; б) свинец, %; в) цинк, %	а – 4,54 б – 6,50 в – 11,80
6	Прогнозные ресурсы полезных компонентов категории P <sub>3</sub> : а) медь, т.т; б) свинец, т.т; в) цинк, т.т	а – 480 б – 696 в – 1200
7	Способ отработки	Подземный
8	Глубина прогнозирования, м	800
9	Ожидаемая эффективность освоения прогнозных ресурсов	Перевод ресурсов P <sub>3</sub> в ресурсы более высоких категорий
	III. Рекомендация о целесообразности постановки на объекте (площади) работ	Прогнозно-поисковые

Анализ распределения средних содержаний элементов в ореолах скважин участка показал, что интенсивные (представляющие интерес для поисков промышленного оруденения) ореолы образуют неоконтуренную с северо-запада и юго-востока аномальную зону контакта северо-западного простирания, шириной до 700-800 м, общей длиной до 10-12 км. Зона находится на северо-западной периферии палеовулканической постройки, к восточной и северо-восточной части которой приурочены Рубцовское и Захаровское месторождения. Содержания элементов в зоне наращиваются на глубину и юго-восток и по интенсивности не уступают ореолам верхних надрудных частей рудной зоны месторождений Захаровское, Рубцовское, Степное, Таловское. По одной из скважин отмечаются необычно высокие содержания серебра – до 30-100 г/т (362,0-

362,9 м) и бария (до 1%). Вмещающие породы неравномерно, участками интенсивно (до серицит-хлоритовых, карбонат-серицит-хлоритовых образований) изменены.

Переменяемость в ореолах высоких и низких содержаний меди, свинца, цинка, марганца, наличие повышенных (до 10-30 г/т) и высоких (100 г/т) содержаний серебра, характерные для золоторудных месторождений, свидетельствуют о возможно присутствии в рудах повышенного содержания золота.

При оценке количества локализуемых прогнозных ресурсов категории  $P_2$  верхнеживетско-франского рудоносного уровня были приняты следующие параметры:

– нижний подуровень (контакт шипуновской и давыдовской свит) – значения удельной линейно продуктивности рудных зон Степного и Таловского месторождений (таловский уровень). Продуктивность, тыс. т/км: руда – 5100, медь – 55, свинец – 170, цинк – 325. С надежностью прогноза 0,5 прогнозные ресурсы Садовушинской площади оцениваются по категории  $P_2$  в количестве Cu – 167,7 тыс. т, Pb – 518,5 тыс. т, Zn – 991,2 тыс. т;

– верхний подуровень (контакт давыдоской и каменевской свит) – значения удельной линейно продуктивности рудных зон Захаровского рудного поля. Продуктивность, тыс. т/км: руда – 544, медь – 10, свинец – 32, цинк – 54. С надежностью прогноза 0,5 прогнозные ресурсы площади оцениваются по категории  $P_2$  в количестве Cu – 7,5 тыс. т, Pb – 24 тыс. т, Zn – 40,5 тыс. т,

В целом, после реализации геологического задания, в центральной части Рубцовского рудного района ожидаемые прогнозные ресурсы категории  $P_2$  могут составить: меди – 175,2 тыс. т, свинца – 542,5 тыс. т, цинка – 1031,7 тыс. т.

### **1.5.2. Геолого-технические условия бурения скважин. Свойства горных пород. Характеристика разреза**

Проходку скважин по рыхлым палеоген-четвертичным отложениям предусматривается вести без отбора керн. При проходке скважин по полезно-

му ископаемому, зонам изменённых пород с сульфидной минерализацией выход керна должен быть не менее 70%, по коренным мезокайнозойским, вмещающим рудные зоны, породам – не менее 60%. Предполагаемое разделение геологического разреза по его продуктивности, геологические и технологические параметры при проходке скважин отражены в прилагаемом к проекту геолого-техническом наряде (ГТН).

Для определения объёма бурения при проходке скважин по рудной зоне использовалось усреднённое значение мощностей рудных зон Рубцовского, Захаровского, Степного и Таловского месторождений, принятых аналогом для искомых рудных объектов.

Ниже приводится таблица 1.3., фактических мощностей рудных зон вышеуказанных месторождений.

Таблица 1.3 – Мощность рудных зон

Наименование месторождения	Мощностей рудных зон, м
Рубцовское	22,6
Захаровское	45,0
Степное	37,7
Таловское	27,0

Общий объём бурения при проходке по рудным зонам составит 946 метров ( $22 \times 33 + 22 \times 10$ ).

где 22 – количество предполагаемых рудных зон (15 + 7 зон второго этапа оруденения); 33 – средняя мощность рудных зон месторождений аналогов; 10 – бурение по вмещающим рудные зоны породам.

Ниже приводится таблица усреднённых соотношений пород и категорий их по буримости (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Усреднённый геологический разрез

№ п/п	Наименование пород	Категория по буримости	% участия	Объём бурения	В т.ч.	
					Бескernое-вое бурение, м	Бурение с отбором керна, м
Группа скважин 0-800, средняя глубина скважин 733 м Количество скважин – 15						
1	2	3	4	5	6	7

Продолжение таблицы 1.4.

1	2	3	4	5	6	7
1	Почвенно-растительный слой	II	0,13	15	15	
2	Суглинки	III	2,04	220	220	В т.ч. по рудной зоне
3	Глины	IV	2,72	300	300	
		V	4,09	450	450	
4	Выветрелые аргиллиты, алевролиты, риодациты	VI	1,36	150	-	150
5	Аргиллиты, алевролиты кремнёные, песчаники, туфы	VII	15,8	1740	-	1740
6	Алевролиты кремнистые, окварцованные песчаники, андезиты, известковистые алевролиты	VIII	27,8	3060	-	3060
7	Риодациты окварцованные, туфы, полиметаллическая руда в окварцованные породах	IX	22,3	2455	-	2455
8	Риодациты окварцованные, слабо трещиноватые, риолиты, граниты, сульфидные руды в кварцитах	X	18,04	1980	-	1980
9	Риолиты, риодациты интенсивно трещиноватые, окварцованные	XI	5,72	630	-	630

## 2. Технология и техника проведения буровых работ

### 2.1. Геолого-технические свойства бурения скважин

Для эффективного бурения проектных скважин необходимо знать физико-механические свойства горных пород, и их поведение при разрушении. Данные сведения нужны для выбора бурового оборудования, ПРИ, режимных параметров бурения. Следовательно, при проектировании скважины важно определить особенности геологического строения месторождения. Для описания и дальнейшей разработки проведения буровых работ, рассмотрим проектную скважину “5П”. Геологический разрез и характеристика горных пород скважины представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика горных пород проектной скважины 5П

№ п/п	Мощность, м			Название горных пород и полезного ископаемого	Категория пород по буримости
	От	До	Всего		
1	0	1	1	Почвенно-растительный слой	II
2	1	15	14	Суглинки	III
3	15	80	65	Глины	IV-V
4	80	180	100	Липаритовые, липарит-дацитовые порфиры и их брекчии	IX
5	180	310	130	Алевролиты глинистые	IV
6	310	345	35	Лавобрекчии липарито-дацитовых порфиров	IX
7	345	415	70	Алевролиты глинистые	IV
8	415	450	35	Липаритовые, липарит-дацитовые порфиры и их брекчии	IX
9	450	505	55	Алевролиты кремнистые и глинисто-кремнистые	VIII
10	505	540	35	Липаритовые, липарит-дацитовые порфиры и их брекчии	IX
11	540	595	45	Алевролиты глинистые	IV
12	595	620	25	Лавобрекчии липарито-дацитовых порфиров	IX
13	620	660	40	Алевролиты кремнистые и глинисто-кремнистые	VIII
14	660	715	55	Липаритовые, липарит-дацитовые порфиры и их брекчии	IX
15	715	760	45	Алевролиты кремнистые и глинисто-кремнистые	VIII

## **2.2. Выбор способа бурения скважин**

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

Целевое назначение скважин – разведка полиметаллических руд на Садовушинской площади Алтайского края. Исходя из геолого-технических условий, назначения скважины и из рекомендаций по выбору способа бурения, наиболее оптимальным является вращательный способ бурения.

Данный способ позволяет получать керн, исходя из которого, составляется геологический разрез месторождения и предоставляет возможность исследовать полезное ископаемое.

Достоинство колонкового бурения перед другими способами – возможность получения керна, изучение которого в сочетании с другими исследованиями в скважинах позволяет с большой точностью и достоверностью подсчитать запасы полезного ископаемого, определить его качество и условия залегания.

## **2.3. Разработка типовых конструкций скважин**

Под конструкцией скважины понимается схема её устройства, в которой указываются начальный, промежуточные и конечный диаметры применяемого породоразрушающего инструмента по интервалам глубины бурения; диаметры и длины колонн обсадных труб, интервалы тампонирующего пространства и тампонирующего без применения обсадных колонн, а также глубина скважины [3].

Для бурения скважин с высокими технико-экономическими показателями необходимо построить максимально простую конструкцию скважины с наименьшим применением обсадных труб.

Проектирование конструкции скважины начинается с анализа, минимально-допустимого диаметра керна, обеспечивающего необходимую достоверность опробования, возможных осложнений, приведение к которым нежелательно, т. к. это может привести к возникновению аварийных ситуаций, а, следовательно, привести к удорожанию стоимости проведения буровых работ, либо к ликвидации скважины.

На основании анализа осложнений выделяются интервалы с несовместимыми условиями бурения. Обеспечение же безаварийности проходки скважины при бурении по интервалам с несовместимыми условиями бурения возможно лишь либо перекрытием этих зон обсадными колоннами, либо применением высококачественных промывочных жидкостей.

### 2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Минимальный диаметр скважины выбран исходя из таблицы 2.2. Так как полезным ископаемым месторождения, являются полиметаллические руды (медь, свинец, цинк), то принимаем минимально-допустимый диаметр керна  $d_{k,min}=32$  мм [4].

Таблица 2.2 – Рекомендации по минимально допустимым диаметрам керна в зависимости от типа месторождения и полезного ископаемого

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

Определяется минимально возможный внутренний диаметр коронки  $D_{в\ min}$ , необходимый для получения минимально допустимого диаметра керна  $d_{к\ min}$ .

$$D_{в\ min} = d_{к. min} \cdot \Delta, \quad (2.1)$$

где  $\Delta$  – уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости  $f$  ( $f = 9$ ).

$\Delta$  может быть определена по формуле:

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

$$\Delta = 20 - 8 \cdot \ln 9 = 2,42 \text{ мм};$$

$$D_{в\ min} = 32 + 2,42 = 34,42 \text{ мм}.$$

Из расчетного диаметра коронки подходит применение коронки с наружным и внутренним диаметром 59 и 35,4 мм.

### **2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению**

Интервал 0-80 м, сложен четвертичными отложениями, для предотвращения обрушения и размыва устья устанавливается направляющая труба, на интервал от 0 до 3 м, диаметром 93 мм. Бурение под направление ведется шарошечным долотом диаметром 93 мм. Диаметр обсадных труб 89 мм.

Для закрепления верхнего неустойчивого интервала от 3 до 83 м, (3 м забуривается в твердые породы), сложенного слабосвязанными породами, устанавливается кондуктор, диаметром 76 мм. Бурение кондуктора ведется шарошечным долотом диаметром 76 мм. Диаметр обсадных труб 73 мм.

Далее до конечной глубины 760 м, бурится снарядами ССК-59, и одиночным колонковым снарядом.

На рисунке 2.1. изображена типовая конструкция проектной скважины.

Классификация типовых конструкций скважин по ВИТРу: 760АС 59 П 3(89 Н) 83(73 Н) 93ШЗ 76Ш83.

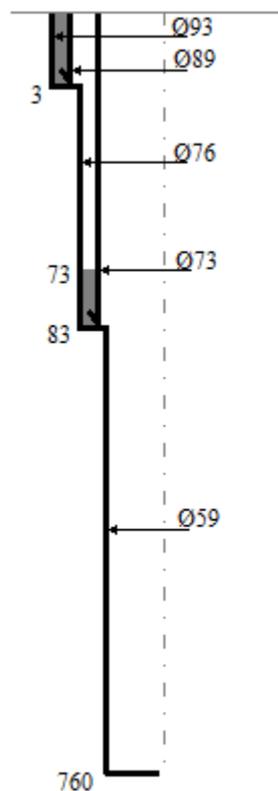


Рисунок 2.1 – Типовая конструкция скважины

#### 2.4. Выбор буровой установки

При выборе оптимальной буровой установки для данных геологических условий необходимо учитывать глубину бурения, залегающие породы, цель и способ бурения.

Передвижная буровая установка УКБ-5П [5] предназначена для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые на глубину до 800 м при конечном диаметре бурения 59 мм, и до глубины 500 м твердосплавными коронками диаметром 93 мм. Буровая установка состоит из бурового станка СКБ-5, буровой мачты МБТ-5 с основанием трубоизворота РТ-1200 М, так же для снарядов ССК – гидравлический трубордержатель ТР-12.5, грузоподъемных принадлежностей (элеватор-50, элеватор 50/54, вертлюг-пробка-50, вертлюг-пробка-54, полуавтоматические элеваторы типа ЭН-12 и насосная установка НБ4-160/63), контрольно-измерительная аппаратура, транспортная база ТБ-15.

Все оборудование, входящее в состав установки, монтируются в специальное цельнометаллическое утепленное буровое здание, которые вместе с мачтой устанавливаются на металлическом сварном основании, являющемся при бурении фундаментом всего оборудования, а при перевозках — санями или рамой – опорой для подкатных тележек.

Для обеспечения нормальных условий работы буровой бригады как в зимний, так и в летний период здания оснащены системой электрического отопления, освещения и вентиляции. Для предохранения буровой бригады от сильных морозов буровые установки комплектуют мощными калориферами, которые включаются при спуско-подъемных операциях. Техническая характеристика буровой установки УКБ-5П представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика УКБ-5П

Параметры установки	УКБ-5П
Глубина бурения (м) коронками диаметром: 93 мм	500
59 мм	800
Начальный диаметр скважины, мм	151
Конечный диаметр, мм	93/59*
Угол наклона скважины, град	70 – 90
Частота вращения шпинделя, об/мин	122; 257; 340; 407; 539; 715; 1130; 1500
Грузоподъемность лебедки, даН:	
нормальная	3500
максимальная	4200
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0.81, 1.3, 2.71, 3.61
Мощность двигателя, кВт	30
Максимальное усилие подачи, даН: вниз	6000
вверх	8000
Масса бурового станка без двигателя, кг	2400

#### 2.4.1. Буровой станок

Буровой станок СКБ-5 (рис. 2.2) предназначен для бурения вертикальных и направленных скважин на твердые полезные ископаемые колонковым способом. Станок обеспечивает бурение разведочных скважин на наиболее выгодных режимах бурения алмазными и твердосплавными коронками.

Буровой станок СКБ-5 укомплектован вращателем и лебедкой планетарного типа. Станок СКБ-5 характеризуется широким диапазоном измене-

ния частоты вращения шпинделя (от 120 до 1500 об/мин), плавной работой гидравлического механизма подачи бурового снаряда при бурении в перемежающихся по твердости, трещиноватых и кавернозных породах, что обеспечивается напорным золотником гидросистемы и дросселем на сливе из гидроцилиндров, усовершенствованной системой автоматического перехвата шпинделя на ведущей трубе без остановки его вращения. Станок бурит с использованием бурового снаряда со съемным керноприёмником, для чего увеличено проходное отверстие шпинделя до 57 мм и предусмотрена установка лебедки съемного керноприёмника.

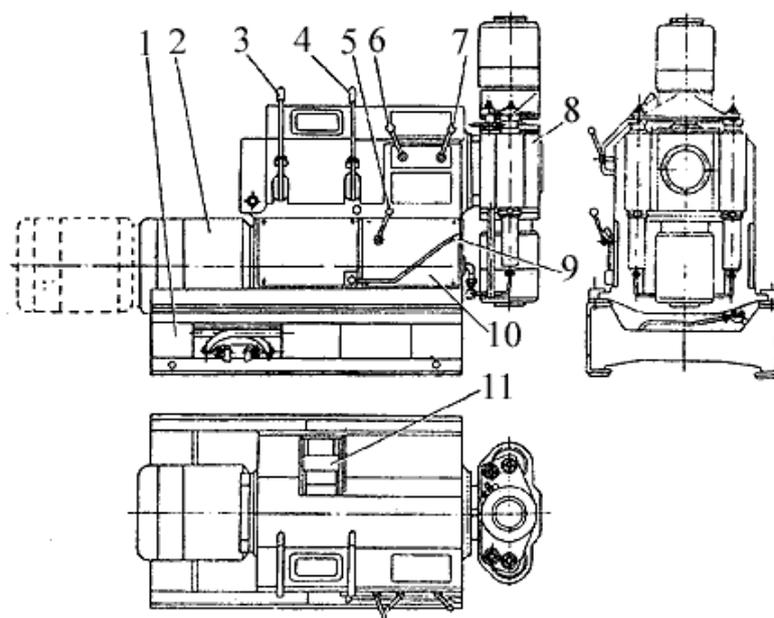


Рисунок 2.2 – Буровой станок СКБ-5:

1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – рукоятка тормоза подъема; 4 – рукоятка тормоза спуска; 5 – рукоятка переключения передач; 6 – рукоятка включения лебедки; 7 – рукоятка включения вращателя; 8 – вращатель; 9 – рукоятка выключения муфты сцепления; 10 – коробка передач с муфтой сцепления; 11 – лебедка

#### 2.4.2. Буровой насос

Буровой насос НБ4-160/6,3 (рисунок 2.3.) предназначен для обеспечения циркуляции промывочной жидкости при бурении геологоразведочных

скважин буровыми установками. Техническая характеристика представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Техническая характеристика НБ4-160/6,3

Параметр	НБ4-160/6,3
Производительность, л/мин	32; 55; 88; 125; 162
Давление, МПа	6.3, 6.3, 6.3, 6.3, 5.5, 3.0
Диаметр плунжера, мм	45; 70
Длина хода плунжера, мм	90
Количество плунжеров	3
Мощность двигателя, кВт	22

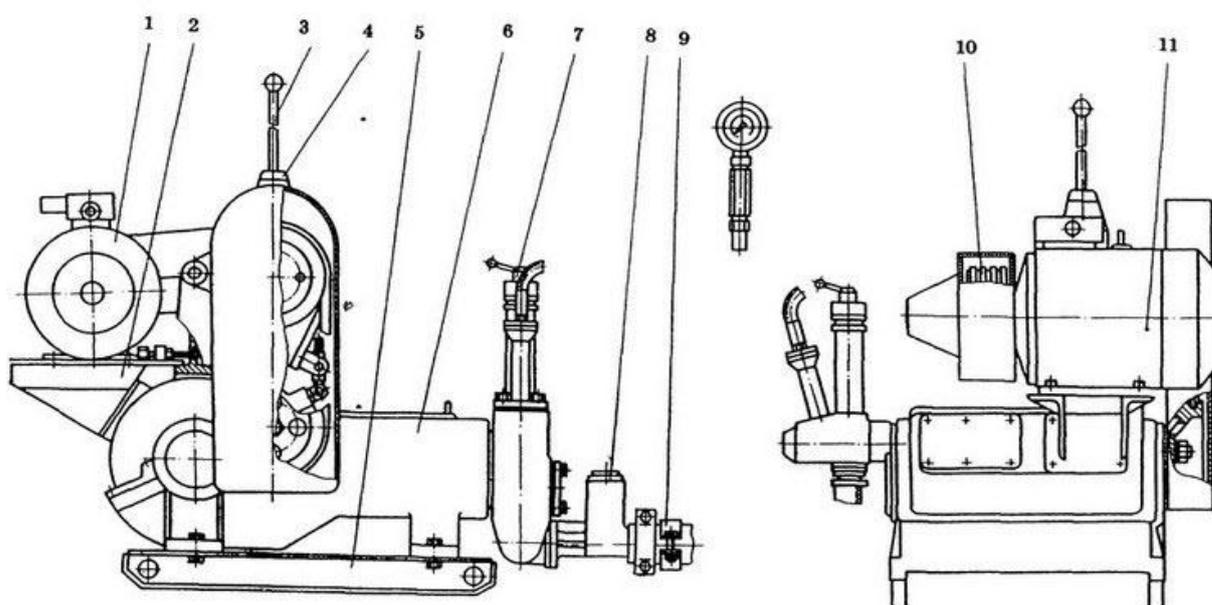


Рисунок 2.3 – Буровой насос НБ4-160/6,3:

- 1 – двигатель; 2 – кронштейн; 3 – рукоятка; 4 – коробка передач; 5 – салазки;  
 6 – насос; 7 – линия нагнетания; 8 – колпак; 9 – линия всасывания;  
 10 – ремень; 11 – болт заземления

### 2.4.3. Буровая вышка (мачта)

Буровая мачта БМТ-5 входит в комплект буровой установки УКБ5-П. Буровая мачта представляет собой одностержневую трубчатую систему, ствол которой шарнирно опирается на портал арочного типа. Для придания устойчивости мачте ствол ее раскреплен продольным и поперечным раскосами. Подъем и опускание мачты производится с помощью гидравлических цилиндров. Техническая характеристика представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика БМТ-5

Параметры	БМТ-5
Рабочая высота мачты, м	13
Длина свечи, м	9.5
Оснастка талевой системы	1x2
Грузоподъемность, даН: номинальная/максимальная	5000/8000
Глубина бурения, м	800
Предельные углы наклона скважины, град	90 – 60
Габариты основания, м	10.7 – 5.4

#### 2.4.4. Буровое здание

Унифицированное передвижное буровое здание ПБЗ-4 – контейнерного типа, собранное из трехслойных алюминиевых панелей, служит для размещения, укрытия и транспортировки бурового оборудования в составе установки УКБ-5. Техническая характеристика представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика ПБЗ-4

Параметры	ПБЗ-4
Полезная площадь, м <sup>2</sup>	31,8
Система обогрева помещения	Электрическая
Система водоснабжения	Автономная (бак, насос, водонагреватель)
Масса, кг	4200
Габариты, мм	9060x3150x2450

#### 2.4.5. Бурильные трубы

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

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

вынесения их на поверхность, а также для охлаждения ПРИ. Также в случае бурения комплексами ССК бурильная колонна выполняет функцию защитного кожуха для извлечения керноприемника на поверхность.

Для обсадной колонны выберем трубы ниппельного соединения по ГОСТ 6238-52 [6], (таблица 2.7). Так как диаметры ступеней скважины равны 93 и 76 мм, то примем диаметр обсадной колонны 89 и 73 мм соответственно, при внутренних диаметрах ниппеля 78 и 62 мм.

Таблица 2.7 – Технические характеристики обсадных труб ниппельного соединения

Наружный диаметр трубы и ниппеля, мм	Толщина стенки трубы, мм	Внутренний диаметр ниппеля, мм	Длина трубы, мм	Масса 1 м трубы, кг
73 ± 0,57	5,0 ± 0,5	62,0	1500...6000	8,38
89 ± 0,89	5,0 ± 0,5	78,0	1500...3000	10,36

Бурение будет производиться снарядом со съёмным керноприемником ССК-59. Бурильные трубы ССК отличаются наружной и внутренней гладкоствольностью, что необходимо для свободного перемещения керноприемника внутри труб и для максимального приближения наружного диаметра. Наличие двух упоров резьбы в соединении обеспечивает более равномерное распределение нагрузки по виткам и большую герметичность.

Трубы ССК изготавливаются из легированной стали 38ХНМ [7] со следующими механическими свойствами: предел текучести – 5500 кгс/см<sup>2</sup>; относительное удлинение – 12 %. Техническая характеристика ССК-59 представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Техническая характеристика ССК-59

Параметры	ССК-59
1	2
Диаметр трубы, мм: наружный	55
внутренний	45,4
Толщина стенки, мм	4,8
Длина, м	1,5; 3; 4,5

Продолжение таблицы 2.8.

1	2
Общая длина колонкового набора, мм	3950, 5450*
Масса 1 м, кг	6
Тип соединения	Труба в трубу
Материал трубы	Сталь 38ХНМ
Предел текучести для стали 38ХНМ (для ССК-76)	5500 кгс/см <sup>2</sup>
Зазор между бурильными трубами и стенкой скважины, мм	2,2
Кривизна трубы, мм/м	0,3
Размер алмазной коронки, мм: наружный диаметр внутренний диаметр	59 35,4
Режим бурения: максимальная частота, об/мин предельная осевая нагрузка, даН	1500 1700
Промывочная жидкость	Вода, эмульсионные растворы
Расход промывочной жидкости, л/мин	20...30
Ресурс тыс. м	8,0

Примечание. \* Соединение двух труб

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

### **2.5.1. Проходка горных пород**

Бурение первого интервала 0-3 м, без отбора керна, пород II-III категории по буримости, будет производиться шарошечным долотом Ш 93-МС-ЦН диаметром 93 мм. Бурение второго интервала 3-80 м, пород III-V категории, будет производиться шарошечным долотом Ш 76-С-ЦВ диаметром 76 мм. Бурение от 80 до 83 будет производиться шарошечным долотом Ш 76-Т-ЦВ диаметром 76 мм. Интервалы: 83-180 м; 310-345 м; 415-540 м; 595-760 м, с отбором керна, пород VIII-IX категории, будет буриться комплексом ССК-59, алмазной коронкой К-08. Интервалы: 180-310 м; 345-415 м; 540-595 м, с

отбором керна, пород IV категории, будет буриться одинарным колонковым снарядом с твердосплавной коронкой СМ-3 диаметром 59 мм.

Техническая характеристика шарошечного долота Ш 93-МС-ЦН приведена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Техническая характеристика Ш 93-МС-ЦН

Тип долота	Диаметр, мм	Количество шарошек	Область применения	Вид очистки забоя	Тип опоры шарошек
Ш 93-МС-ЦА	93	3	Мягкие породы с пропластками пород средней твердости	Центральная промывка	Один подшипник скольжения (остальные подшипники качения)

Техническая характеристика шарошечного долота Ш 76-Т-ЦВ приведена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Техническая характеристика Ш 76-Т-ЦВ

Тип долота	Диаметр, мм	Количество шарошек	Область применения	Вид очистки забоя	Тип опоры шарошек
Ш 76-Т-ЦВ	76	3	Твердые породы	Центральная промывка	На подшипниках с телами качения

Техническая характеристика шарошечного долота Ш 76-С-ЦВ приведена в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Техническая характеристика Ш 76-С-ЦВ

Тип долота	Диаметр, мм	Количество шарошек	Область применения	Вид очистки забоя	Тип опоры шарошек
Ш 76-С-ЦВ	76	3	Бурение пород средней твердости	Центральная промывка	На подшипниках с телами качения

Техническая характеристика алмазного ПРИ для снарядов со съёмными керноприемниками типа ССК-59 приведена в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Техническая характеристика К-08

Тип инструмента	Конструктивные признаки	Диаметр коронки, мм		Зернистость алмазов, шт/кар	Общая масса алмазов, кар	Средняя проходка на коронку, м
		Наружный	Внутренний			
К-08	Комбинированные	59	35,4	60-30	16...19	20

Техническая характеристика твердосплавной коронки СМ-3 приведена в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Техническая характеристика СМ-3

Коронка	Категория пород по буримости	Свойства пород	Наружный диаметр $D_H$ , мм	Внутренний диаметр $D_B$ , мм	Число основных резцов $m$	Число подрезных резцов
СМ-3	IV-VI	Малоабразивные, монолитные	59	44	6	5

### 2.5.2. Технологические режимы бурения

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

Произведем расчет режимных параметров для каждого интервала бурения [4].

**Шарошечное долото Ш 93-МС-ЦН, интервал 0-3 м, категория пород II-III.**

Осевая нагрузка на долото  $G_o$  (кН) определяется, исходя из удельной нагрузки  $C_y$ , на 1 см диаметра долота  $D_\delta$  (кН/см), ( $C_y = 2,0$ ):

$$G_o = C_y \cdot D_\delta, \quad (2.3)$$

$$G_o = 2,0 \cdot 9,3 = 18,6 \text{ кН.}$$

Принимаем осевую нагрузку на долото  $G_o = 1900$  даН.

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

$$n = \frac{20V}{D_\delta}, \quad (2.4)$$

$$n = \frac{20 \cdot 1,3}{0,093} = 279,6 \text{ об/мин.}$$

где  $V$  – окружная скорость долота, м/с, ( $V = 1,3$ ).

Принимаем частоту вращения по паспорту станка  $n = 340$  об/мин.

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

$$Q = q_\delta \cdot D_\delta, \quad (2.5)$$

$$Q = 30 \cdot 9,3 = 279,5 \text{ л/мин.}$$

где  $q_\delta$  – удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра долота,  $\frac{\text{л/мин}}{\text{см}}$ , ( $q_\delta = 30$ ).

Принимаем расход промывочной жидкости по паспорту насоса  $Q = 162$  л/мин. Брать мощнее насос экономически не выгодно, для 3-х метров бурения.

**Шарошечное долото Ш 76-С-ЦВ, интервал 3-80 м, категория пород Ш-V.**

Осевая нагрузка на долото  $G_o$  (кН) определяется, исходя из удельной нагрузки  $C_y$ , на 1 см диаметра долота  $D_\delta$  (кН/см), ( $C_y = 2,75$ ):

$$G_o = C_y \cdot D_\delta,$$

$$G_o = 2,75 \cdot 7,6 = 20,9 \text{ кН.}$$

Принимаем осевую нагрузку на долото  $G_o = 2100$  даН.

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

$$n = \frac{20V}{D_\delta},$$

$$n = \frac{20 \cdot 1,1}{0,076} = 289,5 \text{ об/мин,}$$

где  $V$  – окружная скорость долота, м/с, ( $V = 1,1$ ).

Принимаем частоту вращения по паспорту станка  $n = 340$  об/мин.

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

$$Q = q_{\partial} \cdot D_{\partial},$$
$$Q = 20 \cdot 7,6 = 152 \text{ л/мин},$$

где  $q_{\partial}$  – удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра долота,  $\frac{\text{л/мин}}{\text{см}}$ , ( $q_{\partial} = 20$ ).

Принимаем расход промывочной жидкости по паспорту насоса  $Q = 162$  л/мин.

**Шарошечное долото Ш 76-Т-ЦВ, интервал 80-83 м, категория пород IX.**

Осевая нагрузка на долото  $G_o$  (кН) определяется, исходя из удельной нагрузки  $C_y$ , на 1 см диаметра долота  $D_{\partial}$  (кН/см), ( $C_y = 3,75$ ):

$$G_o = C_y \cdot D_{\partial},$$
$$G_o = 3,75 \cdot 7,6 = 28,5 \text{ кН}.$$

Принимаем осевую нагрузку на долото  $G_o = 2900$  даН.

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

$$n = \frac{20V}{D_{\partial}},$$
$$n = \frac{20 \cdot 0,9}{0,076} = 236,8 \text{ об/мин},$$

где  $V$  – окружная скорость долота, м/с, ( $V = 0,9$ ).

Принимаем частоту вращения по паспорту станка  $n = 257$  об/мин.

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

$$Q = q_{\partial} \cdot D_{\partial},$$
$$Q = 20 \cdot 7,6 = 152 \text{ л/мин},$$

где  $q_{\partial}$  – удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра долота,  $\frac{\text{л/мин}}{\text{см}}$ , ( $q_{\partial} = 20$ ).

Принимаем расход промывочной жидкости по паспорту насоса  $Q = 162$  л/мин.

**Коронка К-08, интервалы: 80-180 м; 310-345 м; 415-540 м; 595-760 м, категория пород VIII-IX.**

Площадь торца коронки  $S$  (см<sup>2</sup>):

$$S = \beta \cdot \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2), \quad (2.6)$$

$$S = 0,8 \cdot \frac{\pi}{4} (5,9^2 - 3,54^2) = 13,99 \text{ см}^2,$$

где  $D_H$  и  $D_B$  – 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 –  $\beta = 0.6$ .

Осевая нагрузка  $G_0$  (кН) на алмазную коронку:

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S, \quad (2.7)$$

$$G_0 = 1 \cdot 0,7 \cdot 13,99 = 9,79 \text{ кН},$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород; для монолитных малоабразивных пород  $\alpha = 1$ , для трещиноватых и сильноабразивных  $\alpha = 0.7 - 0.8$ ;

$C_y$  – удельная нагрузка на 1 см<sup>2</sup> рабочей площади торца коронки, кПа, ( $C_y = 0,7$ );

Принимаем осевую нагрузку  $G_0 = 1000$  даН.

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

$$n = \frac{20V}{D_c}, \quad (2.8)$$

$$D_c = \frac{D_H - D_B}{2}, \quad (2.9)$$

$$D_c = \frac{0,059 - 0,0354}{2} = 0,01175 \text{ м}.$$

$$n = \frac{20 \cdot 3}{0,01175} = 5097,9 \text{ об/мин}.$$

Принимаем осевую нагрузку по паспорту станка  $n = 1500$  об/мин.

Расход промывочной жидкости  $Q$  (л/мин):

$$Q = k \cdot q_T \cdot D_H, \quad (2.10)$$

$$Q = 1 \cdot 10 \cdot 5,9 = 59 \text{ л/мин.}$$

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки, см;

$q_T$  – удельное количество подаваемой жидкости, л/мин на 1 см наружного диаметра  $D_H$  алмазной коронки, ( $q_T = 10$ );

$k$  – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород; для монолитных и малоабразивных пород  $k = 1$ , для абразивных и сильноабразивных пород  $k = 1.3 - 1.4$ .

Принимаем по паспорту насоса  $Q = 55$  л/мин.

**Коронка СМ-3, интервалы: 180-310 м; 345-415 м; 540-595 м, категория пород IV.**

Осевая нагрузка на коронку  $G_o$  (кН) определяется исходя из количества основных резцов  $m$  и рекомендуемой удельной нагрузки  $G_y$  на один основной резец, ( $G_y = 0,6$ ):

$$G_o = G_y \cdot m, \quad (2.11)$$

$$G_o = 0.6 \cdot 6 = 3,6 \text{ кН;}$$

Принимаем значение осевой нагрузки 350 даН.

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

$$n = \frac{20V}{D_c}, \quad (2.12)$$

$$n = \frac{20 \cdot 1,6}{0,0675} = 474 \text{ об/мин.}$$

где  $V_o$  – окружная скорость коронки, м/с, ( $V_o = 1,6$ );

По паспорту принимаем частоту вращения 539.

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

$$Q = q_T \cdot D_H, \quad (2.13)$$

$$Q = 16 \cdot 7,6 = 121,6 \text{ л/мин;}$$

где  $q_T$  – расход промывочной жидкости на 1 см диаметра коронки, л/мин, ( $q_T = 16$ );

$D_H$  – наружный диаметр коронки, см.

Принимаем расход промывочной жидкости 125 л/мин.

Режимные параметры бурения, приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Сводная таблица режимных параметров бурения

№ п/п	Интервал, м	Категория по бури-мости	Тип ПРИ	D <sub>н</sub> , мм	Осевая нагрузка, даН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
					удельная G <sub>y</sub>	расчетная G <sub>p</sub>	уточненная G <sub>o</sub>	Окружная V <sub>o</sub> , м/с	расчетная n, об/мин	Уточненная n, об/мин	Q <sub>T</sub> , л/мин на 1 см D <sub>н</sub>	расчетная Q, л/мин	Уточненная Q, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	1	93	200	1860	1900	1,3	279,6	340	30	279,5	162
2	3-80	III-V	III 76-С-ЦВ	76	275	2090	2100	1,1	289,5	340	20	152	162
3	83-83	IX	III 76-Т-ЦВ	76	375	2850	2900	0,9	236,8	257	20	152	162
4	80-180; 310-345; 415-540; 595-760	VIII-IX	К-08	59	70	9790	1000	3	1271,2	1500	10	59	55
5	180-310; 345-415; 540-595	IV	СМЗ	59	60	360	350	1,6	474	539	16	121,1	125

### **2.5.3. Техника и технология направленного бурения скважин**

Проектные скважины забуриваются вертикально и поэтому применяются меры по борьбе с зенитным искривлением. Для измерения искривления скважины используют обычно специальные приборы – инклинометры ОК-40У.

При пересечении перемежающихся по твердости пород и зон тектонических нарушений, бурение ведут на сниженных режимных параметрах, а буровой (колонковый) снаряд удлиняют до 6–12 м и более [8].

Наиболее распространенным техническим решением по снижению естественного искривления скважин при колонковом бурении является центрирование колонковых наборов.

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

При бурении скважин малого диаметра алмазным породоразрушающим инструментом с использованием гладкоствольных бурильных колонн на высоких частотах вращения бурильного вала глинистые и малоглинистые растворы неэффективны ввиду высоких гидравлических сопротивлений при прохождении их в системе “насос–скважина”, малой охлаждающей и очистной способности.

Требованиям высокоскоростного алмазного бурения удовлетворяют водные растворы полимерных соединений, которые по технологическим свойствам превосходят качественные глинистые растворы и техническую воду. Они имеют хорошую выносную способность, малые гидравлические сопротивления при циркуляции в скважине, повышают устойчивость стенок скважины, образуя прочные изолирующие пленки на них, имеют хорошие смазывающие и антивибрационные свойства и уменьшают возможность прихвата бурильной колонны при длительных простоях.

В качестве основной промывочной жидкости при высокоскоростном алмазном бурении используются эмульсионные промывочные жидкости на

основе буровых эмульсионных концентратов «Ленол 10 МБ» и полиакриламида «Полифлок». Большим плюсом при этом является то, что при приготовлении промывочной жидкости на их основе возможно использование воды любой жесткости.

Очистка промывочной жидкости от шлама, будет осуществляться в циркуляционной системе. На поверхности промывочная жидкость, циркулируя по специальным желобам в отстойник, освобождается от шлама и вновь захватывается насосом из приемной ёмкости, через шланг.

## **2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин**

Для выше указанной конструкции скважины будут применены обсадные трубы диаметром 89 и 73 мм.

Крепление скважин обсадными трубами проводится для перекрытия наносов и затронутых процессами выветривания коренных пород. Во всех проектируемых скважинах планируется посадка двух колонны обсадных труб.

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

Практика бурения геологоразведочных скважин показывает, что эффективность работ по тампонированию обуславливается в основном геологическими условиями разреза месторождения, физико-химическими свойствами тампонирующих материалов и смесей, наличием и совершенствованием технических средств по проведению тампонирующего и техноло-

гией тампонирувания скважин. В данных геологических условиях тампонирувание затрубного пространства требуется в интервале от 0 до 3 м, и от 73 до 83 м.

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

1) работы, связанные с подготовкой обсадных труб к спуску их в скважину;

2) работы, связанные с подготовкой самой скважины.

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

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

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

Тампонирувание производим портландцементом ПЦТ (ГОСТ 1581 – 85). Цемент закачиваем в скважину до устья.

## **2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования**

### **2.7.1. Проверочные расчеты мощности буровой установки**

Мощность буровой установки затрачивается в большей части непосредственно на бурение и на питание привода бурового насоса, а на работу лебедки и освещения затрачивается незначительная её часть. Следовательно, произведем расчет затрат мощности только основных потребителей.

Буровая установка – УКБ-5П в своем составе имеет дизельный генератор с мощностью 30 кВт. Дизельный генератор питает все элементы буровой установки.

### **Проверочные расчет мощности привода бурового станка на бурение.**

Определение затрат мощности на бурение  $N_B$  [4] скважины может производиться с целью проверки достаточности мощности привода станка при конкретных условиях бурения. Определяются затраты мощности в самом станке  $N_{СТ}$  (на вращение деталей силовой кинематики – от вала привода до зажимных патронов), затраты мощности на вращение колонны труб  $N_{ТР}$  и затраты мощности на работу породоразрушающего инструмента на забое  $N_3$  – разрушение пород и преодоление сил трения.

$$N_B = N_{СТ} + N_{ТР} + N_3, \quad (2.14)$$

Затраты мощности для привода самой силовой кинематики станка  $N_{СТ}$  (в кВт) находятся как:

$$N_{СТ} = N_D (0,075 + 0,00012 \cdot n), \quad (2.15)$$

где  $N_D$  – номинальная мощность привода (двигателя) станка, кВт.;

$n$  – частота оборотов шпинделя, об/мин, ( $n = 1500$ , табл. 2.14.).

$$N_{СТ} = 30 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 1500) = 7,65 \text{ кВт.}$$

Затраты мощности на вращение всей колонны буровых труб  $N_{ТР}$  (в кВт) при высоких частотах вращения (свыше 500 об/мин) определяются по формуле:

$$N_{ТР} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 \cdot [1,6 \cdot 10^{-8} (1 + 0,6i)^{\frac{0,9 + 0,02\delta}{1 + 0,013\delta}} \cdot \frac{Dq}{(EJ)^{0,16}} \cdot n^{1,85} L_{скв}^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin \theta_{ср}) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot \delta \cdot n \cdot G_{ос}], \quad (2.16)$$

где  $L_{скв}$  – глубина скважины (в м), т. е длина буровой колонны принимается равной глубине скважины; при этом колонковая и шламовая трубы по своим параметрам приравниваются к бурильным трубам забойной части, ( $L_{скв} = 760$  м);

$K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности:  $K_1 = 0,6$  – при применении эмульсионных растворов;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние состояние стенок скважины (каверны, желоба, ствол обсажен) на затраты мощности:  $K_2 = 1.0$  – при нормальном геологическом разрезе;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности:  $K_3 = 1.0$  – для соединения «труба в трубу»;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности:  $K_4 = 1.1$  – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»);

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение их о стенки скважины:  $K_5 = 1.0$  – для стальных бурильных 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, ( $n = 1500$ , табл. 2.14.);

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

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

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

$G$  – усилие подачи, кгс, ( $G = 10$ , табл. 2.14.);

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

Экваториальный момент инерции бурильных труб, см<sup>4</sup>:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4) \text{ см}^4, \quad (2.17)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ, см;

$d_1$  – внутренний диаметр БТ, см.

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (5,5^4 - 4,54^4) = 24,05 \text{ см}^4.$$

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

$$\delta = 0,5(D - d_n) \text{ мм}, \quad (2.18)$$

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

$$N_{TP} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot [1,6 \cdot 10^{-8}(1+0,6 \cdot 1) \frac{0,9+0,02 \cdot 2,2}{1+0,013 \cdot 2,2} \cdot \frac{59}{(2 \cdot 10^6 \cdot 24,05)^{0,16}} \cdot 1500^{1,85} \cdot 760^{0,75} \cdot (1+0,44 \cdot \sin 0) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,2 \cdot 1500 \cdot 10] = 8,9 \text{ кВт}.$$

При бурении алмазными и твердосплавными коронками горных пород VII -IX категорий по буримости забойная мощность  $N_z$  (в кВт) определяется по формуле:

$$N_z = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left( \mu_0 + 16,7 \cdot \text{ГП} \cdot \frac{V_{\text{мех}}}{n} \right) \cdot (D_n + D_v) \cdot G_{\text{ос}} \cdot n, \quad (2.19)$$

где  $\mu_0$  – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о горную породу,  $\mu_0 = 0,05$ , для импрегнированной коронки;

$\text{ГП}$  – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства горных пород и характер разрушения, ( $\text{ГП} = 5$ , для импрегнированной коронки);

$V_{\text{мех}}$  – механическая скорость бурения, м/ч, ( $V_{\text{мех}} = 0,75$ , для IX категории);

$D_n$  и  $D_v$  – наружный и внутренний диаметр коронки, мм;

$$N_z = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left( 0,05 + 16,7 \cdot 5 \cdot \frac{0,75}{1500} \right) \cdot (59 + 34,5) \cdot 1000 \cdot 1500 = 3,45 \text{ кВт}.$$

$$N_B = 7,65 + 8,9 + 3,45 = 20 \text{ кВт}$$

### **Расчет мощности привода насоса.**

Мощность привода насоса рассчитывается по формуле:

$$N_n = \frac{10 \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta} \text{ кВт}, \quad (2.20)$$

где  $Q$  – расчетная подача бурового насоса, л/с, ( $Q = 0,98$  л/мин, табл. 2.14);

$H$  – давление на выходе насоса, кг/см<sup>2</sup> ( $H = 64,24$ , табл. 2.4);

$\eta$  – общий КПД насоса,  $\eta = 0,75$ .

$$N_n = \frac{10 \cdot 0,98 \cdot 64,24}{102 \cdot 0,75} = 8,23 \text{ кВт}.$$

Буровой насос НБ4-160/6,3 имеет собственный электродвигатель мощностью 11 кВт, который питается от генератора дизельного двигателя установки. Рассчитанная мощность привода соответствует мощности выбранного насоса.

## 2.7.2. 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 в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Исходные данные

Длина колонны ( $L$ ), м	760
Средний зенитный угол ( $\theta$ ), град	0
Коэффициент доп. сопротивлений ( $\alpha_2$ )	1,2
Удельный вес ПЖ ( $\gamma_{жс}$ ), г/см <sup>3</sup>	1,05
Мощность двигателя ( $N$ ), кВт	30
Коэффициент перегрузки ( $\lambda$ )	1,1
Тип бурового станка	СКБ-5
Грузоподъемность лебедки ( $Q_L$ ), тс	5
Типоразмер бурильных труб	ССК-59
Длина свечи ( $l_{св}$ ), м	9,5
Вес подвижного груза ( $G$ ), кГс	29,6
Вес 1 м бурильных труб, кГс	6

Число рабочих ветвей талевой системы

$$m = \frac{Q_{кр.э}}{Q_L \cdot \eta}, \quad (2.21)$$

где  $Q_{кр.э}$  – нагрузка на крюке при подъеме колонны бурильных труб из скважины, кГс;

$Q_L$  – грузоподъемность лебедки, кГс ;

$\eta$  – КПД талевой системы.

$$Q_{кр.э} = Q_{кр.д} + G_d, \quad (2.22)$$

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

$G_d$  – вес подвижного груза с учетом динамических сил, кГс.

$$Q_{кр.д} = Q_{кр} \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (2.23)$$

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

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

$g$  – ускорение свободного падения, м/с;  $t$  – время разгона элеватора ( $t = 1,8$  с).

$$Q_{кр} = \alpha_1 \alpha_2 q L \left( 1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right) \cos \theta_{ср} (1 + f \tan \theta_{ср}), \quad (2.24)$$

где  $\alpha_1$  – коэффициент, учитывающий соединение БТ ( $\alpha_1 = 1,0$ );

$\alpha_2$  – коэффициент дополнительных сопротивлений ( $\alpha_2 = 1,2$ );

$q$  – вес 1 метра труб, кГс;

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

$f$  – коэффициент трения ( $f = 0,3$ ).

$$G_{д} = G \left( 1 + \frac{V}{gt} \right), \quad (2.25)$$

где  $G$  – вес подвижного груза, кГс.

$$G = m_{н} + m_{э}, \quad (2.26)$$

$$G = 26 + 4 = 30 \text{ кГс.}$$

где  $m_{э}$  – масса элеватора, кГс;

$m_{н}$  – масса наголовника, кГс.

$$Q_{кр.Σ} = \left[ 1 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 760 \left( 1 - \frac{1,05}{7,85} \right) \cos 0 (1 + 0,3 \tan 0) + 30 \right] \cdot \left( 1 + \frac{2}{9,8 \cdot 1,8} \right) =$$

$$4951,9 \text{ кГс,}$$

$$\frac{Q_{кр.Σ}}{Q_{л}} = \frac{4951,9}{5000} = 0,99$$

$$m = \frac{4951,9}{5000 \cdot 0,96} = 1,03$$

Принимаем число рабочих ветвей  $m = 1$ , т.к. расчетная получилась  $m = 1,03$ .

На основании произведенных расчетов, предусматривается применение талевой системы ТС 0×1 – на прямом канате.

### **Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии**

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

$$Q_0 = Q_{кр} + P_{л} \text{ кГс,} \quad (2.27)$$

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

$$Q_{кр} = \alpha_1 \cdot q \cdot L \left( 1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right) \text{ кГс}, \quad (2.28)$$

$$Q_{кр} = 1,0 \cdot 6 \cdot 760 \left( 1 - \frac{1,2}{7,85} \right) = 3863,2 \text{ кГс}.$$

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

$$P_l = \frac{Q_{кр} + G}{m} \text{ кГс}, \quad (2.29)$$

где  $G$  – вес подвижного груза, кГс;

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

$$P_l = \frac{3863,2 + 29,6}{1} = 3892,8 \text{ кГс},$$

$$Q_0 = 3863,2 + 3892,8 = 7756 \text{ кГс}.$$

Усилия в рабочей ветви при подъеме бурового инструмента обозначается  $P_l$ , в лебедочном конце каната  $P_l$ :

$$P_l = \frac{P_l}{\beta}, \quad (2.30)$$

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:

$$Q_{кр.з} = P_l \frac{\beta^{m-1}}{\beta^m (\beta-1)}, \quad (2.31)$$

Исходя из этого  $P_l$  определяется:

$$P_l = Q_{кр.з} \frac{\beta^m (\beta-1)}{\beta^{m-1}}, \quad (2.32)$$

$$P_l = 3863,2 \frac{1,04 (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 4017,7 \text{ кГс},$$

$$P_l = \frac{4017,7}{1,04} = 3863,2 \text{ кГс}.$$

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

$$P_l = Q_{кр.з} \frac{\beta^{m-1}}{\beta^m (\beta-1)}, \quad (2.33)$$

$$P_l = Q_{кр.э} \frac{\beta^m (\beta-1)}{\beta^{m-1}}, \quad (2.34)$$

$$P_l = 3863,2 \frac{1,04 - 1}{1,04 (1,04-1)} = 3714,61 \text{ кГс},$$

$$P_l = 3863,2 \frac{1,04 (1,04-1)}{1,04-1} = 4017,7 \text{ кГс}.$$

### Определение грузоподъемности мачты

Грузоподъемность в статическом состоянии определяется по формуле:

$$Q_0 = Q_{кр} + G + P_l \text{ кГс}, \quad (2.35)$$

$$Q_0 = 3863,2 + 29,6 + 4017,7 = 7910,5 \text{ кГс}.$$

Грузоподъемность при подъеме инструмента определяется по формуле:

$$Q_0 = \sum P = P_l + P_l \text{ кГс}, \quad (2.36)$$

$$Q_0 = \sum P = 3714,61 + 4017,7 = 7732,31 \text{ кГс}.$$

КПД талевого системы определяется по формуле:

$$\eta_{ТС} = \frac{P}{P_l}, \quad (2.37)$$

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

$$P = \frac{Q_{кр}}{m} \text{ кГс}, \quad (2.38)$$

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

$$P_l = Q_{кр} \frac{\beta^m (\beta-1)}{\beta^{m-1}} \text{ кГс}, \quad (2.39)$$

Сводная формула:

$$\eta_{ТС} = \frac{\beta^m - 1}{m\beta^m (\beta-1)}, \quad (2.40)$$

$$\eta_{ТС} = \frac{1,04-1}{1,04 (1,04-1)} = 0,961.$$

### Определение грузоподъемности талевого системы

Производится в зависимости от скорости навивки каната на барабан лебедки:

$$V = 2 \text{ м/с},$$

Грузоподъемность однострунной ТС определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{102N_0\eta_{ТС}}{V_{кр.i}}, \quad (2.41)$$

где  $N_0$  – номинальная мощность двигателя;

$\eta$  – 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.

$$V_{кр.i} = \frac{V}{m}, \quad (2.42)$$

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

$$V_{кр.i} = \frac{2}{1} = 2 \text{ м/с},$$

$$Q_1 = \frac{102 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 0,961}{2} = 1249,8 \text{ кгс}.$$

### Расчет талевого каната

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

$$R_k \geq k P_{л.мах} \text{ кгс}, \quad (2.43)$$

где  $k$  – запас прочности ТК по технике безопасности ( $k = 2,5$ );

$P_{л.мах}$  – максимальное усилие лебедки на минимальной скорости навивки каната на барабан с учетом возможной перегрузки двигателя;

$\lambda$  – коэффициент перегрузки двигателя ( $\lambda = 1,1$ );

$$P_{л.мах} = \frac{1000 N_0 \lambda \eta}{V_{min}}, \text{ кгс}, \quad (2.44)$$

$$P_{л.мах} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,95}{2} = 15675 \text{ кгс},$$

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

На основе расчетов можно выбрать канат двойной свивки типа ТК конструкции  $6 \times 19 + 1 \text{ о.с.}$  диаметром 27 мм.

### 2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

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

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод о том, что колонна БТ в процессе бурения скважин будет работать с разгрузкой, т.к. вес колонны

бурильных труб превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 1500 кгс. Следовательно расчёт производится для трех сечений.

### **Расчет колонны бурильных труб в нижнем (сжатом) сечении**

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

Предел текучести для стали 38ХНМ составляет 5500 кгс/см<sup>2</sup>.

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_{сж} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma P}} \geq 1.7, \quad (2.45)$$

где  $[\sigma_T]$  – предел текучести материала БТ, кгс/см<sup>2</sup>;

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

Суммарное напряжение согласно теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma P} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{изг})^2 + 4 \tau^2}, \quad (2.46)$$

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

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

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

Напряжение сжатия:

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{ос}}{F}, \quad (2.47)$$

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

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

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_g^2), \quad (2.48)$$

где  $d_n$  – наружный диаметр БТ, см;

$d_g$  – внутренний диаметр БТ, см.

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (5,5^2 - 4,54^2) = 7,57 \text{ см}^2,$$

$$\sigma_{сж} = \frac{1500}{8,97} = 167,22 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 EJ \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}}, \quad (2.49)$$

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

$J$  – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см<sup>4</sup>:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4) \text{ см}^4, \quad (2.50)$$

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (5,5^4 - 4,54^4) = 24,05 \text{ см}^4.$$

$f$  – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5(D - d_n), \quad (2.51)$$

где  $D$  – диаметр скважины с учетом разработки стенки (или внутренний диаметр обсадных труб), см.

$$f = 0,5(5,94 - 5,5) = 0,22 \text{ см},$$

$l$  – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}, \quad (2.52)$$

где  $q$  – вес 1 м бурильных труб, кгс;

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

$z$  – длина рассматриваемого участка колонны;

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

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (2.53)$$

где  $n$  – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1},$$

$$l = \frac{10}{157} \cdot \sqrt{0,5 \cdot 196 + \sqrt{0,25 \cdot 196^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 24,05 \cdot 157^2}{10^3 \cdot 6 \cdot 9,81}}} = 4,3 \text{ см},$$

$$4,3 > 3.$$

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

Полярный момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$W_{из}$  – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе,  $см^3$ :

$$W_{из2} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.54)$$

$$W_{из2} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 8,75 \text{ см}^3;$$

$$\sigma_{из2} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 24,05 \cdot 0,22}{300^2 \cdot 8,75} = 132,49 \text{ кгс}.$$

Напряжение кручения:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.55)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент,  $кгс \cdot см$ ;

$W_{кр}$  – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ,  $см^3$ :

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{N}{n}, \quad (2.56)$$

где  $N$  – затраты мощности,  $кВт$ .

$$N = 1,5 N_{pz}, \quad (2.57)$$

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

$$N = 1,5 \cdot 2,98 = 4,47 \text{ кВт};$$

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{4,47}{1500} = 282,2 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.58)$$

$$W_{кр} = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 17,49 \text{ см}^3,$$

$$\tau_{кр} = \frac{282,2}{17,49} = 16,13 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\sigma_{\Sigma P} = \sqrt{(167,22 + 132,49)^2 + 4 \cdot 16,13^2} = 301,44 \text{ кгс/см}^2,$$

$$n_{сж} = \frac{[5500]}{301,44} = 18,2 \geq 1,7$$

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

## Расчет колонны бурильных труб в верхнем (растянутом) сечении

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_p = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1.4, \quad (2.59)$$

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

$\sigma_{\Sigma p}$  – суммарное напряжение, кгс/см<sup>2</sup>.

Суммарное напряжение согласно третьей теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4 \tau_{кр}^2} \leq [\sigma_T], \quad (2.60)$$

где  $\sigma_p$  – напряжение растяжения, кгс/см<sup>2</sup>; определяется по тем же формулам, что и напряжение сжатия, но с корректировкой на изменение направления усилия:

$$\sigma_p = \frac{\varphi \cdot P_p}{F}, \quad (2.61)$$

где  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы, для труб ниппельного соединения  $\varphi = 1,2$ ;  $F$  – площадь сечения БТ,  $F = 7,57$  см<sup>2</sup>;

$P_p$  – усилие растяжения в рассматриваемом сечении, кгс:

$$P_p = q \cdot z \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot (\cos \theta_{ср. z} - f_{мп} \cdot \sin \theta_{ср. z}), \quad (2.62)$$

где  $z$  – длина верхнего сечения, м;

$f_{мп}$  – коэффициент трения буровой колонны о лежащую стенку скважины,  $f_{мп} = 0,2$ ;

$\theta_{ср. z}$  – средний зенитный угол скважины на участке.

$$P_p = 6 \cdot 564 \cdot \left(1 - \frac{1,2}{7,85}\right) \cdot (\cos 0 - 0,2 \cdot \sin 0) = 2866 \text{ кгс},$$

$$\sigma_p = \frac{1,2 \cdot 2866}{7,57} = 454,3 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 EJ \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}}, \quad (2.63)$$

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

$J$  – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см<sup>4</sup>:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4) \text{ см}^4, \quad (2.64)$$

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (5,5^4 - 4,54^4) = 24,05 \text{ см}^4.$$

$f$  – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5(D - d_n), \quad (2.65)$$

где  $D$  – диаметр скважины с учетом разработки стенки (или внутренний диаметр обсадных труб), см.

$$f = 0,5(5,94 - 5,5) = 0,22 \text{ см},$$

$l$  – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}, \quad (2.66)$$

где  $q$  – вес 1 м бурильных труб, кгс;

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

$z$  – длина рассматриваемого участка колонны;

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

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (2.67)$$

где  $n$  – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1},$$

$$l = \frac{10}{157} \cdot \sqrt{0,5 \cdot 564 + \sqrt{0,25 \cdot 564^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 24,05 \cdot 157^2}{10^3 \cdot 6 \cdot 9,81}}} = 4,4 \text{ см},$$

$$4,4 > 3.$$

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

Полярный момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$W_{из}$  – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см<sup>3</sup>:

$$W_{изз} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.68)$$

$$W_{изз} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 8,75 \text{ см}^3;$$

$$\sigma_{изз} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 24,05 \cdot 0,22}{300^2 \cdot 8,75} = 132,49 \text{ кгс}.$$

Напряжение кручения:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.69)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент, кгс·см;

$W_{кр}$  – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см<sup>3</sup>:

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{N}{n}, \quad (2.70)$$

где  $N$  – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 N_{рз}, \quad (2.71)$$

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

$$N = 1,5 \cdot 2,98 = 4,47 \text{ кВт};$$

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{4,47}{1500} = 282,2 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.72)$$

$$W_{кр} = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 17,49 \text{ см}^3;$$

$$\tau_{кр} = \frac{282,2}{17,49} = 16,13 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\sigma_{\Sigma P} = \sqrt{(454,3 + 132,49)^2 + 4 \cdot 16,13^2} = 587,67 \text{ кгс/см}^2,$$

$$n_{сж} = \frac{[5500]}{587,67} = 9,35 \geq 1,4$$

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

### Расчет колонны бурильных труб в нулевом сечении

Запас прочности бурильных труб в нулевом сечении определяется по формуле:

$$n_0 = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq 1.3, \quad (2.73)$$

где  $n_\sigma$  и  $n_\tau$  – запас прочности по нормальным и касательным напряжениям, соответственно.

$$n_\sigma = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{изг} \cdot K_y}, \quad (2.74)$$

где  $[\sigma_{-1}]$  – предел выносливости материала бурильных труб при изгибе с симметричным циклом, кгс/см<sup>2</sup>;  $[\sigma_{-1}] = 0.41[\sigma_m]$ ;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий ударный характер нагрузки,  $K_y = 1.5$ ;

$\sigma_{изг}$  – напряжение изгиба, кгс/см<sup>2</sup>.

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 EJ \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}}, \quad (2.75)$$

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

$J$  – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см<sup>4</sup>:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4) \text{ см}^4, \quad (2.76)$$

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (5,5^4 - 4,54^4) = 24,05 \text{ см}^4.$$

$f$  – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5(D - d_n), \quad (2.77)$$

где  $D$  – диаметр скважины с учетом разработки стенки (или внутренний диаметр обсадных труб), см.

$$f = 0,5(5,94 - 5,5) = 0,22 \text{ см},$$

$l$  – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{0.5z + \sqrt{0.25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}, \quad (2.78)$$

где  $q$  – вес 1 м бурильных труб, кгс;

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

$z$  – длина рассматриваемого участка колонны;

$\omega$  – угловая скорость вращения  $\text{с}^{-1}$ :

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (2.79)$$

где  $n$  – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ с}^{-1},$$

$$l = \frac{10}{157} \cdot \sqrt{0,5 \cdot 0 + \sqrt{0,25 \cdot 0^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 24,05 \cdot 157^2}{10^3 \cdot 6 \cdot 9,81}}} = 4,26 \text{ см},$$

$$4,26 > 3.$$

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

Полярный момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$W_{из}$  – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе,  $\text{см}^3$ :

$$W_{изз} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.80)$$

$$W_{изз} = \frac{3,14}{32} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 8,75 \text{ см}^3;$$

$$\sigma_{изз} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 24,05 \cdot 0,22}{300^2 \cdot 8,75} = 132,49 \text{ кгс}.$$

Запас прочности  $n_\tau$  определяется по формуле:

$$n_\tau = \frac{[\tau]}{\tau_{кр}} \geq 1,3, \quad (2.81)$$

где  $[\tau]$  – допустимое напряжение при кручении,  $\text{кгс}/\text{см}^2$ ,  $[\tau] = 2700 \text{ кгс}/\text{см}^2$ .

Напряжение кручения:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.82)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент,  $\text{кгс} \cdot \text{см}$ ;

$W_{кр}$  – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ,  $\text{см}^3$ :

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{N}{n}, \quad (2.83)$$

где  $N$  – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 N_{pz}, \quad (2.84)$$

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

$$N = 1,5 \cdot 2,98 = 4,47 \text{ кВт};$$

$$M_{кр} = 94700 \cdot \frac{4,47}{1500} = 282,2 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.85)$$

$$W_{кр} = \frac{3,14}{16} \cdot \frac{5,5^4 - 4,54^4}{5,5} = 17,49 \text{ см}^3;$$

$$\tau_{кр} = \frac{282,2}{17,49} = 16,13 \text{ кгс/см}^2,$$

$$n_\tau = \frac{[2700]}{16,13} = 167,4 \geq 1,3$$

$$n_\sigma = \frac{2255}{132,49 \cdot 1,5} = 11,35$$

$$n_0 = \frac{11,35 \cdot 167,4}{\sqrt{11,35^2 + \sqrt{167,4^2}}} = 11,3 \geq 1,3$$

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

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

Аварию легче предупредить, чем ликвидировать: исходя из этого, рекомендуется к применению следующий перечень мероприятий, способствующих их предупреждению.

Для предупреждения аварий с обрывами бурильных труб необходимо: применять бурильные трубы, соответствующие по своей прочности выбранному режиму бурения; проводить систематическое шаблонирование бурильных труб и осмотр их соединений; обеспечивать условия складирования и транспортировки бурильных труб, не допускающие их порчу и т. д.

Для предупреждения аварии в результате прихватов бурильных колонн необходимо: не допускать накопления и оседания шлама в скважине, для чего применять промывочные жидкости, соответствующие условиям бурения, в количестве, достаточном для выноса шлама; устраивать циркуляционную систему, обеспечивающую очистку раствора; проводить спуск инструмента в нижней части ствола скважины с промывкой и вращением: проводить специальную очистку скважины от шлама (при необходимости – в каждом рейсе); систематически осматривать бурильную колонну с целью выявления мест утечки промывочной жидкости: своевременно перекрывать обсадными трубами зоны неустойчивых пород и поглощений; подбирать промывочные жидкости, способствующие укреплению стенок скважины, и тампонажные смеси для ликвидации поглощений промывочной жидкости; прорабатывать ствол скважины в зоне затяжек; спуск и подъем в этих интервалах проводить с вращением и интенсивной промывкой растворами с пониженной водоотдачей; не оставлять буровой снаряд на длительное время на забое или в призабойной зоне при прекращении вращения и промывки.

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

Для предупреждения аварии с породоразрушающим инструментом необходимо: не допускать спуск в скважину коронок имеющих дефекты резьб, трещины корпусов и матриц, с забитыми промывочными отверстиями и другими дефектами; наворачивать алмазные коронки и расширители специальными ключами; прекращать бурение и производить подъем инструмен-

та при резком падении механической скорости, возникновении вибрации и посторонних процессов в скважине; обеспечивать полную герметичность всех соединений бурового снаряда во избежание утечек промывочной жидкости; при замене породоразрушающего инструмента следить за соответствием его диаметров.

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

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

## **2.9. Выбор источника энергии**

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

Силовые приводы подразделяются на:

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

В настоящее время широкое применение находят дизель-электрический, дизель-гидравлический, газотурбинный приводы. Каждый из

них, в свою очередь, различается по типу первичного двигателя, роду тока, типу передач, количеству механизмов, приводимых от одного двигателя.

В современных буровых установках для геологоразведочного бурения в качестве силового привода применяется в основном электродвигатели переменного тока и двигатели внутреннего сгорания. По количеству механизмов, подключаемых к одному двигателю, выделяют три типа приводов:

1. Индивидуальный привод на каждый исполнительный механизм.
2. Групповой привод. В этом случае все исполнительные механизмы установки получают привод от одного двигателя.

3. Комбинированный привод. При таком приводе основные исполнительные органы бурового станка приводятся от одного двигателя, а все другие механизмы (насос, трубооборот, глиномешалка и др.) – от другого.

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.

Электроснабжение бурового станка, осуществляется передвижной дизельной электростанцией ДЭСМ-30, с мощностью 30 кВт.

## **2.10. Механизация спуско-подъемных операций**

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

Затраты времени на СПО увеличиваются с глубиной скважины. Для уменьшения времени на СПО наиболее эффективным является применение колонковых снарядов со съёмными керноприемниками, поднимаемыми на канате (ССК). Керн извлекается в керноприемной трубе, поднимаемой на канате со скоростью приблизительно 2...4 м/с.

## **2.11. Автоматизация производственных процессов**

При использовании полуавтоматического элеватора сокращается время на проведение спуско-подъемных операций и, тем самым, повышается производительность труда.

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

## **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 30х30 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.

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 устанавливают 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, перед забуриванием производится осмотр бурового оборудования: станка, насоса, двигателя внутреннего сгорания. Перевозка буровой установки осуществляется с соблюдением соответствующих правил техники безопасности.

### **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.

### **3. Социальная ответственность**

#### **Введение**

Район работ расположен в центральной части Рубцовского рудного района (Алтайский край).

На участке проводятся буровые работы для детальной разведки. Бурение скважин производится самоходной буровой установкой УКБ-5П.

Рельеф района работ равнинного облика, характерный в целом для степного Алтая. Местность постепенно повышается с севера на юг, с отметок 220 м до 269 м, размах рельефа ~ 50 м. В пределах участка рельеф представлен очень пологими формами в виде увалов, вытянутыми в меридиональном направлении. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными и южными малогумусными, среднemosными.

Климат района континентальный, но смягченный относительно северных районов края за счет близости предгорий. По многолетним наблюдениям температура наружного воздуха (С°) следующая: среднеянварская – 15, средняя из абсолютных минимальная 40-42; среднеиюльская +20, средняя из абсолютных максимальных 38-39. Количество осадков в год 350-400 мм, из них в теплое время года 250 мм. Высота снежного покрова 15-20 см. Продолжительность отопительного периода – 220 дн. Ветровой режим: преобладающее направление в январе – южное, средняя скорость 4,5 м/с., в июле – юго-восточное и северо-восточное, 3 м/сек. Число дней с сильным ветром ( $\geq 15$  м/с) – 10-15.

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

#### **3.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.**

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

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

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:

- при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;
- в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;
- при введении в действие новых или переработанных правил, инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

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

### **3.1.2. 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.

### **3.2. Производственная безопасность**

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

Чем сложнее вид деятельности, тем должна быть более комплексной система защиты. В условиях производства на человека действуют в основном техногенные опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

К опасным относится такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

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

Часть производственных систем оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие 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. Отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении.	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 [9] ГОСТ 12.1.003-2015 [10] ГОСТ 12.1.029-80 [11] ГОСТ 12.1.030-81 [12] ГОСТ 12.1.038-82 [13] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [14] ГОСТ 12.1.012-90 [15] ГОСТ 12.4.125-83 [16] СНиП П-12-77 [17] ГОСТ 12.2.062-81 [18] СанПин 2.2.4.3359-16 [19] СанПиН 2.2.4.548-96 [20]
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.		+	
3. Повреждения в результате контакта с насекомыми	+	+	
4. Повышенный уровень шума и вибраций.	+	+	
5. Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу.	+	+	

### 3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

*Отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении.*

Буровые работы связаны с постоянной работой на открытом воздухе. Для защиты персонала от погодных явлений буровая установка должна быть оснащена подсобными помещениями. В рабочей зоне буровой установки должны быть обеспечены комфортные условия труда для рабочих. Рабочие должны быть обеспечены теплой спецодеждой и обувью.

Различают теплый и холодный период года. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха + 10°C и выше, холодный – ниже + 10°C.

Оптимальные микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном воздействии на человека

обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которые при длительном воздействии на человека не могут вызвать дискомфортные теплоощущения и понижения работоспособности.

Нормы температуры и влажности в рабочей зоне приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая (менее 175 Вт)	19...21	60...40	0,1
	Тяжелая (более 290 Вт)	16...18	60...40	0,3
Теплый	Легкая (менее 175 Вт)	20...22	60...40	0,1
	Тяжелая (более 290 Вт)	18...20	60...40	0,3

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.*

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

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

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение.

Нормы освещения указаны в СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» [21]. На буровой чаще применяется комбинированное освещение, искусственное освещение в ночное время суток. Источниками света являются лампы накаливания. Буровые должны быть оборудованы пылеводонепроницаемыми светильниками. Искусственное освещение буровой установки осуществляется под напряжением 12 В.

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

Нормы освещения и расположение светильников на буровой установке приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Нормы освещения

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

*Повреждения в результате контакта с насекомыми* имеет особое значение, так как в районе много кровососущих насекомых комаров, мошки,

мокреца, иксодовых клещей. Имеются случаи заболевания клещевым энцефалитом, в результате которого происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Заболевание начинается через две недели после укуса клеща, сопровождается высокой температурой. Клещи располагаются на ветвях деревьев, кустарниках и травах и цепляются за одежду проходящего человека. Клещи наиболее активны в конце мая – середине июня в любое время суток и в любую погоду, кроме сильных дождей. Для предотвращения укусов клещей все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами и индивидуальными медицинскими пакетами.

*Повышенный уровень шума и вибраций.*

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

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

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

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

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

– установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 85 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-83 [22]);

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

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

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.

*Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу.*

Во всех помещениях концентрация токсичных газов, паров и пыли в воздухе должна соответствовать «Предельно допустимым концентрациям вредных газов, паров, пыли и других аэрозолей в воздухе рабочей зоны производственных помещений», устанавливаемым ГН 2.2.5.686-98 [23].

Вредное вещество – это вещество, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

С точки зрения БЖД при оценке состояния воздушной среды наибольшее значение имеет: 1) газовый состав воздуха; 2) уровень его атмосферного давления; 3) присутствие в воздухе механических и токсичных примесей.

1. Газовый состав воздуха. Наиболее благоприятен для дыхания атмосферный воздух, содержащий (% по объему) азота – 78,08, кислорода – 20,95, инертных газов – 0,93, углекислого газа – 0,03, прочих газов – 0,01.

2. Уровень атмосферного давления воздуха. Уровень атмосферного давления воздуха зависит от высоты местности и температуры воздуха. Нормальное давление воздуха равно 101 кПа.

3. Присутствие в воздухе механических и токсических примесей.

При обнаружении в воздушной среде рабочих помещений ядовитых газов и паров, концентрации которых выше ПДК, работы в этих местах должны быть прекращены, а обслуживающий персонал переведен на безопасное рас-

стояние. К таким веществам относятся: бензин (среднесуточная ПДК = 1,5 мг/м<sup>3</sup>) и пыль нетоксичная (среднесуточная ПДК = 0,15 мг/м<sup>3</sup>).

### **3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению**

*Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.*

При выполнении монтажно-демонтажных работ необходимо строго соблюдать требования СНиП 111-4-80\* "Техника безопасности в строительстве"[24].

Необходимо предусмотреть все требования по производству строительного-монтажных работ:

- предусмотреть ограждение опасных зон;
- указать места прохода людей и движения транспорта;
- на строительной площадке должны устанавливаться указатели проездов и проходов, предупредительные знаки, надписи об опасных зонах и правила поведения в них;
- рабочие места монтажников должны быть оборудованы приспособлениями, обеспечивающими безопасность и надежность выполнения работ;
- не допускать беспорядочного хранения материалов, изделий и оборудования.

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

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

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

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

Мероприятия по устранению причин механических травм:

– согласно ГОСТ 12.2.062-81 [18] необходима проверка наличия защитных ограждений, закрывающих доступ к движущимся частям машин и механизмов;

– плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;

– проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств;

– очистка узлов и деталей от наружной грязи;

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

– необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Индивидуальные средства защиты

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

*Поражение электрическим током.*

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 [25];

– устройство зануления установки;

– использование защитных изолирующих средств;

– основные изолирующие средства (до 1000 В) способны длительное время выдерживать рабочее напряжение (диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжений), ими можно касаться токоведущих линий;

– дополнительные изолирующие средства (до 1000 В): диэлектрические боты, резиновые коврики. При применении этих средств недопустим контакт с токоведущими линиями.

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

*Аппараты, работающие под давлением.*

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

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

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

– обеспечение администрацией выполнения всего комплекса профилактических мер, требуемых правилами безопасности и, в первую очередь,

проведение всех видов обучения, инструктаж по охране труда с трудящимися сотрудниками;

- снабжение работающих исправным инструментом, спецодеждой и спецобувью;

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

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

### **3.4. Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки – процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий.

#### *Влияние на атмосферу*

Атмосфера всегда содержит определенное количество примесей, поступающих от естественных и антропогенных источников. К числу примесей, выделяемых естественными источниками, относят: пыль (растительного и вулканического, космического происхождения), туман, дымы, газы от лесных и степных пожаров и др.

К вредным источникам воздействия на атмосферу относятся: выхлопные газы автотранспортной, строительной и дорожной техники.

На месторождении будут проводиться буровые и сопутствующие им работы, которые будут сопровождаться загрязнением атмосферного воздуха

выхлопными газами при сжигании дизельного топлива в двигателях внутреннего сгорания автотранспорта. В состав выхлопных газов дизельного двигателя входит множество токсичных компонентов, предельно допустимая концентрация вредных примесей в воздухе в рабочей зоне (концентрация компонентов выхлопных газов дизельного двигателя) по ГН 2.2.5.686-98 [23], указаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Предельно допустимая концентрация вредных примесей в воздухе в рабочей зоне

Компонент	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация мг/м <sup>3</sup>		
		В воздухе рабочей зоны	Среднесуточная в атмосфере населенных пунктов	Максимальная разовая
Сажа	3	3,5	0,05	0,15
СО	4	20,0	3,0	5,0
NO <sub>x</sub>	2	2,0	0,04	0,085
СН <sub>x</sub>	2-4	–	1,5	5,0
Акролеин	2	0,7	0,03	0,03
Формальдегид	3	0,5	0,035	0,035
SO <sub>2</sub>	3	10,0	0,05	0,50
Бензапирен	1	1,5	1,0 · 10 <sup>-6</sup>	–

Мероприятия по снижению выброса вредных веществ в атмосферный воздух включают в себя:

- поддержание техники и автотранспорта в исправном состоянии за счет проведения в установленное время техосмотра, техобслуживания и планово-предупредительного ремонта;
- запрещение эксплуатации техники и транспорта с неисправными или не отрегулированными двигателями, использование несоответствующего стандартам топлива;
- обустройство поддонов для сбора пролитого горюче-смазочного материала, с целью локализации поверхности свободного испарения при непреднамеренном разливе топлива по СанПиН 2.1.6.1032-01 [26].

*Влияние на гидросферу*

В процессе бурения происходит загрязнение подземных водоносных горизонтов производственными водами (буровой раствор, нефтепродукты, минеральные воды), бытовыми стоками. При вскрытии поглощающих горизонтов буровой раствор может поступить в водоносный горизонт, тем самым произойдет загрязнение водяного пласта.

С целью защиты гидросферы необходимо проводить следующие мероприятия:

- сооружение водоотводов, накопителей и отстойников;
- очистные сооружения для буровых стоков и бытовых стоков (канализационные устройства, септики);
- предотвращение поступления бурового раствора в поглощающие горизонты;
- строго соблюдать разработанную конструкцию скважины, которая обеспечивает изоляцию водоносных горизонтов и перекрытие интервалов поглощения бурового раствора;
- создать по всей длине обсадной колонны прочное цементное кольцо с целью исключения перетоков пластовых вод из одного пласта в другой по ГОСТ 17.1.3.06-82 [27].

#### *Влияние на литосферу*

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

Проектом предусмотрен комплекс работ, направленный на приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для дальнейшего их использования по назначению. После проведения бурения предусматривается извлече-

ние труб и засыпка скважин. Поскольку основные виды и методика проводимых работ не связаны с сильным загрязнением поверхностного почвенно-растительного слоя, достаточно проводить только технический этап рекультивации в расчете на самовосстановление почвы.

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

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

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

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

### **3.5. 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.

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

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

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

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

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

Перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Противопожарный инвентарь

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

Мероприятия противопожарной безопасности:

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

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

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

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

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

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

### **Вывод**

В рамках данного раздела были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда работников буровой установки. Были проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на бригаду в процес-

се работы, такие как отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей зоны и т.д. Вследствие этого, были приведены рекомендованные действия в соответствии с ГОСТами.

## **4. Вспомогательные и подсобные цехи**

### **4.1. Организация ремонтной службы**

ОАО «Рудно-Алтайская экспедиция» имеет механическую мастерскую с необходимым количеством металлообрабатывающих станков, кузнечный и сварочный цех.

В случае выхода из строя какой-либо детали или узла, буровой мастер выполняет эскиз детали и отправляет его начальнику партии со следующим на базу предприятия автотранспортом. Начальник партии дает указание на изготовление или ремонт детали. После выполнения работ деталь отправляется в бригаду. При необходимости буровой мастер может вызвать специалиста на буровую площадку с базы предприятия.

Профилактические работы, ТО бурового оборудования производится непосредственно на буровых силами буровой бригады.

### **4.2. Организация энергоснабжения**

Энергоснабжение буровой, а также жилых вагонов будет осуществляться при помощи дизель-генератора мощностью 151 кВт. Этот способ является самым удобным и целесообразным с экономической точки зрения, т. к. подключение к сетям ЛЭП невозможно из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Снабжение дизеля топливом будет осуществляться из ёмкости объёмом 5000 литров, с периодичностью раз в неделю. Заправка ёмкости будет производиться путём завоза дизтоплива на буровую автотранспортом ГАЗ.

### **4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов**

При бурении скважин в качестве промывочной жидкости будет использоваться эмульсионный раствор на основе технической воды.

Для водоснабжения базы и буровой установки используется «водовозка» на базе автомобиля «Урал». На буровую вода завозится несколько раз в сутки и сливается в специальную емкость – зумпф объемом 20 м<sup>3</sup>, который располагается около буровой.

Для приготовления бурового раствора буровая установка оснащена ёмкостью с миксером, имеющую широкое отверстие на дне с пробкой для слива раствора в зумпф. В него сливается готовый раствор из миксера и в процессе бурения закачивается раствор в скважину.

#### **4.4. Транспортный цех**

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

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

#### **4.5. Связь и диспетчерская служба**

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

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

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

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

3. Ведение ежедневного учёта выполняемых работ;

4. Передача распоряжений руководителей организации.

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

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

## **5. Специальная часть. Анализ комплексов со съемным керноприемником с целью выбора оптимального для данных условий.**

Рост эффективности колонкового бурения связан с освоением и широким внедрением способа бурения снарядами со съемными керноприемниками (ССК).

Конструктивные особенности снарядов определяют ряд технологических преимуществ.

1. Проходка за рейс может достигать величины проходки на алмазную коронку, т.е. десятков и сотен метров. Это позволяет значительно сократить количество рейсов снаряда, связанных с необходимостью выполнения трудоемких спуско-подъемных бурильных труб.

2. В результате сокращения количества снаряда: уменьшается износ бурильных труб и их резьбовых соединений, а так же непроизводительный износ алмазной коронки, что способствует снижению расхода алмазов на 1 м бурения; повышается устойчивость ствола скважины и снижается его разработка.

3. Подъем керноприемника производится непрерывно со скоростью, значительно превышающей скорость подъема бурильных труб. Спуск керноприемника через бурильные трубы происходит так же непрерывно и достаточно быстро под действием собственного веса и потока промывочной жидкости. Это позволяет значительно сократить затраты времени на спуско-подъемные операции и увеличить время чистого бурения.

4. Энергоемкость процесса спуско-подъема керноприемника значительно ниже энергоемкости спуско-подъема колонны бурильных труб, что позволяет сократить расход энергии.

Разработкой и производством снарядов ССК занимаются как отечественные фирмы так и зарубежные. В данной главе рассмотрим снаряды конструкции ВИТР, СКБ «Геотехника», Atlas Copco, Boart Longyear.

## **5.1. Комплексы технических средств со съёмными кернаприемниками типа ССК и КССК конструкции ВИТР и СКБ «Геотехника»**

Колонковый снаряд со съёмным кернаприемником КССК (рис. 5.1) СКБ «Геотехника» [28], состоит из двух основных частей (рис. 5.1, а): наружной – колонкового снаряда с ПРИ, присоединяемого к БТ, и внутренней – кернаприемника, извлекаемого после заполнения керном специальным ловителем без подъема колонкового снаряда.

Колонковый снаряд состоит из специальной алмазной коронки 24, расширителя 21, колонковой трубы 18, переходников 6, 9 и центратора-переходника 3, к которому присоединяются БТ. Между переходниками 6 и 9 установлена опора 8, на которой подвешивается съёмная часть снаряда, кернаприемник 20 которого стабилизируется с помощью бронзового центратора 19. Съёмная часть снаряда имеет механизм блокировки, состоящий из грибка 1, гильзы 2, защелок 5, раздвигаемых пружиной 4, и корпуса 7, узел подвески и кернаприемную трубу 20 с кернарвательным устройством 22, 23.

В скважину опускается на БТ колонковый снаряд, а затем на канате – его съёмная часть. При этом кернаприемник подвешивается на опоре 8 с помощью буртика на корпусе 7 таким образом, чтобы между торцом кернарвателя и внутренним конусом алмазной коронки остался необходимый зазор в 2 мм, величина которого регулируется заранее с помощью резьбы шпинделя 10 вывинчиванием его из корпуса 7 и регулировочной гайки 11. При бурении скважин кернаприемник 20 удерживается от осевого перемещения вверх упором защелок 5 в торец центратора 3, между которыми устанавливается зазор в 2-4 мм при изготовлении снаряда. Свободная подвеска кернаприемника на шпинделе 10 с помощью двух подшипников 14 и 17 практически исключает его вращение в процессе бурения скважины и формирования керна.

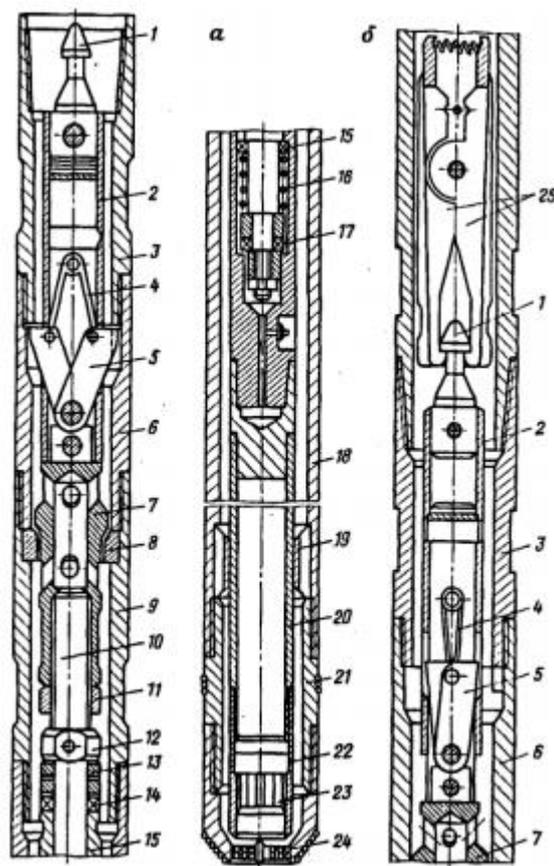


Рисунок 5.1 – Колонковый снаряд со съемным кернаприемником КССК-76 конструкции СКБ “Геотехника”:

- 1 – грибок; 2 – гильза; 3 – переходник-центратор; 4 – пружина 5 – защелка;  
 6 – переходник; 7 – корпус; 8 – опора; 9 – переходник; 10 – шпindelь;  
 11 – регулировочная гайка; 12 – зажимная гайка; 13 – резиновые манжеты;  
 14, 15 – упорные подшипники; 16 – пружина; 17 – упорный подшипник;  
 18 – колонковая труба; 19 – бронзовый центратор; 20 – кернаприемная труба;  
 21 – расширитель; 22, 23 – кернарвательное устройство; 24 – коронка;  
 25 – лапы ловителя

Промывочная жидкость поступает на забой по кольцевым зазорам между элементами наружной (несъемной) и внутренней (съемной) частей и отверстий в корпусе 7. Для определения момента заполнения кернаприемника керна или его самозаклинивания в снаряде предусмотрено сигнализирующее устройство, действие которого заключается в следующем. В случаях самозаклинивания керна осевое перемещение кернаприемника прекращается, а наружная часть снаряда по мере углубки какое-то время будет иметь поступательное движение за счет сжатия пружины 16, упирающейся в подшипник 15. При этом осевым усилием будут сжаты резиновые манжеты 13, распо-

женные между упорным подшипником 14 и зажимной гайкой 12. За счет увеличения диаметра манжет при их сжатии сечение кольцевого зазора уменьшится, что приведет к повышению давления жидкости в нагнетательной линии циркуляционной системы. Это и служит сигналом о заполнении керноприемника керном или его самозаклинивании.

По окончании углубки в заданном интервале керноприемник с помощью лап 25 ловителя, спускаемого на тросе, поднимается на поверхность. Извлекаемая часть захватывается за грибок 1, гильза 2 которой при натяжении каната перемещается относительно корпуса 7 и наружной части снаряда вверх, выводя защелки 5 из контакта с торцом центратора 3, как это показано на рис. 5.1, б.

Спуск керноприемника в скважину, заполненную промывочной жидкостью, осуществляется свободно – под действием силы тяжести, а для ускорения по БТ прокачивается жидкость. В безводную (сухую) скважину керноприемник спускается на тросе с ловителем, который отсоединяется после установки керноприемника с помощью патрубка, опускаемого по канату. Патрубок освобождает захваты ловителя, сближая их противоположные концы.

Для бурения снарядами со съёмными керноприемниками (ССК и КССК) применяют бурильные трубы с соединением “труба в трубу” для ССК, и замковым для КССК.

Бурильные трубы для ССК изготавливаются с высокой точностью высококачественных сталей (38ХНМ) с гладкой наружной и внутренней поверхностью, тонкостенными, с большим внутренним проходным сечением и малым радиальным зазором – зазор между колонной и стенкой скважины.

Бурильные трубы для КССК в отличие от ССК имеют специальные замковые соединения, позволяющие механизировать процесс свинчивания и развинчивания труб, так как замки имеют прорези для подкладных вилок трубоповорота типа РТ-1200. Именно это отличие от ССК делает данный снаряд более удобным при бурении особенно глубоких скважин. В тоже время колонны КССК имеют более значительный вес. Бурильные трубы для

КССК изготавливаются из стали марки 36Г2С, замки – из стали марки 40ХН.

Техническая характеристика представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Техническая характеристика комплексов ССК

Показатели	ССК-46	ССК-59	ССК-76	КССК-76
Диаметр коронки, мм: наружный	46,0	59	76,0	76
внутренний	24,0	35,4	46,0; 48,0	40
Наружный диаметр калибровочного расширителя, мм	46,4	59,4	76,4	76,4
Диаметр бурильных труб, мм: наружный	43,0	55,0	70,0	70*
внутренний	33,4	45,4	60,4	61
Длина керноприемника, м	1,7; 4,2	1,7; 3,2; 4,7	1,7; 3,2; 4,7	4,0; 6,0; 9,0
Диаметр колонковой трубы, мм: наружный	44,0	56,0	73,0	73*
внутренний	35,0	45,0	60,0	60
Диаметр керноприемной трубы, мм: наружный	30,0	42,0	54,0; 56,0	48
внутренний	25,7	37,0	48,4; 50,4	42
Зазор между бурильной колонной и стенками скважины, мм	1,7	2,2	3,2	3,2/1,7
Угол наклона скважины, град	90-80	90-75	90-75	90-75
Режим бурения (допускаемый): максимальная частота оборотов, об/мин	2000	1500	1000	1000
максимальная осевая нагрузка, кН	12	15	18-20	20-23
количество промывочной жидкости, л/мин	10-30	15-60	35-100	35-80
Вид промывочной жидкости	Вода, эмульсионные растворы		Вода, эмульсионные и маловязкие глинистые растворы	

\*Бурильные трубы снаряда КССК соединяются муфтами и бурильными замками диаметром 73 мм, изготовленными из стали марки 40ХН.

Комплексы КССК-76 предназначены для бурения разведочных скважин диаметром 76 мм в породах V-IX категорий по буримости. Применение

комплекса эффективно при проектных глубинах скважин в диапазоне 200-2000 м. Комплекс применяется как в простых, так и в сложных геологических условиях при наличии поглощений, водопритоков, сильнотрещиноватых пород.

Комплексы ССК-76 применяются для бурения разведочных скважин глубиной до 1200 м, диаметром 76 мм, с углом наклона 90-75° в монолитных, слаботрещиноватых и трещиноватых породах VI-X категорий по буримости, с промывкой скважин водой, эмульсионным, безглинистым и маловязким глинистым растворами.

Комплексы ССК-59 и ССК-46 применяют для бурения разведочных скважин глубиной до 1200 и 1000 м, диаметром 59 и 46 мм соответственно, с углом наклона 90-75° в монолитных слаботрещиноватых и трещиноватых (ССК-59) породах VII-X категорий по буримости, с промывкой скважин водой, эмульсионными и безглинистыми растворами.

## **5.2. Снаряды со съемными керноприемниками компании Atlas Copco**

Зарубежные производители, прежде всего такие компании, как Atlas Copco и Voart Longyear, выпускают только колонны ССК, но номенклатура этих снарядов существенно более разнообразна, процесс механизации сборки-разборки колонн ССК решен, за счет применения станков с подвижным вращателем, у которых для свинчивания-развинчивания труб используется вращатель станка и трубнозахватный механизм с зажимными плашками.

Atlas Copco выпускает все размеры буровых снарядов А (АОТW), В (ВО/ВТО, ВТOW), N (NO/НТО), NO3 (НТО3), H (НО/НТО, НО3/НТО3), P (РО/РТО, РО3/РТО3). Здесь А = 48 мм; В = 60 мм; N = 75,5 мм; H = 96,3 мм; P = 122,8 мм; O – серия бурового снаряда для отбора керна; T – внутренняя труба, 3 – трехтрубный буровой снаряд.

Схема конструкции буровых снарядов подъемного типа (ССК) показана на рис. 5.2 [29].

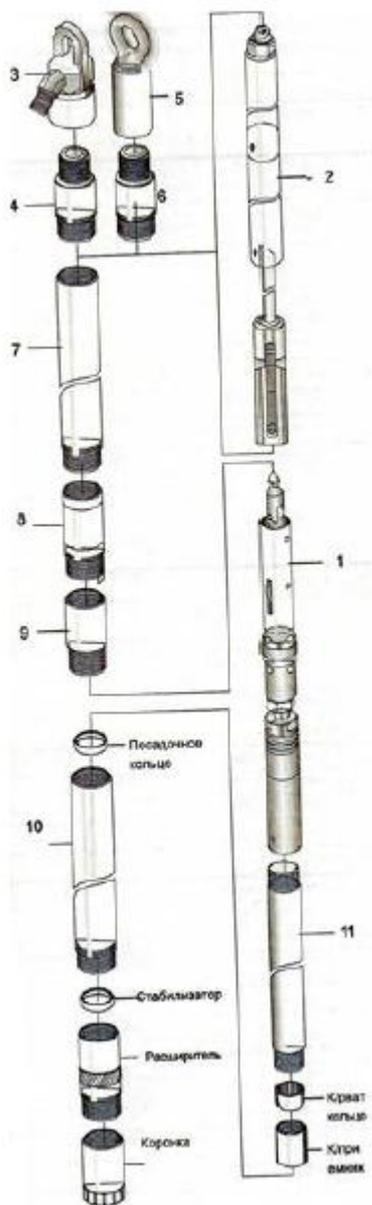


Рисунок 5.2 – Состав бурового снаряда подъемного типа:

1 – головная часть керноприемника; 2 – овершот; 3 – промывочной вертлюг; 4 – переходник; 5 – подъемный вертлюг; 6 – переходник; 7 – буровые трубы (длиной 1,5 или 3 м); 8 – стопорная муфта; 9 – переходник; 10 – внешняя колонковая труба (длиной 1,5 или 3 м); 11 – внутренняя керноприемная труба (длиной 1,5 или 3 м); 12 – расширитель; 13 – коронка

Основанием для выбора типа и диаметра буровых снарядов является диаметр выбранной конструкции скважины.

Для бурения буровыми снарядами подъемного типа применяют алмазные однослойные расширители и алмазные коронки для буровых снарядов

типа А – AGM, CORAC А, типа В – BGM, CORAC В, ВК, ВQ, ВК3/ВQ3, типа N – NGM, NQ2, CORAC N2, NK, NQ, NK3/NQ3, CORAC N/N3, типа H – HK, HQ, HK3/HQ3, CORAC H/H3. Размерность снарядов представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Размеры снарядов со съёмными кернаприемниками компании Atlas Copco

Серия колонкового набора и его особенность	Диаметры, мм			
	Коронки	Керна	Бурильной трубы	
			Наружный	Внутренний
AGM-тонкостенный	47,6	30,3	44,5	36,8
CORAC А	47,6	27,0	44,5	34,9
BGM-тонкостенный	59,6	42,0	56,5	49,5
CORAC В	59,6	36,5	55,6	48,8
ВQ3-трехтрубный	59,6	33,5	55,6	48,8
CORAC N	75,2	47,6	70,0	60,3
NQ	75,2	47,6	70,0	60,3
CORAC H	95,7	63,5	90,0	77,8
HQ	95,7	63,5	90,0	77,8
PG	122,1	85,0	117,5	
PQ3-трехтрубный	122,1	83,0	117,5	
GEOBOR S-трехтрубный	146	102,0	139,7	

Для ССК компании Atlas Copco характерны следующие технические особенности [30]:

- замок овершота имеет независимые фиксаторы повышенной надежности;
- овершот для ССК серии CORAC, разделен на две составляющие его части с шарнирным соединением и облегчает работу с овершотом и кернаприемной трубой, особенно при проведении буровых работ в ограниченном пространстве;
- стандартный овершот для вертикальных и наклонных скважин может переоборудоваться в овершот для бурения горизонтальных скважин;
- кернаприемная часть снаряда может удлиняться на расстояние кратной, 1,5 и 3,0 м;

– конструкция снаряда имеет двойной запас прочности, что позволяет работать при значительных перегрузках;

– снаряды обеспечивают выход керна более 95% и снижение искривления скважин за счет специальной системы подвески подшипников внутренней трубы и наличия алмазного стабилизатора на внешней трубе;

– возможность дополнения стандартной ССК третьей разъемной трубой для повышения выхода керна при работе по мягким и неустойчивым породам.

### 5.3. Снаряды со съёмными керноприёмниками компании **Boart Longyear**

Фирма Longyear (США) [31] изготавливает два основных типа снарядов со съёмными керноприёмниками – стандартные и усиленные, отличающиеся, в основном, прочностью бурильной колонны, шириной торца коронки и диаметром выбуриваемого керна. К стандартным относятся пять типоразмеров снарядов (AQ, BQ, NQ, HQ и PQ) с бурильными колоннами, имеющими соединение типа «труба в трубу», и три типоразмера (BCQ, NCQ и HCQ) – с концами, изготовленными из более прочной стали, чем труба, и закреплёнными на ней при помощи плазменной сварки. Колонковые наборы всех типоразмеров стандартных снарядов не зависят от конструкции бурильной колонны.

Основные параметры снарядов со съёмными керноприёмниками фирмы Longyear (США) приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Основные технические показатели снарядов со съёмными керноприёмниками Longyear (США)

Параметры	Типоразмер снаряда				
	HQ	NQ	BQ	AQ	PQ
1	2	3	4	5	6
Диаметр коронки, мм:					
наружный	95,6	74,6	59,5	47,6	122,0
внутренний	63,5	47,6	36,5	27,0	84,9

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6
Диаметр колонковой трубы, мм:					
наружный	92,1	70,3	57,2	46,0	117,5
внутренний	77,8	60,3	46,0	36,5	103,2
толщина стенки	7,15	6,35	5,6	4,75	7,15
Диаметр керноприемной трубы, мм:					
наружный	73,0	55,6	42,9	32,5	95,2
внутренний	66,7	50,0	38,1	27,6	88,9
толщина стенки	3,15	2,8	2,4	1,95	3,15
Диаметр бурильных труб, мм:					
наружный	88,9	69,9	55,6	44,5	114,5
внутренний	77,8	60,3	46,0	34,9	103,2
толщина стенки	5,55	4,8	4,8	4,8	5,55
Зазор между керноприемной трубой и стенками бурильных труб	2,4	2,35	1,55	1,2	4,0
Масса 1,м кг/м	11,6	7,77	6,07	4,73	15,5
Длина резьбы, мм	44,5	44,5	44,5	41,3	-

#### 5.4. Эффективность применения ССК разных производителей, для данных геологических условий

Эффективность применения ССК во многом определяются работоспособностью алмазных коронок, и область применения снарядов.

Исходя из результатов испытаний специализированных алмазных коронок комплексов ССК производства компаний «Boart Longyear» (США), «Atlas Copco» (Швеция), и отечественных производителей «Терекалмаз» [32], делаем вывод, что в более слабых породах VII категории по буримости, наибольший показатель проходки на коронку имеет снаряд компании Boart Longyear (почти 480 м), российские образцы уступают (400 м). Наихудшие показатели имеет снаряд производства Atlas Copco (140 м). По мере увеличения крепости пород показатели снарядов снижаются и при бурении в породах X категории практически не отличаются друг от друга.

Так же, при выборе бурового оборудования не мало важное значение имеет стоимость 1 м бурения. Лучшие результаты имеют российские образцы снарядов ССК: от 10–12 руб/1м в породах VII категории до 90 руб/1м в

породах IX категории. Компания Voart Longyear имеет показатели выше: от 36 руб/1м в породах VII категории до 200 руб/1м в породах IX категории. Самое дорогое бурение приходится на снаряды производства Atlas Copco: от 140 руб/1м в породах VII категории до 480 руб/1м в породах IX категории.

Принимая выведенные стоимость и производительность буровых алмазных коронок и данные условиях для бурения, а также учитывая ситуацию на современном рынке бурового геологоразведочного оборудования, в разрабатываемом проекте, в качестве снаряда со съемным керноприемником, выбран отечественный производитель ССК-59, с алмазной коронкой К-08.

## **6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Обеспечение высокого качества кадрового потенциала является решающим фактором эффективности производства и конкурентоспособности продукции. Руководители понимают, что без хорошо подготовленного персонала высокой эффективности производства практически невозможно, даже при наличии новейших технологий и благоприятных внешних условий труда. Без квалификационных кадров ни одна организация не сможет достигнуть своих стратегических целей.

### **6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия**

ОАО «РАЭ» находится в г. Змеиногорск Алтайского края. Полное название предприятия – Открытое акционерное общество «Рудно-Алтайская экспедиция».

Вышестоящая организация – Министерство природных ресурсов РФ.

Организационно-правовая форма организации – открытое акционерное общество.

Форма собственности организации – федеральная собственность.

Предприятие имеет возможность выполнить разведку твердых полезных ископаемых, подземных вод; создать сеть наблюдательных скважин для мониторинга, пробурить технические скважины различного назначения.

Рудно-Алтайская экспедиция основана на государственной собственности. Такие предприятия не в праве без согласия собственника продавать, сдавать в аренду недвижимое имущество. Остальным имуществом вправе распоряжаться самостоятельно, вправе решать по каким ценам, что продавать.

## 6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

### 6.2.1. Технический план

Виды и объем проектируемых работ приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	1. Подготовительный период и проектирование		
2	1.1. Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований		
3	Выписки текста	100 стр.	27
4	Выписки таблиц	100 стр.	8
5	Выборки чертежей	100 черт.	1,7
6	1.2. Составление предварительных графических материалов		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:200000	чертеж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000	чертеж	1
9	Составление предварительного геолого-поискового плана Рубцовского участка, м-б 1:10000	10 км <sup>2</sup>	0,1
10	Составление текстовой части проекта на геологические работы	чел/мес	2
11	2. Полевые работы		
12	2.1. Буровые работы		
13	Бурение передвижной буровой установкой УКБ-5П с применением ССК-59	п. м.	6375
14	2.2. Отбор и обработка проб		
15	Отбор точечных (литохимических) проб по керну скважин	100 проб	10,5
16	2.3. Геофизические исследования		
17	Основной комплекс: два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия	отр-смен на 1000 м.	1,2

### 6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

#### Подготовительные работы и проектирование

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований.

**Общий объем** сбора информации составит:

- текстовая – 2700 страниц;
- табличная – 800 страниц;
- графическая – 170 листов.

Содержание работ будет соответствовать ССН-92, вып. 1, ч. 1, т. 17 [33].

Затраты времени на сбор информации посредством выписки текста составят  $2700/100 \times 1,08 = 29,16$  смен или 1,15 мес.

Затраты времени на сбор информации посредством выписки таблиц составят  $800/100 \times 1,19 = 9,52$  смен или 0,37 мес.

Затраты времени на сбор информации (графических приложений) посредством выборки чертежей для копирования составят  $1700/100 \times 0,22 = 3,74$  смен или 0,15 мес.

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

$$29,16 + 9,52 + 3,74 = 42,42 \text{ смен или } 1,67 \text{ мес.}$$

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

- начальник партии –  $0,04 \times 42,42 = 1,69$  чел/смен;
- геолог 1 категории –  $1 \times 42,42 = 42,42$  чел/смен.

#### **Составление предварительных графических материалов**

Составление схемы геологической изученности района работ масштаба 1:200000.

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

**Затраты времени** на изготовление обзорной карты района работ (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят  $2,8/3 \times 1,85 = 1,73$  смен или 0,07 мес.

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

- начальник партии –  $0,04 \times 1,73 = 0,07$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73 \text{ чел/дн.}$

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 (СН-92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят  $2.8/3 \times 1,85 = 1,73$  смен или 0,07 мес.

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

– начальник партии –  $0,04 \times 1,73 = 0,07$  чел/дн;

– техник-геолог 2 категории –  $1 \times 1,73$  дн = 1,73 чел/дн.

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

**Объем работ** – 1 чертеж участка площадью 15 км<sup>2</sup>.

**Затраты времени** на изготовление предварительного геолого-поискового плана Рубцовского участка (СН-92, в. 1, ч. 2, т. 23, стр. 3, гр. 5; измеритель 10 км<sup>2</sup>) составят  $15,0/10 \times 12,81 = 19,215$  смен или 0,756 мес.

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

– начальник партии – 0,04 чел/см;

– геолог 1 категории – 19,215 чел/см.

Составление текстовой части проекта на геологические работы.

**Затраты времени** приняты по опыту работ подразделений ОАО «РАЭ» 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 – 1,1 чел/месяц;

– геолог 1 категории – 2 чел/месяц;

– геолог 2 категории – 2 чел/месяц.

### **Бурение**

Бурение передвижной буровой установкой УКБ-5П с применением ССК-59.

Объем бурения – 6375 пог. м, количество скважин – 15. Бурение колонковое в геологических условиях – по породам VIII...IX категорий.

**Затраты времени** на бурение скважин (диаметр бурения – 59 мм) по породам VIII...IX буровой установкой УКБ-5П (таблица 6.2) рассчитываются с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 6.2 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины стационарной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объем, ст-см.
15 скважин							
1	IV	59	3675	0,08	ССН 93, т.5	1,1	323
2	VIII		2100	0,15			347
3	IX		4275	0,16			752
Итого:						Сумма = 1422 ст-см.	

\* Для всех скважин применяется коэффициент:

- коэффициент, учитывающий бурение наклонных скважин – 1,1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (15 скв.)  $N_{бур} = 1422$  ст-см.

Расчёт затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровых установок:

$$N_{м-д} = H_{м-д} \cdot n, \quad (6.1)$$

где  $H_{м-д}$  – время на демонтаж-монтаж и перевозку, ст-см;

$n$  – количество скважин.

$$N_{м-д} = 0,65 \cdot 15 = 9,75 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

- промывка

$$N_{всп} = H_{пром} \cdot n, \quad (6.2)$$

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

$$N_{всп} = 0,07 \cdot 15 = 1,05 \text{ ст-см.}$$

- крепление скважин обсадными трубами

$$N_{всп} = H_{обс} \cdot n, \quad (6.3)$$

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

$$N_{всп} = 0,008 \cdot 15 \cdot 75 = 9 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{нпр} = \frac{N_{бур}}{103} \cdot 4, \quad (6.4)$$

$$N_{нпр} = \frac{1422}{103} \cdot 4 = 55 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах:

– каротаж

$$N_{кар} = H_{общ} \cdot n, \quad (6.5)$$

где  $H_{кар}$  – норма времени на каротаж скважин 1000 м, 4,96 ст-см.

$$N_{кар} = 6375 \cdot 4,96/1000 = 31,62 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{м-д} + N_{всп} + N_{нпр} + N_{кар}, \quad (6.6)$$

$$N_{общ} = 1422 + 9,75 + 9 + 55 + 31,62 = 1527,37 \text{ ст-см.}$$

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

– начальник участка –  $0,07 \times 1527,37 = 106,9$  чел/дн;

– инженер по буровым работам –  $0,05 \times 1527,37 = 76,37$  чел/дн;

– инженер-механик –  $0,1 \times 1527,37 = 152,7$  чел/дн;

– буровой мастер –  $0,29 \times 1527,37 = 442,9$  чел/дн;

– машинист буровой установки –  $1 \times 1527,37 = 1527,37$  чел/дн;

– помощник машиниста буровой установки 1-ый –  $1 \times 1527,37 =$

1527,37 чел/дн.

### **Отбор и обработка проб.**

Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин

**Затраты времени** на отбор керновых проб вручную, категория пород – VIII-IX (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, стр. 1, гр. 11) составят:  $6375/100 \times 7 = 446,25$  смен или 14 мес.

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

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 446,25 = 44,6$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 446,25 = 446,25$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 446,25 = 446,25$  чел/дн.

#### **Геофизические исследования.**

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

**Объем работ:** 95% от объема пог. м. скважин – 6056 м.

**Затраты времени** согласно ССН-3, ч. 5, т. 14, стр. 1, ст. 3 составят:  $6375/1000 \times 4,96 = 31,62$  смен или 1 мес.

**Затраты труда** (ССН-3, ч. 5, т. 21 [34]) составят:

- каротажник IV разряда –  $1 \times 31,62 = 31,62$  чел/дн;
- машинист подъемника каротажной станции V разряда –  $1 \times 31,62 = 31,62$  чел/дн;
- рабочий III разряда –  $1 \times 31,62 = 31,62$  чел/дн.

### **6.2.3. 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:

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \times C, \quad (6.7)$$

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.

$$P_{см} = 36,5/42,42 = 0,86,$$

$$P_{мес} = 0,86 \times 25,4 = 21,8.$$

Буровые работы.

$$P_{см} = 6375/1527,37 = 4,17,$$

$$P_{мес} = 4,17 \times 60 = 250,2.$$

Отбор и обработка проб.

$$P_{см} = 6375/446,25 = 14,3,$$

$$P_{мес} = 14,3 \times 25,4 = 363.$$

Геофизические исследования скважин.

$$P_{см} = 6056/31,62 = 191,5,$$

$$P_{мес} = 191,5 \times 25,4 = 4864,1.$$

### **Расчет количества бригад при буровых работах.**

Расчет необходимого количества бригад производится по формуле:

$$n = \frac{Q}{(P_{мес} \cdot T)}, \quad (6.8)$$

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

Расчет продолжительности работ осуществляется по формуле:

$$T_{пл} = \frac{Q}{(P_{мес} \cdot n)}. \quad (6.9)$$

Принимаем условное время проведения буровых работ за 9 месяцев.

$$n = \frac{6375}{(250,2 \cdot 8)} \approx 3 \text{ бригады.}$$

Чтобы выполнить объем за 9 месяцев необходимо 3 бригада, но при этом конкретный срок выполнения будет равен:

$$T_{пл} = \frac{6375}{(250,2 \cdot 3)} = 8,5 \text{ месяца.}$$

### 6.3. Расчет сметной стоимости работ

#### 6.3.1. 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 6.3 – Сметно-финансовый расчет затрат

Наименование должностей	Районный коэфф.	Оклад, руб	С учетом коэффициента (за 1 мес.)	С учетом коэффициента (за 18 мес.)
1	2	3	4	5
Основная зарплата:				
Директор	1,2	30000	36000	648000
Главный геолог	1,2	19800	23760	427680
Начальник партии	1,2	19800	23760	427680
Геолог 1 категории	1,2	13700	16440	295920
Геолог 2 категории	1,2	12100	14520	261360
Инженер по буровым работам	1,2	13700	16440	295920
Инженер по горным работам	1,2	13700	16440	295920
Механик	1,2	10700	12840	231120
Техник-геолог 2 категории	1,2	10700	12840	231120
Проходчик	1,2	6720	8604	154872
Горный мастер	1,2	8688	10425,6	187660,8
Буровой мастер	1,2	8688	10425,6	187660,8
Машинист буровой установки	1,2	7500	9000	162000
Помощник машиниста буровой установки	1,2	6110	7332	131976
Отборщик проб	1,2	5000	6000	108000
Дробильщик	1,2	5000	6000	108000
Рабочие 3 разряда (3 чел.)	1,2	5000	6000	108000

Продолжение таблицы 6.3.

Бухгалтер	1,2	9500	11400	205200
Экономист	1,2	9500	11400	205200
Итого основная зарплата			259627,2	4673290
Дополнительная зарплата (7,9%)			20510,5	369189
Итого заработной платы			280137,7	5042479
Отчисления на соц. нужды (34%)			73396,09	1616958
Итого			353533,79	6659437

**6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ**

Таблица 6.4 – Сметная стоимость геологоразведочных работ

Код	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Единичные расценки в текущих ценах, руб	Стоимость работ в текущих ценах, руб. (прим. – Индекс удор. =1)
1	2	3	4	5	6
I	Основные расходы				7840111
A	Собственно геологоразведочные работы			231906	7377662
1	Проектирование и подготовительный период к полевым работам				192842
1.1	Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов				43840
1.1.1	Выписки текста	100 стр.	27,00	1129,20	31618
1.1.2	Выписки таблиц	100 стр.	8,00	1252,56	8768
1.1.3	Выборки чертежей	100 чер.	1,70	2302,69	3454
1.2	Проектирование				149002
1.2.1	Составление картограммы геологической изученности Рубцовского рудопроявления м-ба 1:200000	чертеж	1,00	1498,79	1499
1.2.2	Составление картограммы геофизической изученности Рубцовского рудопроявления м-ба 1:200000	чертеж	1,00	1498,79	1499

Продолжение таблицы 6.4.

1.2.3	Составление предварительного геолого-поискового плана Рубцовского рудопроявления, м-б 1:10000	10 км <sup>2</sup>	0,1	13618,25	1362
1.2.4	Составление текстовой части проекта	чел/мес	2,00	72320,91	144642
2	Полевые работы – всего				5227248
2.1	Литогеохимические работы				209588
2.2	Разведочное бурение				5017660
2.2.1	Бурение передвижной буровой установкой УКБ-5П с применением ССК-59	ст-см	439	9962	5017660
2.3	Геофизические исследования скважин, всего				14533
Б.	Сопутствующие работы и затраты				
	Транспортировка грузов и персонала (3%) от ПР				462449
II.	Накладные расходы, 12,9% от ОР				1011374
III.	Плановые накопления, 20% от НР+ОР				1770297
	Итого				10621782
IV.	Компенсируемые затраты				871767
	Полевое довольствие (7% А+Б)				581179
	Доплаты (2%)				166051
	Рекультивация земель (1%)				83025
	Лесобилет (0,5%)				41512
V.	Резерв на непредвиденные расходы (6% А+Б)				498153
	Итого				11331702
	НДС 20%				2266340
	Всего				13598042

#### 6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами

Организация производства заключается в приведении в соответствие, наилучшее для данных конкретных условий, количественное и качественное соединение во времени и пространстве всех элементов производства (людские ресурсы, предметы труда, технология).

Организация производства образует систему, имеющие внутренние органические и внешние рациональные связи.

Она решает целый ряд задач, определяющих ее объективное содержание, а именно:

- подготовку производства;
- организацию подразделений для нормального хода производственного процесса;
- разделение функций и кооперирование основного и вспомогательного производства;
- оптимизацию размеров подразделений и самой фирмы (предприятия) в целом;
- материально-техническое обеспечение (планово-предупредительное);
- планирование (маркетинг);
- организацию труда (стимулирование, нормирование и т. д.);
- управление – целенаправленное воздействие на коллектив работников (координация их деятельности) для решения поставленных задач, приведение в соответствие фактического хода работ с заданным (запланированным).

#### **6.4.1. Финансовый план**

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.

Премиальный фонд – 20% от чистой прибыли.

#### **6.4.2. Стимулирование труда**

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.

#### **6.4.3. Стратегия развития предприятия**

1. Обеспечение права работника на профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации путем заключения оговора между работником и работодателем.

2. В целях повышения квалификации работников без отрыва от производства работодатель заключает ученический договор, который является дополнительным к трудовому договору и заключается на срок, необходимый для обучения данной профессии, специальности, квалификации. В случае, если ученик по окончании ученичества без уважительной причины не выполняет свое обязательство по договору, не приступает к работе, он должен возвратить, выплаченную работодателем за время ученичества стипендию, а также возмещает другие расходы, понесенные работодателем в связи с ученичеством.

3. Оплата один раз в год проезда туда и обратно студентам, впервые обучающимся по заочной форме обучения в высших учебных заведениях, имеющих государственную аккредитацию, в размере 100% стоимости проезд-

да; обучающимся в средних профессиональных учебных заведениях 50% стоимости проезда.

4. Работодатель предоставляет работникам, успешно обучающимся в высших, средних, начальных профессиональных учебных заведениях, вечерних общеобразовательных школах дополнительные отпуска, гарантии и компенсации в соответствии с действующим законодательством.

5. Для выполнения мероприятий, направленных на развитие персонала на производстве, работодатель выделяет финансовые средства в размере до 5% фонда оплаты труда с отнесением расходов на себестоимость товаров и услуг.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе выполнены все разделы для осуществления разведочного бурения. В геологическом разделе произведено описание расположения проектируемых скважин, стратиграфический разрез, произведены подсчеты запасов полезного ископаемого.

В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, произведен выбор технологии и техники для строительства скважин на Садовушинской площади. В работе представлено полное описание выбранной буровой установки УКБ-5П 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 рассмотрели снаряды со съемными керноприемниками, как отечественного, так и зарубежного производителя.

## Список используемых источников

1. Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Алтайский\\_край](https://ru.wikipedia.org/wiki/Алтайский_край), свободный.
2. Гусев Н. И., Вовшин Ю. Е., Круглова А. А., Пушкин М. Г. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-44 – Рубцовск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 415 с.
3. Рябчиков С.Я. Технология и техника бурения геологоразведочных и геотехнологических скважин: учебное пособие / С.Я. Рябчиков, В.Г. Храменков, В.И. Брылин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 514 с.
4. Храменков В.Г. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие по курсовому проектированию / В.Г. Храменков, В.И. Брылин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 246 с.
5. Рябчиков С.Я. Буровые машины и механизмы: учебное пособие / С.Я. Рябчиков; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 137 с.
6. ГОСТ 6238-77 Трубы обсадные и колонковые для геологоразведочного бурения и ниппели к ним.
7. Буровой портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/burtrck>, свободный.
8. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии: Учебник. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 336 с.
9. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

10. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.
11. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума.
12. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление.
13. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
15. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность.
16. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов.
17. СНиП II-12-77 Защита от шума.
18. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.
19. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".
20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
22. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум.
23. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
24. СНиП 111-4-80\* "Техника безопасности в строительстве".

25. ГОСТ 12.1.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность.
26. СанПиН 2.1.6.1032-01 "Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест".
27. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
28. Сулакшин С.С. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.
29. Зварыгин В.И. Бурение скважин: учебное пособие. – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2013. – 396 с.
30. Нескоромных В.В. Бурение скважин: Учеб. Пособие. – М.: Ин-фра-М; Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2015. – 352 с.
31. Музапаров М.Ж. Направленное бурение. – Том 4: Детерминированная технология. Снаряды со съемными керноприемниками – Алматы: КазНТУ, 2011. – 204 с.
32. Золотодобыча [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://zolotodb.ru/article/10329>, свободный.
33. ССН-92 Сборник сметных норм на геологоразведочные работы.
34. ССН-3 Геофизические работы.