

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

Тема работы
<b>Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)</b> УДК <u>550.822.7-047.74:553.411(571.17)</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Майков Александр Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев К.М.	К.Х.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бондарчук И.Б.			

### 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.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Студенту:

Группа	ФИО
224Б	Майкову Александру Александровичу

Тема работы:

<b>Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования: Алгаинско-Березовское золоторудное проявление, «Водораздельный» участок, Таштагольский район, Кемеровская область
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Технология и техника проведения буровых работ 2. Вспомогательные и подсобные цеха 3. Анализ критериев оптимизации параметров бурения
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Карта прогноза и закономерностей размещения золото-серебряного оруденения Алгаинско-Березовского рудного поля 2. Геолого-поисковый план золоторудного участка «Водораздельный» 3. Геолого-геохимические разрезы № II-II, № III-III 4. Геолого-технический наряд 5. Схема расположения бурового оборудования и привышечных сооружений 6. Анализ критериев оптимизации параметров бурения
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Геолого-методическая часть</b>	<b>Тимкин Т.В.</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Винокурова Г.Ф.</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>Рыжакина Т.Г.</b>
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>Реферат</b>	

<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	Бондарчук И.Б.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Майков Александр Александрович		

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:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.19
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2019	Обзор литературы	10
15.04.2019	Описание теоретической части проекта	40
01.05.2019	Выполнение расчетной части проекта	40
10.05.2019	Устранение недостатков проекта	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев К.М.	К.х.н		

**Консультант (при наличии)**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бондарчук И.Б.			

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
224Б	Майкову Александру Александровичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОНД</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки»

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)
--

**Исходные данные к разделу «Геолого-методическая часть»:**

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.03.19
--	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Майков Александр Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
224Б	Майкову Александру Александровичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОНД</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки»

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<p>Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками из-за условий работ (Статья 147 ТК РФ) . Согласно статье 168.1 ТК РФ, работникам, которые трудятся в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по найму жилого помещения; расходы по проезду; дополнительные расходы.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных опасных факторов и мероприятия по их устранению 2.2. Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их устранению</p>	<p>В процессе анализа опасных факторов были выделены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• движущиеся машины и механизмы различного оборудования;</li> <li>• острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов труб;</li> <li>• поражение электричеством</li> </ul> <p>поражение электрическим током.</p> <p>В процессе анализа вредных факторов были выделены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;</li> <li>• недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>• повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;</li> <li>• повышенная загазованность и запыленность.</li> <li>• повреждения в результате контакта с насекомыми</li> </ul>



<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Область воздействия: <ul style="list-style-type: none"> <li>• уничтожение и повреждение почвенного слоя;</li> <li>• загрязнение почвы;</li> <li>• усиление эрозионной опасности;</li> <li>• уничтожение растительности;</li> <li>• лесные пожары;</li> <li>• загрязнение подземных вод.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	ЧС, по сфере возникновения, подразделяются на: техногенные, природные, экологические, социально-политические. Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Одной из самых вероятных ЧС являются пожары.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Майков Александр Александрович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
224Б	Майкову Александру Александровичу

<b>Институт</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОНД</b>
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки»

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при детальной разведке на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости проектируемых геологоразведочных работ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе геологоразведочных работ налоговый кодекс РФ, нормативы единичных сметных расчетов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	1. Ставка налога на прибыль: 20 %. 2. Отчисления на социальные нужды: 30 %. 3. Налог на добавленную стоимость: 20 %. 4. Годовые амортизационные отчисления: 20 %.

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

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Свод видов и объемов геологоразведочных работ
2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, экономической эффективности НИР	Сформировать календарный план выполнения работ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	1.04.2019 г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Майков А.А.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 162 страницы, 30 таблиц, 12 рисунков и 28 источников.

Перечень ключевых слов: УКБ-200/300С, Алгаинско-Березовское золоторудное проявление, андезитовые туфы, анализ критериев оптимизации параметров бурения.

Объектом исследования является Алгаинско-березовское золоторудное проявление, «Водораздельный» участок, Таштагольский район Кемеровской области.

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

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

В результате проектирования: произведен выбор бурового и вспомогательного оборудования, удовлетворяющий всем требованиям; произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта; выполнены сметно-финансовые расчеты.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте представлено полное описание самоходной буровой установки УКБ-200/300С; приведены технические характеристики буровой установки и её составляющих; дан состав и характеристики используемого технологического инструмента.

Значимость работы: проведение разведочных работ на участке «Водораздельном» с последующим подсчетом запасов золота и серебра

позволит спроектировать добычу запасов.

## **ABSTRACT**

Graduate qualification work contains 162 pages, 30 tablets, 12 pictures and 28 sources of literature.

The list of keywords: UKB-200/300S, Algainsko-Berezovskoe gold ore field, andesite tuffs, analysis of criteria for optimization of drilling parameters.

The object of the study is the Algainsky-Berezovsky gold ore field, the Vodorazdelny site, the Tashtagol district of the Kemerovo region.

Objective: to develop a project for the drilling of exploration wells; geological study of the object; development of technology for exploration at the site; development of management and organization of work on the object.

In the design process were carried out: the choice of drilling equipment; verification calculation of the selected equipment; calculation of operating parameters; analysis of harmful and dangerous factors during exploration and measures to prevent them; selection of auxiliary equipment; budget calculation.

As a result of the design: a selection of drilling and auxiliary equipment was made that meets all requirements; analysis of all harmful and dangerous factors during exploration works within the object; estimated financial calculations are performed.

The main design, technological and technical and operational characteristics: the project provides a full description of the self-propelled drilling rig UKB-200/300S; technical characteristics of the drilling rig and its components; The composition and characteristics of the technological tool used are given.

Significance of the work: conducting exploration work at the Vodorazdelny site, followed by the calculation of gold and silver reserves, will allow us to design the extraction of reserves.

## **Обозначения и сокращения**

**ПРИ** – породоразрушающий инструмент;

**УКБ** – установка колонкового бурения;

**СКБ** – станок колонкового бурения;

**ОКС** – одинарный колонковый снаряд;

**БТ** – бурильные трубы;

**УБТ** – утяжеленные бурильные трубы;

**СБТН** – стальные бурильные трубы ниппельного соединения;

**НБ** – насос буровой;

**ГП** – горная порода

**ДВС** – двигатель внутреннего сгорания;

**ЧС** – чрезвычайная ситуация;

**ГИС** – геофизические исследования;

**ГК** – гамма каротаж;

**ГГК** – гамма-гамма каротаж;

**КС** – каротаж сопротивления;

**ПС** – метод самопроизвольной поляризации;

**НДС** – налог на добавленную стоимость.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ .....	11
ABSTRACT .....	13
Обозначения и сокращения .....	14
ВВЕДЕНИЕ .....	18
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	19
1.1. Географо-экономические условия проведения работ .....	19
1.1.1. Административное положение объекта работ .....	19
1.1.2. Рельеф .....	19
1.1.3. Климат .....	20
1.1.4. Растительность. Животный мир .....	20
1.1.5. Экономическая характеристика района работ .....	20
1.2. Геологическое строение района работ .....	23
1.2.1. Стратиграфия .....	23
1.2.2. Интрузивные образования .....	23
1.2.3. Тектоника .....	24
1.2.4. Полезные ископаемые .....	25
1.3. Геологическая характеристика рудопроявления «Водораздельного» .....	27
1.3.1. Околорудные изменения пород .....	28
1.3.2. Морфология и внутреннее строение рудных тел .....	29
1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ .....	30
1.4.1. Топографо-геодезическиеработы .....	30
1.4.2. Буровые работы .....	31
1.4.3. Геофизические работы .....	33
1.4.4. Опробование .....	34
1.4.5. Обработка проб .....	35
1.4.6. Контроль опробования .....	39
1.4.6.1. Контроль пробоотбора .....	39
1.4.6.2. Контроль качества обработки проб .....	40
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ .....	42
2.1. Организация буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения .....	42
2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении .....	42
2.3. Разработка типовых конструкций скважин .....	45
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин .....	46
2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению .....	50
2.4. Выбор буровой установки .....	52
2.4.1. Выбор бурильных труб .....	55
2.4.2. Буровой насос .....	55
2.4.3. Буровая мачта. Буровое здание .....	56
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения .....	57

2.5.1. Проходка горных пород.....	57
2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому .....	62
2.5.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения .....	65
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины, сложенных неустойчивыми породами .....	68
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования.....	70
2.7.1. Проверочный расчет мощности привода бурового станка .....	70
2.7.2. Расчет потерь напора бурового раствора и мощности привода бурового насоса.....	73
2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты.....	74
2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность .....	79
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин .....	84
2.9. Выбор источника энергии.....	87
2.10. Механизация спускоподъемных операций .....	89
2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры (БКИА).....	90
2.12. Автоматизация производственных процессов .....	90
2.13. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования .....	91
2.14. Ликвидация скважин.....	92
3. Вспомогательные и подсобные цеха .....	93
3.1 Организация ремонтной службы .....	93
3.2 Организация энергоснабжения .....	93
3.3 Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов .....	94
3.4 Транспортный цех .....	94
3.5 Связь и диспетчерская служба.....	95
4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ.....	96
4.1.1. Механическая скорость бурения .....	96
4.1.2. Рейсовая скорость бурения .....	103
4.1.3. Оптимальное время нахождения бурового инструмента на забое .....	104
4.1.4. Износ породоразрушающих элементов .....	106
4.1.5. Оптимальная углубка забоя за один оборот бурового инструмента.....	108
4.1.6. Комплексная оценка оптимальности процесса бурения .....	114
4.2. Комплексные критерии оценки оптимальности бурового процесса.....	116
4.3. Методика определения оптимальных параметров режима и условий бурения скважин.....	117
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	119
5.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия .....	119
5.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ.....	120
5.2.1. Технический план.....	120
5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	121
5.2.2.1. Подготовительные работы и проектирование.....	121
5.2.2.2. Полевые работы.....	123
5.2.2.3. Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т.д.), продолжительности выполнения отдельных работ .....	129



5.3. Расчет сметной стоимости работ .....	131
5.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат.....	131
5.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ.....	132
5.4. Организация, планирование и управление буровыми работами .....	137
5.4.1. Поэтапный план.....	137
5.4.2. Финансовый план .....	138
5.5. Мотивация и стимулирование труда .....	139
5.6. Стратегия развития предприятия.....	140
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	141
6.1. Введение.....	141
6.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	142
6.2.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	142
6.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	142
6.3. Производственная безопасность.....	144
6.3.1. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению .....	146
6.3. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	149
6.4. Экологическая безопасность.....	153
6.4.1. Анализ влияния геологоразведочных работ на окружающую среду и обоснование мероприятий по их устранению .....	153
6.4.2. Намечаемое направление рекультивации нарушенных горными работами земель .....	154
6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	156
6.6. Вывод .....	158
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	159
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	160

## **ВВЕДЕНИЕ**

На протяжении многих веков золото играло ключевую роль в денежном обращении различных стран. Однако в 70-х гг. XX века, с принятием ямайской валютной системы, роль золота в экономике была снижена. Тем не менее, такие монетарные функции, как: средство накопления, платежа, сбережения, мировая функция денег не были утрачены, лишь претерпели трансформацию.

В основном, золото находит применение в ювелирных изделиях, инвестировании, также в промышленности (около 10%).

Конечной целью данного проекта является проектирование и сооружение разведочных скважин в пределах Алгаинско-Березовской площади с целью проведения детальной разведки.

В основу дипломного проекта легли собранные по данному месторождению геологические материалы, наблюдения, анализы и выводы по технологии и технике сооружения скважин.

# **1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **1.1. Географо-экономические условия проведения работ**

### **1.1.1. Административное положение объекта работ**

Район проектируемых работ расположен в юго-западной части Горной Шории и административно входит в Таштагольский район Кемеровской области.

Детальный участок разведочных работ «Водораздельный», как показано на рисунке 1.1, находится в центральной части Алгаинско-Берёзовской площади и занимает водораздельную площадь (1,9 км<sup>2</sup>) между логом Рудным, ручьем Лосиным и рекой Березовой, и будет являться наиболее опосредованной частью Алгаинско-Берёзовской золоторудной площади.

Участок имеет следующие географические координаты угловых точек:

1 – 52°59'37" сш, 87°24'00" вд; 2 – 52°59'37" сш, 87°36'40" вд;

3 – 52°56'51" сш, 87°36'40" вд; 4 – 52°56'51" сш, 87°24'00" вд.

Проектный участок расположен в 120 км (по асфальтированной дороге 100 км, по бездорожью 20км) от базы ФГУГП «Запсибгеолсъемка» (Кемеровская область п. Елань).

### **1.1.2. Рельеф**

Район работ представляет собой типичную для западной части Горной Шории низкогорную таежную местность с умеренно расчлененным рельефом. Абсолютные отметки рельефа колеблются от 350 м до 505 м, местами достигая 520...540 м, и относительными превышениями 50...200 м. Рельеф района низкогорный, интенсивно расчлененный эрозионно-денудационного типа с хорошо выработанными речными долинами и выположенными склонами водоразделов. Основные водотоки района относятся к бассейну р. Кондомы.

### **1.1.3. Климат**

Климат района резкоконтинентальный, с суровой продолжительной зимой и дождливым летом. Среднегодовая температура воздуха  $+1,4^{\circ}\text{C}$ , при минимальной зимней  $45\dots 50^{\circ}\text{C}$  и максимальной летней  $+37^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков  $900\dots 1200\text{мм}$ ; относительная влажность воздуха 71%. Снежный покров достигает глубины до 3 м и держится в среднем 195 дней в году, с конца октября и до начала мая. Время, пригодное для полевых работ, с конца мая и до конца сентября – половины октября.

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

Территория района работ покрыта черневой тайгой, представленной преимущественно пихтой, березой, осиной, редко кедром и густым подлеском (рябина, черемуха, калина, черная и красная смородина, малина). В летний период характерен высокий до 2-3м и густой травяной покров. Выработанные речные долины большей частью заболочены и заросшие тальником и черемушником. Проходимость района относится к 3-й категории трудности.

Животный мир в количественном отношении беден, но достаточно разнообразен. В лесах водятся лоси, маралы, бурые медведи, косули, белки, соболя, норки, бурундуки и т.д. Пернатая дичь – рябчики и глухари. В реках обитают ускуч, таймень, хариус, чебак, щука, окунь и карась.

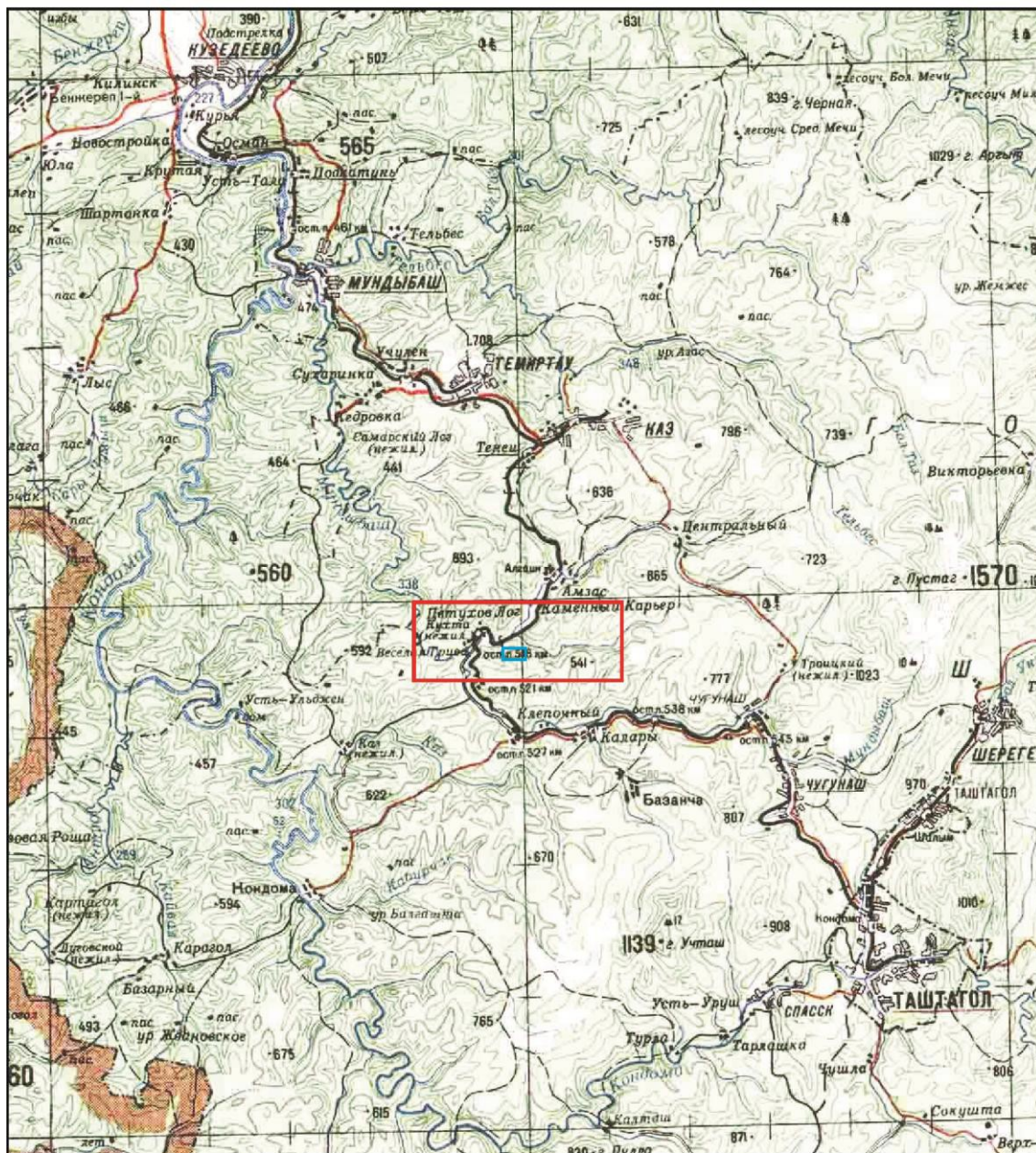
### **1.1.5. Экономическая характеристика района работ**


Наиболее крупным населенным пунктом района является город Таштагол, от которого до участка работ около 30 км. Район работ (пос. Амзас) связан с г. Таштагол и пос. Каз автомобильной дорогой с асфальтовым покрытием до пос. Центральный и отсыпанной грунтовой дорогой до пос. Анзас. Основой экономики Горно-Шорского района является горно-

добывающая отрасль, включающая добычу: железной руды для Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов (Таштагольский, Шерегешский и Казский рудники), нерудного сырья (Темир-Таусский рудник), золота (прииск Алтайский), и лесоразработки. Снабжение района электроэнергией осуществляется «Кузбассэнерго». Район сравнительно хорошо обжит и доступен. Ближайшая железнодорожная станция Алгаин расположена в 8 км от участка работ.

# Обзорная карта района работ

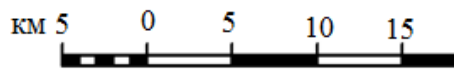
Масштаб 1:500 000



 Контур Алгаинско-Берёзовской площади (2007-2010 гг.)

 Контур детальных поисковых работ на участке "Водораздельном"

Масштаб 1: 500 000



в 1 см 5000 метров

Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ

## **1.2. Геологическое строение района работ**

### **1.2.1. Стратиграфия**

Площадь детального участка «Водораздельный» представлена Девонской вулканоструктурой (Кобурчакской вулcano-тектонической структуры (ВТС)).

Девонская вулканоструктура сформирована Учуленско-казанкольским риолит-андезит-базальтовым комплексом ( $D_{1uk}$ ), включает в себя контрастно-дифференцированные вулканы в составе базальтоидной и риолитоидных породных групп, с подчиненным наличием андезитов. На современном эрозионном срезе он представлен Северо-Тельбесским Кабурчакским (Кабурчакская ВТС) ареалами с различными схемами расчленения разреза покровных фаций. Северо-Тельбесский ареал почти полностью сложен основными и средними породами, в строении Кабурчакского резко преобладают кислые разности.

Составы вулканических пород учуленско-казанкольского комплекса достаточно выдержаны как по разрезу, так и по площади. Среди базальтоидной породной группы преобладают андези – и лейкобазальты известково-щелочной, редко умеренно-щелочной серий. Для них свойственны высокая глиноземистость, умеренная титанистость; содержание  $K_2O$ , как правило менее 1%. Среди пород риолитоидной группы доминируют риолиты, риодациты, менее характерны лейкориолиты и дациты (слагающие как правило субвулканические тела) отличающиеся необычным сочетанием нормальной щелочности с высокой калиевоcтью.

### **1.2.2. Интрузивные образования**

Интрузивные образования на участке работ представлены субвулканическими образованиями Учуленско-Казанкольского риолит-андезит-базальтового комплекса.

Субвулканические образования, представленные риолитами, риодацитами, дацитами (кварцевыми порфирами, липаритами, сферолитовыми липаритами, липарит-дацитовыми и дацитовыми порфирами). По морфологии тел это штоки, некки, силлы, дайки мощностью от 5...25 м до 100...250 м, в штоках 500...1500 м. Субвулканические тела имеет вытянутую удлиненную форму и ориентированы преимущественно в субширотном направлении. Отдельная протяженность тел 1500...2000 м до 7000 м. Субвулканические образования насыщают поле на сочленении с довулканическим кембро-ордовикским фундаментом, в мощной региональной тектонизированной зоне, прослеживающейся далеко за пределы проектируемой площади в верховья р. Тельбес, Таз, в район Викторьевки, р. Заслонки, р. Колос, в верховья р. Теба.

Контакты субвулканических тел большей частью тектонизированы и проработаны низкотемпературными гидротермальными процессами, часто сопровождаемые золото-серебряным оруденением.

### **1.2.3.Тектоника**

Площадь работ в структурно-тектоническом плане приурочена к зоне сочленения Тельбесского прогиба нижнепалеозойского времени заложения и Кабурчакской вулкано-тектонической структуры (ВТС) нижнедевонского возраста. Как указывалось ранее, зона сочленения северного фаса Кабурчакской (ВТС) осложнена мощной субширотной зоной сближенных дизъюнктивов регионального заложения, в пределах которой фиксируется полоса сближенных оперяющих разломов северо-восточного направления переходящих на западе в субширотное направление. Оперяющие тектонические сближенные зоны интенсивно проработаны более широко процессами пропилитизации по средне-основным вулканитам и их туфам, и локально в линейном плане процессами низкотемпературного метасоматоза в виде аргиллизации и прокварцевания, вдоль которых проявлена



золотоносность и золотооруденение.

#### **1.2.4. Полезные ископаемые**

Спектр полезных ископаемых, установленных на территории Водораздельного участка, достаточно широк. Здесь известны проявления и пункты минерализации, черных, цветных, благородных металлов, шлиховые ореолы, потоки и отдельные точки золота, мышьяка, сурьмы.

Железооруденение на площади работ представлено 4-мя пунктами минерализации, три из которых представлены обломками бурых железняков из коры выветривания среди образований вулканических пород нижнедевонской терригено-вулканогенной формации (тазовская свита).

Медная минерализация на площади работ представлена одним проявлением и шестью пунктами. Кроме этого по данным предшественников [Сергиенко, 1971], ранее было установлено два гидрохимических ореола меди с содержанием меди 0,004...0,005%. Медная минерализация в виде малахита, куприта и изредка вкрапленников самородной меди проявлена в вулканогенных породах усть-кундусюльской и учуленской свит как вдоль контактов даек кварцевых порфиров так и в эпидотизированных, пренитизированных основных эффузивов (андезибазальтовых и базальтовых порфиритов и их туфов). Содержание меди в них от 0,2 и до >1%. Кроме меди в них устанавливается и повышенное содержание никеля, хрома, цинка, мышьяка, серебра.

Данная площадь Водораздельного участка перспективна на выявление мелкого-среднего месторождения мышьяка (мышьяксодержащий вулканический гидротермальный промышленный тип), с арсенопиритовым типом руд.

Кроме попутного мышьякового оруденения, в сульфидизированных минерализованных зонах водораздела руч. Рудный и Лосиный, установлены рудные пересечения с повышенным содержанием кадмия.

В пределах контура на участке Водораздельном были выявлены золоторудные тела с концентрацией золота, удовлетворяющей обусловленному геологическому заданию, 2,2 г/т: Риолитовое, Юрьевское, Одиночное, Августовское, Ложковое, Придорожное, Склоновое.

### **1.3. Геологическая характеристика рудопроявления «Водораздельного»**

Площадь участка, в области водораздела, сложена преимущественно покровными отложениями учуленской свиты, представленной туфами андезитового, дацитового, андезидацитового и андезибазальтового состава, реже встречаются потоки и мелкие тела андезитов, дацитов и риодацитов. Очень редко встречаются карбонатные линзы (известняки), возможно это обширная гидротермальная кальцитовая проработка и туфопесчаников.

Среди туфов андезитового состава по размеру обломочного материала выделяются: пепловые (мелкообломочные –  $< 0,1\text{мм}$ ); псаммитовые (среднеобломочные– $0,1...2\text{мм}$ ), псефитовые (крупнообломочные –  $2...50\text{мм}$ ). Наибольшим распространением пользуются псаммитовые и псаммитопсефитовые туфы с размером обломочного материала от 1 до  $5...6\text{ мм}$ . По микроскопическому описанию прозрачных шлифов туфы обладают массивной текстурой и кристаллолитокластической структурой. Преобладают обломки плагиоклаза, замещенного микрослюдистым агрегатом, и андезита. Цемент поровый пепловый (участками базальный) сложенный хлоритом с примесью микрочешуек серицита, редкими микрозернами кварца и пылевидным рудным. По контурам отдельных обломков развиты окислы железа бурого цвета.

Туфы дацитового состава имеют размер обломочного материала преимущественно  $0,3...1\text{ мм}$  (псаммитовые), часто окрашены в красные тона и визуально на ранней стадии работ часто принимались за туфопесчаники. По отдельным горным выработкам породы эти протягиваются в субширотном направлении до р. Мундыбаш. По микроскопическому описанию прозрачных шлифов туфы обладают массивной текстурой, кристаллокластической и литокристаллокластической структурой. В пределах участка по данным изучения (ЦНИГРИ) установлено большое разнообразие метасоматитов в пределах установленных золотоносных минерализованных зон.

### 1.3.1. Околорудные изменения пород

Породы рудного поля в различной степени изменены процессами пропилитизации и аргиллизации. Последние особенно проявлены и прочитываются в зоне гипергенеза.

Рудовмещающие вулканиты преобразованы в хлорит-карбонатные, в меньшей степени в эпидот-хлорит-карбонатные метасоматиты, имеющие площадное распространение. Околорудно измененные породы (гидротермалиты) имеют адуляр-серицит-гидрослюдисто-кварцевый состав. Руды сформированы образованиями продуктивных минеральных комплексов: золото-адуляр-кварцевого, золото-хлорит-адуляр-кварцевого, золото-карбонат-кварцевого. Оруденение сконцентрировано в большей степени в адуляр-кварцевых жилах, которые группируются в ряд сходящихся пучков на водораздельной части между руч. Рудный Лог и Лосиный (участок Водораздельный). Общее северо-восточное простирание рудных тел совпадает с господствующей системой разрывов.

Рудные тела, секущие вмещающие породы, сформированы в разрывных нарушениях различного масштаба и связаны генетически с вулканическими структурами. Среди разрывных нарушений выделяют вероятно крупные трещины отрыва.

Рудные тела сформированы путем выполнения полостей, а также метасоматически. Они имеют пласто- или линзообразную форму и представляют собой в плане относительно прямолинейные или незначительно изогнутые лентообразные тела протяженностью до нескольких сотен метров с редкими апофизами и расщеплениями.

В разрезе рудные тела представлены крутопадающими маломощными кварцевыми жилами и зонами прокварцевания, в которых по концентрациям золота образуются бедные и рядовые руды. Положение оруденения определяется зонами сочленения рудоносных структур встречного падения, образующими в плане и разрезе клиновидные блоки.

### **1.3.2. Морфология и внутреннее строение рудных тел**

Рудные тела представлены прожилково-жильными зонами, в которых наблюдалось неоднократное брекчирование и наложение нескольких стадий минерало- и рудообразования, и жилами выполнения с четкими контактами. Рудные тела по наличию рудных минералов убогосульфидные (до 0,5...1,0%), но местами концентрация сульфидов достигает и больших значений до 20–30 %. Рудные тела сопровождаются аргиллизацией, пропилитизацией, березитизацией и адуляр-серцит-кварцевыми метасоматитами. Главными рудными сульфидными минералами являются пирит и арсенопирит, реже сфалерит, галенит, халькопирит, пирротин и др.

Установленные золоторудные тела с промышленным содержанием золота выше 2,2 г/т сгруппированы в 7 проявлений: Риолитовое, Юрьевское, Одиночное, Августовское, Ложковое, Придорожное, Склоновое. Они представляют собой минерализованные зоны дробления с осевыми кварцевыми жилами.

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

### **1.4.1. Топографо-геодезические работы**

Топографо-геодезические работы по обеспечению геологоразведочных работ проводились в Государственной системе координат (1942г.) и Балтийской системе высот (1977г.) Топографические привязки скважин, горных выработок и значительной части точек наблюдения в маршрутах осуществлялись силами ФГУГП «Запсибгеолсъемка» (Лицензия № ЗСГ-0044Г от 03.12.2002 г., выданная Федеральной Службой Геодезии и Картографии России, г. Новосибирск) с помощью спутникового навигатора GPS. Имеющиеся топографические карты масштаба 1:50 000 и 1:25000, выполненные в системе координат 1942 года, по своей точности соответствуют требованиям, предъявляемым к разбивочно-привязочным работам с помощью глобальных спутниковых навигационных систем. При удалении участка на расстояние более 10 км от пунктов Государственных геодезической и нивелирной сетей допускается применение местной системы координат и высот – единой для всего комплекса геологоразведочных работ на данном участке. Исходные пункты и данные местной системы координат и высот определяются любыми средствами и методами, обеспечивающими заданную точность проектируемых работ. «Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геолого-разведочных работ».

Учитывая отсутствие пунктов государственной геодезической сети на участке работ, привязка геологических выработок выполнена в местной (условной) системе. В районе базового лагеря закреплена долговременная базовая точка, координаты которой определены несколькими сериями наблюдений JPS навигатором. Большое количество наблюдений позволило повысить точность определения местоположения точки в плане и максимально приблизить местную систему к государственной геодезической

1942 г.

В период проведения топографо-геодезических работ, выполнен следующий объем задач: прорублено визирок (профилей и магистралей) шириной 0,7 м общим объемом 114,7 пог. км. В этом же объеме произведена разбивка профилей и магистралей с промером и пикетажем через 40 м. В ходе работ выполнена выноска в натуру проектного положения геологопоисковых выработок с закреплением их на местность с помощью навигатора GPS-72, в объеме 215 шурфов, 13 траншей, 47 вертикальных скважин и 15 наклонных поисковых скважин. По окончании проходок они были привязаны с помощью спутникового приёмника GPS – 4600 LS Surveyor компании Trimble Navigation. Всего с помощью спутникового приемника привязано 10 траншей, 59 скважин и 1 шурф. В каталог введено 59 точек координат и высот устьев пробуренных скважин.

В результате обработки измерений на геодезическом пункте и определяемой точке находится местоположение точки на местности. При необходимости производят корректировку положения точки. После закрепления точки проводят контрольную съёмку её местоположения.

Эту же методику применяют при съёмке устья пробуренных скважин, но с большим промежутком времени измерений в сеансе для повышения точности. Так, на выноску с закреплением одной проектной точки планируется 80 мин.

#### **1.4.2. Буровые работы**

Бурение скважин является основным видом работ, в связи с закрытостью территории исследований, – наличием значительного по мощности чехла (до 5...10 м), рыхлых четвертичных отложений, необходимостью перебуривания выветрелых пород и выхода из зоны окисления в первичные золотоносные породы с сульфидной минерализацией. В пределах Водораздельного участка проведено 2 вида

буровых работ:

- картировочное бурение,
- поисковое бурение;

Проектом предусмотрено проведение разведочного бурения.

#### *Картировочное бурение*

Проводилось самоходной буровой установкой УКБ-4С. Основной диаметр бурения 93мм, запасной – 76 мм. Всего пробурено 47 скважин (2020 пог. м) при средней глубине 43 м (от 22,6 м до 70,5 м). Средний выход керна по рудным интервалам составил 80 %. Бурение проводилось по породам IV–X категории, по результатам наземных геофизических и геохимических работ, горно-проходческих работ.

Скважины задаются по профилям, ориентированным в крест предполагаемого простирания аномальных зон и рудоносных структур. Расстояние между скважинами в профилях составляет от 20 до 40 м, в местах подсечения рудных зон, для определения границ их распространения, произведено их сгущение до 10 м.

#### *Поисковое бурение*

Основные диаметры бурения 93 и 76 мм. Угол наклона скважин составил по данным инклинометрии от 14 до 28,3° к вертикальной оси. Объем бурения составит 2012,7 пог.м. Всего пробурено 12 скважин глубиной от 40 до 200 м, в среднем 134,2 м. Средний выход керна по рудным интервалам не менее 80 %.

Фактическая категория пород по буримости составила: по рыхлым отложениям IV-VI, по сливным образованиям «железной шляпы» – VIII, по коренным породам – от VIII (мраморизованный известняк, вулканиты, порфиры) до IX-XI (жильный кварц, окварцованные породы).

По итогам проведения буровых работ будет произведена оценка перспективности дальнейших исследований. Результаты буровых работ будут использованы при оценке прогнозных ресурсов по категории P<sub>1</sub>.



*Разведочное бурение с ГИС* планируется проводить на третьем этапе работ. Бурение скважин предполагается проводить самоходной буровой установкой УКБ-200/300С. Запланировано 7 скважин глубиной от 20 до 60 м (средняя глубина бурения составляет 38 м).

### **1.4.3. Геофизические работы**

Геофизические работы применяются для:

- повышения качества геологической документации разведочных скважин в процессе их геологического картирования;
- получения дополнительных гидрогеологических и инженерно-геологических сведений;

Геофизические исследования скважин на участке «Водораздельный», согласно проекту, будут проводиться Каротажной партией ФГУПП «Запсибгеолсъемка».

Всего на участке будет пробурено 7 разведочных скважин (266,5 п. м.). Каротаж выполняется в 7 скважинах. Все скважины вертикальные.

В соответствии с поставленными задачами предусматривается применение следующих методов каротажа в комплексе: радиоактивных – гамма-каротаж (ГК), гамма-гамма каротаж (ГГК); электрических – каротаж сопротивлений (КС), метод потенциалов (ПС); кавернометрия и инклинометрия.

Геофизические исследования будут выполняться цифровой каротажной станцией с регистратором «КАРАТ-У», использующей программу Log\_mine разработанной НПО «Тверь-геофизика» для рудноугольного каротажа. Контрольные измерения производят при спуске снаряда, а основные измерения – при подъеме.

Геофизические исследования выполняются в соответствии с договором и требованиями технической инструкции. Точность измерений оценивается путем контрольных измерений.

#### 1.4.4.Опробование

Для выполнения задачи разведки на золото и серебро минерализованных пород рудных зон будут проводиться следующие виды опробования:

- штуфное опробование;
- бороздовое опробование;
- керновое опробование;
- отбор малообъёмных технологических проб.

Штуфное опробование проводится в небольшом объёме при проведении поисковых маршрутов. Пробы отбираются из коренных обнажений, делювиальных и элювиальных глыбовых развалов минерализованных пород и руд, окисленных минерализованных пород и руд с целью определения концентраций в них золота и серебра, а также для петрографических и минераграфических исследований свойств пород и руд. Масса штуфов составляет 1...2 кг.

Бороздовое опробование из поверхностных горных выработок. Проектом предусматривается отбор 400 бороздовых проб (350 проб по траншеям и 50 проб по шурфам) с сечением борозды 3x10 см и средней длиной 1 м. Предусматривается проводить отбор бороздовых проб вручную из траншей и шурфов, вскрывших потенциально золотоносные минерализованные породы, сульфидные вкрапленные и прожилково-вкрапленные руды, окисленные руды и обломочно-глинистые коры выветривания по минерализованным породам и рудам с целью их оценки на золото, серебро и попутные полезные ископаемые. По свежим и слабо измененным породам предполагалось проведение литохимического опробования.

Все данные опробования заносятся в журнал документации горных выработок. Пробы отбираются по породам VI-XVIII категории.

Отбор проб из керна буровых скважин проводится для оценки на золото и серебро всех разновидностей пород и руд кернавому опробованию

подвергается весь керн поисково-картировочных и поисковых скважин за исключением кернового материала из слоя покровных суглинков. Средняя длина рядовых керновых проб равна 1 м, в пробу отбирается весь керновый материал, за исключением отобранных образцов. Средний вес одной пробы составит около 5,5 кг (от 4 до 9 кг, в зависимости от диаметра бурения и выхода керна).

Шлиховое опробование. Для определения концентрации свободного гравитационного золота, изучения минералогического состава шлихов и морфологии золотин в корах выветривания минерализованных пород в процессе проведения горных работ будет отобрана 21 шлиховая проба. Пробы отбираются из стенок и забоя горных выработок бороздовым способом. Средняя длина секций 1,0 м, сечение борозды 10 x 10 см, объем пробы 0,01 м<sup>3</sup>. Категория опробуемых пород VI.

Для изучения возможности применения различных технологических схем извлечения золота и серебра будет произведён отбор (из керна скважин и горных выработок).

#### **1.4.5. Обработка проб**

Обработка рядовых литохимических, бороздовых и керновых проб, промывка шлиховых проб, а также отдельные виды лабораторных исследований (спектральный полуколичественный анализ, петрографические, минералогические и минераграфические исследования) будет осуществляться собственными силами в лаборатории ФГУГП «Запсибгеолсъемка».

Обработка (промывка) материала шлиховых проб, отобранных из золотоносных кор выветривания, будет осуществляться на установке ПОУ-4-2М с доводкой на сеператоре «Knelson-7,5», установленных на базе ФГУГП «Запсибгеолсъемка». Сборником сметных норм (ССН в. 1, ч.5.) установлены нормы времени на промывку на установке ПОУ-4-2М при объеме рядовой

пробы  $0,08\text{м}^3$ . Учитывая малый объем рядовой пробы на промывку по проекту ( $0,01\text{м}^3$  и менее) и, исходя из фактических затрат времени на обработку аналогичных проб (по опыту работ), в расчет затрат времени на обработку (промывку) начальных проб введен коэффициент 5,0.

Обработка рядовых проб, отобранных для проведения пробирного, химического, спектрохимического и спектральных анализов будет производиться по схемам, составленным на основании формулы:

$$Q = k \cdot d^2, \quad (1.1)$$

где  $Q$  – масса исходной пробы, г;

$k$  – коэффициент неравномерности распределения полезных компонентов, с учетом весьма неравномерного распределения принимаем,  $k = 0,7$ ;

$d$  – диаметр наиболее крупных частиц в пробе; для бороздовых проб,  $d = 60$  мм, для керновых проб  $= 100$  мм.

На обработку будут отправлены все литохимические, сборно-точечные, бороздовые, керновые пробы, отобранные из коренных пород и руд, структурных кор выветривания.

При составлении схемы будет учитываться, что дробление и измельчение пробы необходимо производить до тех пор, пока масса, рассчитанная по формуле Ричардса-Чечетта, при диаметре частиц, полученном на данной стадии измельчения, не будет меньше исходной массы пробы более чем в два раза. В общем виде схема обработки бороздовых и керновых проб представлена на рисунках 1.2 и 1.3.

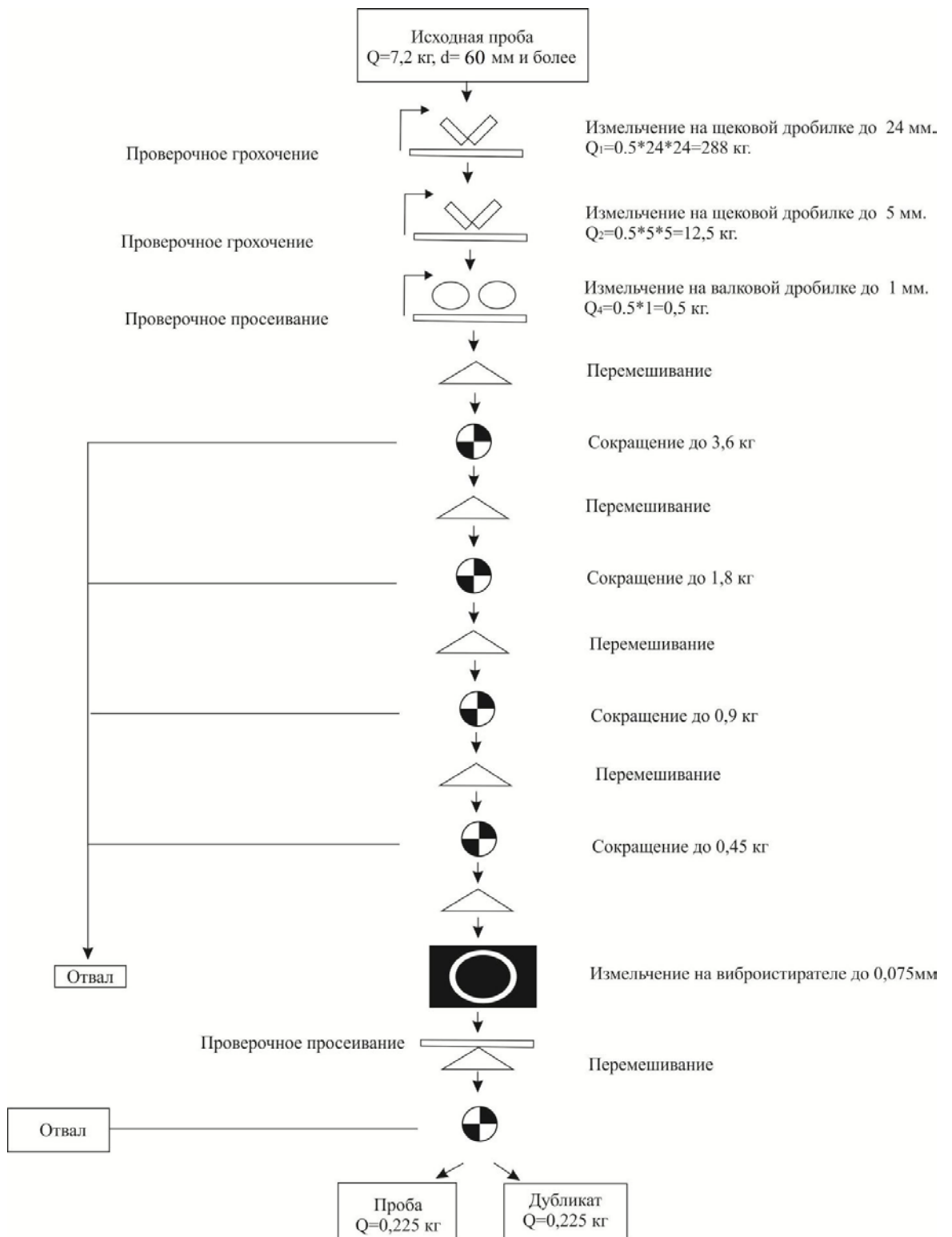


Рисунок 1.2 – Рекомендуемая ЦНИГРИ схема обработки бороздовых проб

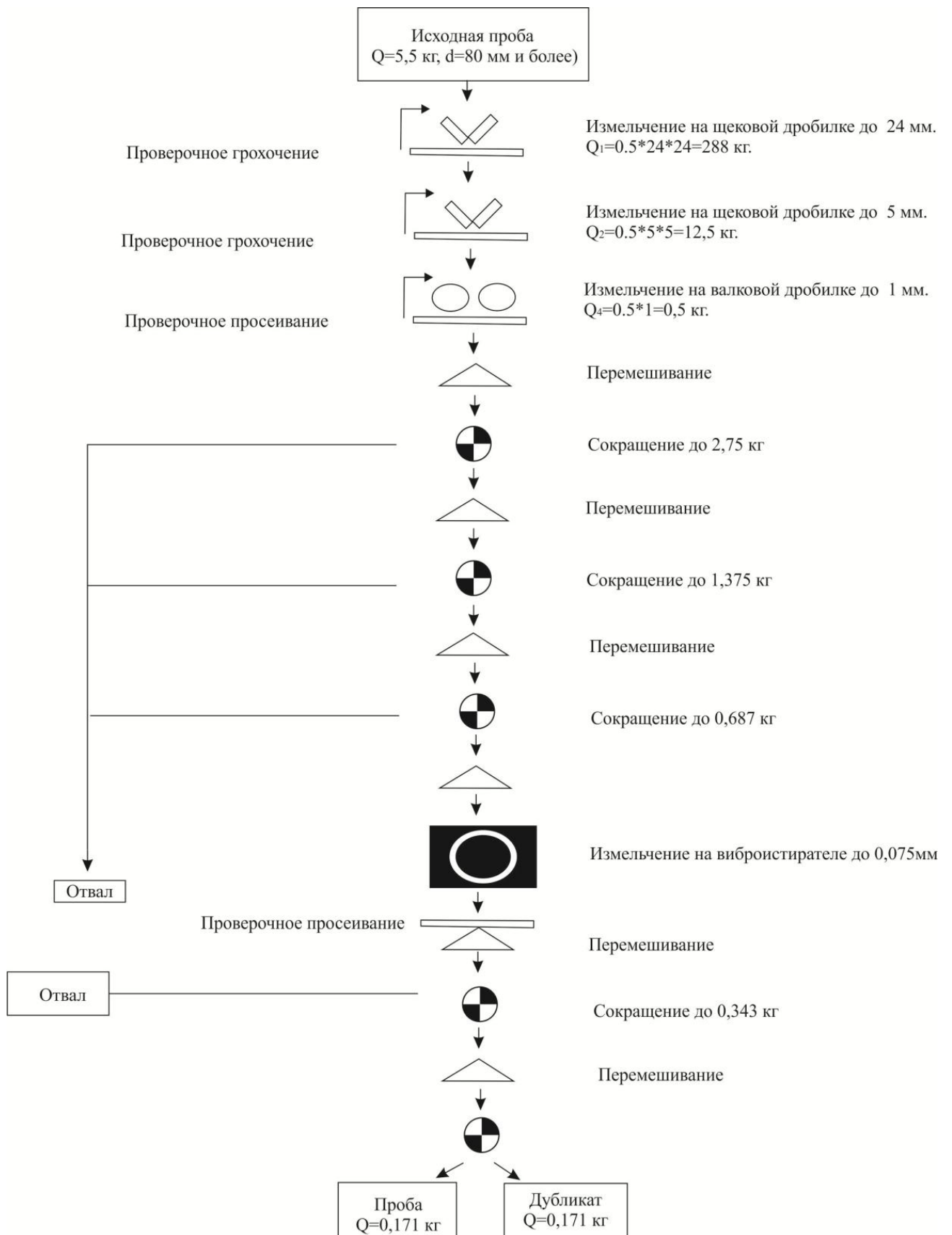


Рисунок 1.3 – Обработка керновых проб

## 1.4.6. Контроль опробования

### 1.4.6.1. Контроль пробоотбора

В процессе ГРП будет систематически осуществляться контроль:

- соответствия расположения проб и их параметров условиям залегания, морфологии, внутреннему строению и изменчивости рудных тел;
- равномерности отбора материала по всей длине минеральных проб с соблюдением постоянства их сечений;
- соответствия фактической массы отбираемых проб их теоретической массе;
- сохранности проб в процессе их транспортировки от места отбора до лаборатории;
- правильности ведения технической документации.

Оценка точности способа опробования будет производиться путём повторного отбора проб пересечений рудных тел тем же способом в тех же интервалах. Это позволит определить случайную среднеквадратичную погрешность способа опробования по формуле:

$$\delta_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{i1} - C_{i2})^2}{2n}}, \quad (1.2)$$

где  $C_{i1}$  – содержание полезного компонента по интервалам опробования в основных пробах;

$C_{i2}$  – то же в контрольных пробах;

$n$  – число парных определений.

Оценка достоверности способа опробования будет производиться сопоставлением его данных с результатами отбора более достоверных представительных проб.

Оценка систематической погрешности способа опробования будет определяться по формуле:

$$\bar{d} = \frac{\sum C_{i0} - C_{in}}{n} = \frac{\sum d_i}{n}, \quad (1.3)$$

$$d_r = \frac{\bar{d}}{C_0} \cdot 100, \quad (1.4)$$

где  $\bar{d}$  – средняя систематическая погрешность основного способа относительно контрольного в единицах содержания;

$C_{i0}$  и  $C_{in}$  – содержание полезного компонента;

$C_0$  – среднеарифметическое содержание полезного компонента основного способа опробования;

$d_i$  – разница между содержанием основного и контрольного способов;

$d_r$  – средняя относительная систематическая погрешность.

Контроль массы проб будет производиться путем сравнения расчетных и фактических масс проб. Расчетная масса керновых проб будет определяться по формуле:

$$P_{\text{рас}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l \cdot d, \quad (1.5)$$

Для бороздовых проб:

$$P_{\text{рас}} = S \cdot l \cdot D, \quad (1.6)$$

где  $D$  – диаметр керна в см;

$l$  – длина опробуемого интервала;

$d$  – объемная масса руды, г/см<sup>3</sup>;

$S$  – площадь поперечного сечения борозды.

Случайные отклонения фактической массы пробы от расчётной не должны превышать 10%.

#### **1.4.6.2. Контроль качества обработки проб**

Конечный материал пробы, из которого отбирается навеска для аналитических работ, будет принят по схеме путем последовательного дробления (измельчения) и сокращения. Для определения надежной массы пробы будет использоваться формула Ричарда-Чечотта:



$$Q = k \cdot d^2, \quad (1.7)$$

где  $k$  – значение, которое определяет зависимость массы пробы от однородности руды;

$d$  – наибольший диаметр частицы.

Количество обработки проб будет контролироваться постоянно следующим образом:

- систематический контроль за работой проборазделочного цеха;
- строгое соблюдение схемы обработки проб;
- контроль качества работы дробилок и оборудования для сокращения проб;
- сравнение результатов анализов параллельно обрабатываемых из отходов сокращения, с анализом основной пробы.

Сопоставление начальной и конечной масс проб будет контролировать процесс квартования.

## **2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ**

### **2.1. Организация буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения**

На предыдущих этапах разведки месторождения было выполнено 2 вида буровых работ:

- картировочное бурение;
- поисковое бурение.

На поисковом этапе пройдено 12 скважин глубиной от 40 до 200 м. Сооружение скважин осуществлялось самоходными буровыми установками УКБ-4С, электроснабжение – от дизельной электростанции. Очистным агентом служила техническая вода. Выход керна по полезному ископаемому составил 80%.

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

Основными факторами при выборе способа бурения, оборудования и всех технических средств являются: геологические условия (физико-механические свойства горных пород и полезного ископаемого, слагающего геологический разрез; наличие в разрезе зон осложнений, степени интенсивности водопритоков), глубина, диаметр и профиль скважины [1].

Из основных способов бурения скважин, применяемых при геологоразведочных работах, самым целесообразным в данном случае является колонковое вращательное бурение, твердосплавными и алмазными коронками.

Данный способ является наиболее распространенным при сооружении поисковых и разведочных скважин на твердые полезные ископаемые. Основным преимуществом 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].

Способы удаления продуктов разрушения при бурении указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Способы удаления продуктов разрушения при бурении скважин (по С.С. Сулакшину) [1]

Класс	Удаление продуктов разрушения	
	Способы	Средства
1	Механический	подъем бурового инструмента на поверхность вращение винтового транспортера (шнека) задавливание продуктов разрушения в стенки скважины
2	Гидравлический	поток промывочной жидкости
3	Пневматический	поток сжатого воздуха (газа)
4	Комбинированный: гидропневматический  гидромеханический  пневмомеханический	поток сжатого воздуха и циркуляция промывочной жидкости  поток промывочной жидкости и подъем бурового инструмента на поверхность  поток сжатого воздуха и подъем бурового инструмента на поверхность

Данный проект предусматривает гидравлический способ удаления продуктов разрушения, который в свою очередь подразделяется на следующие способы промывки:

- 1) прямая;
- 2) обратная;

3) местная (призабойная);

4) комбинированная.

Система промывки оказывает наиболее сильное воздействие на керн, но не в скважине, а в керноприемной части снаряда, в которой промывочная жидкость непосредственно контактирует с керном. Был выбран прямой способ промывки.

Данный способ промывки показан на рисунке 2.1, а. Буровой раствор подается к забою через буровой снаряд и поднимается по зазору между снарядом и стенками скважины.

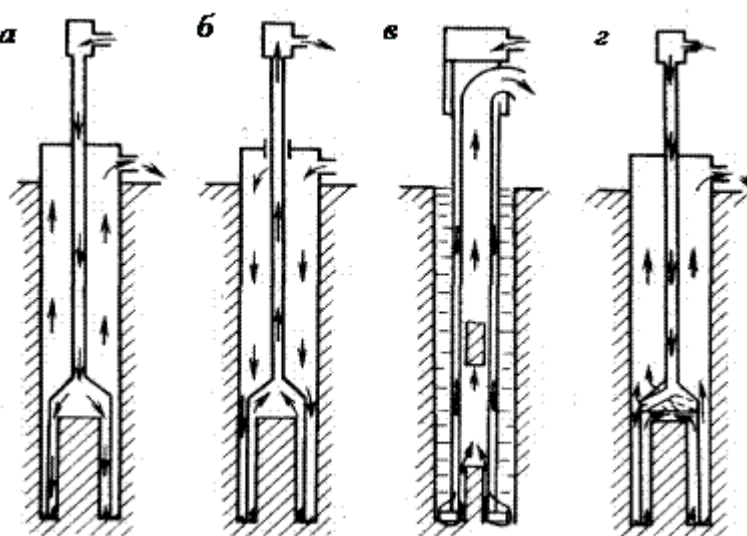


Рисунок 2.1 – Схемы промывки скважин:

а – прямая; б – обратная; в – промывка с гидротранспортом керна;

г – комбинированная

### 2.3. Разработка типовых конструкций скважин

Конструкция скважины – характеристика буровой скважины, содержащая информацию о её длине, диаметре ствола по интервалам глубины, числе, диаметре и длине обсадных колонн, параметрах направления, интервалах тампонирования и т.п.

При разработке конструкции скважины приходится одновременно иметь в виду и оперировать обширной информацией по разным вопросам, прежде всего: геологический разрез, полезное ископаемое, поставленные задачи; возможные осложнения при бурении, материально-техническое обеспечение и др.

Выбор конструкции скважины во многом зависит от технологических особенностей выбранного способа бурения и является определяющим при проектировании рациональных режимов бурения.

Конструкция скважины должна обеспечивать:

- в первую очередь, выполнение геологической задачи и получение кондиционного керна;
- выполнение геологических исследований; возможность применения основных видов скважинной аппаратуры и приборов, необходимых для проведения исследований в скважине;
- соответствующую изоляцию горизонтов друг от друга и от поверхности, надежное закрепление проницаемых и ослабленных интервалов;
- достижение запроектированной глубины;
- реализация запроектированных методов и режимов бурения; высокие скорости проходки;
- минимальные энергетические и материальные затраты, вследствие чего необходимо стремиться к минимальным диаметрам ствола скважины с наибольшим процентом выхода керна;
- сокращение затрат на решение геологической задачи и повышение качества геологической информации за счет выбора оптимальной

- трассы скважины с использованием методов направленного бурения;
- соблюдение требования об охране недр и защите окружающей среды.

### 2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Конечный диаметр скважины обусловлен минимально допустимым диаметром керна по последнему пласту полезного ископаемого, обеспечивающего необходимую достоверность опробования. Одновременно должна быть обеспечена возможность применения на любом интервале скважины основных видов скважинной аппаратуры [1].

Рекомендации по выбору минимально-допустимого диаметра керна приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Минимально-допустимые диаметры керна в зависимости от типа месторождения и полезного ископаемого [1]

Генетические типы месторождений	Промышленные типы руд (полезных ископаемых)	Рекомендуемый минимальный диаметр керна, $d_{kmin}$ , мм
1	2	3
Собственно магматические	Хромитовые	22
	Титаномагнетитовые	32
	Медно-никелевые	32-42
	Редкометальные	32
Пегматические	Редкометальные	42-60
Контактово-метасоматические (скарновые)	Железные	32
	Молибдено-вольфрамовые	32-60
	Медные	32
	Руды других металлов (Au, Pb, Zn)	32

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
Гидротермальные	Меднопорфировые	42
	Колчеданные	32
	Медистые песчаники	22
	Сидеритовые	22
	Вольфрамо-молибденовые	32-60
	Оловянные	32-42
	Свинцово-цинковые	22-32
	Сурьмяно-ртутные	60
Гидротермальные	Золотые	22-32
	Ураново-ванадиевые	22

Исходя из таблицы 2.2, выбран минимальный диаметр керна  $d_{\text{кmin}} = 32$  мм.

Следующим шагом определяется минимально возможный внутренний диаметр коронки  $D_{\text{вmin}}$  (2.1), необходимый для получения минимально допустимого диаметра керна  $d_{\text{кmin}}$ . Учитывается и тот факт, что полученный керн всегда имеет меньший диаметр, чем внутренний диаметр коронки –  $D_{\text{в}}$ . Это уменьшение зависит от применяемого инструмента, категории горной породы по буримости, используемой технологии бурения.

$$D_{\text{вmin}} = d_{\text{кmin}} + \Delta, \quad (2.1)$$

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

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

$$\Delta = 20 - 8 \cdot \ln 9 = 20 - 8 \cdot 2.2 = 2.4 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{вmin}} = 32 + 2.4 = 34.4 \text{ мм.}$$

Также определяется минимально возможный диаметр скважины  $D_{\text{сmin}}$  по типу используемой в данном интервале скважины геофизической или другой

скважинной аппаратуры. Определяется он по формуле:

$$D_{\text{сmin}} > (1.03 - 1.05)D_a, \quad (2.3)$$

где  $D_a$  – диаметр применяемой аппаратуры (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Габариты аппаратуры для проведения исследований в скважинах

[1]

Аппаратура	$D_a$ , мм
1. Инклинометр: МТ-1	32
2. Кавернометр: ИМ-2	40

По формуле 2.3:

$$D_{\text{сmin}} > 1.04 \cdot 40,$$

$$D_{\text{сmin}} > 42 \text{ мм.}$$

Следующим шагом выбирается конкретный типоразмер технического средства, обеспечивающего кондиционный выход керна по полезному ископаемому. Исходя из условий:  $D_b > D_{\text{min}}$  и  $D_n > D_{\text{сmin}}$ , был выбран одинарный колонковый снаряд (ОКС), типоразмеры которого приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Типоразмеры ОКС [1]

Тип, марка, название бурового снаряда, способа бурения	Тип и размеры коронки (А – алмазная, Т – твердосплавная)		Тип керноприемной трубы	Система промывки	
	тип	размеры, мм			
		$D_n$			$D_b$
ОКС	А-Т	151	133;112	Вращающаяся	прямая
		132	114;92		
		112	94;73		
		93	75;57		
		76	59		
		59	44		
		46	31		





На основании полученных данных выбрана коронка с наружным и внутренним диаметрами 76 и 59 мм соответственно.

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

Геологический разрез по оси скважины преимущественно представлен андезитовыми туфами. Эти породы являются плотными, устойчивыми и среднеабразивными и относятся к VIII-IX категории по буримости.

Учитывая вышесказанное, рационален спуск обсадных труб с последующим тампонированием только на интервале 0-9 м (углубление в твердые породы на 2 м), так как данный интервал сложен песчанистыми и полутвердыми глинами.

Конструкция скважины указана на рисунке. 2.2.

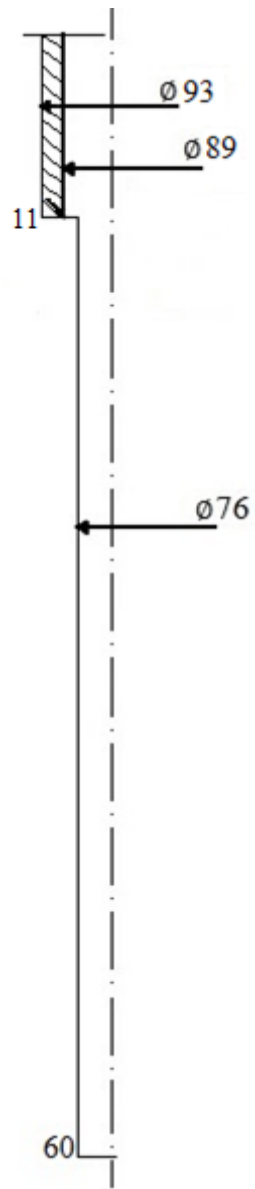


Рисунок 2.2 – Конструкция скважины

## 2.4. Выбор буровой установки

Максимальная глубина скважин составляет 60 м при конечном диаметре 76 мм. Исходя из этих параметров, допускается выбор буровой установки УКБ-200/300С.

Самоходная буровая установка УКБ-200/300С предназначена для колонкового вращательного бурения скважин в горных породах I-XII категорий по буримости. Данная буровая установка комплектуется станком СКБ-200/300, который имеет шпиндельный вращатель с ходом подачи – 500 мм. Угол наклона мачты буровой установки – до 60-70°. Оборудование смонтировано на автомашине ЗИЛ-131 (рисунок 2.3). На шасси автомобиля расположены буровой станок с дизелем марки Д37Е, мачта 2, трубооборот 3, буровой насос 4. Мачта сварной конструкции (из уголков) оснащена двухроликовым кронблоком и свечеприемником для установки бурильных труб без участия верхового рабочего.

В конструкции буровой установки использованы автомобильные узлы (коробка передач, фрикцион, коробка отбора мощностей с маслососом, карданный вал), а также гидрораспределитель от трактора Т-40 [4].

Техническая характеристика буровой установки приведена в таблице 2.5.

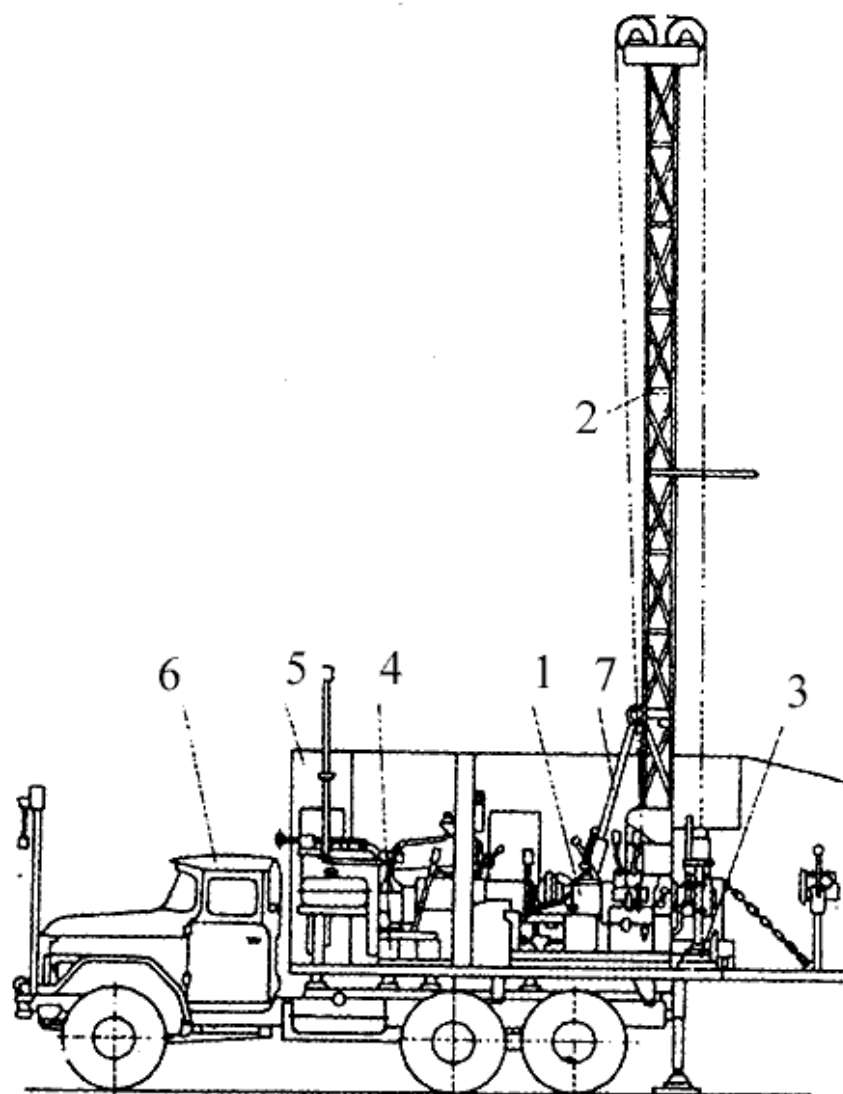


Рисунок 2.3 – Самоходная буровая установка УКБ-200/300С:

1 – буровой станок с дизелем; 2 – мачта; 3 – трубооборот;  
4 – буровой насос; 5 – укрытие; 6 – кабина; 7 – гидроцилиндр

Таблица 2.5 – Техническая характеристика буровой установки УКБ-200/300С  
[5]

Параметр установки	Значения параметров
1	2
Глубина бурения (м) коронками диаметром: 93 мм 59 мм	200 300
Начальный диаметр скважины, мм	132
Конечный диаметр	93/59*
Угол наклона вращателя (от горизонтали), град.	70-90
Частота вращения шпинделя, об/мин: I диапазон II диапазон	140; 277; 513; 808; 1060 215; 389; 690; 1078; 1580
Лебедка Грузоподъемность на крюке, кН: нормальная максимальная	20,00 32,00
Длина свечи, м	6,2
Высота мачты, м	9,5
Скорость подъема снаряда, м/с	0,69; 1,25; 2,25; 3,5; 5,15
Привод установки	Дизель Д37Е-С2 с воздушным охлаждением и запуском от пускового двигателя
Мощность двигателя, кВт	30

Продолжение таблицы 2.5

1	2
Труборазворот	РТ-300
Привод	гидравлический
Максимальный крутящий момент, Н.м	220
Частота вращения, об/мин	75
Диаметр проходного отверстия, мм	140
Тип насосной установки	НБЗ-120/4,0
Масса бурового станка без двигателя, кг	975

\* – для алмазных коронок

### 2.4.1 Выбор бурильных труб

В соответствии с конечным диаметром скважины (76 мм), были выбраны стальные бурильные трубы ниппельного соединения марки СБТН-68. Характеристики данных труб приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика СБТН-68

Параметр	Значение
Наружный диаметр трубы, мм	68
Внутренний диаметр трубы, мм	59
Толщина стенки трубы, мм	4,5
Масса 1 м трубы, кг	7,05
Длина трубы, мм	3000; 4500; 6000
Наружный диаметр ниппеля, мм	68,5

### 2.4.2. Буровой насос

Для бурения скважин на данном участке был выбран плунжерный буровой насос НБЗ-120/4,0 (таблица 2.7)

Таблица 2.7 – Техническая характеристика бурового насоса НБЗ-120/4,0 [5]

Параметры	Значение
Тип насоса	Плунжерный
Производительность, л/мин	15; 19; 40; 70; 120
Давление, Мпа	4,0; 4,0; 4,0; 4,0; 2,0
Диаметр плунжера	45,4; 63
Длина хода плунжера, мм	60
Количество плунжеров	3
Мощность двигателя, кВт	7,5

### 2.4.3. Буровая мачта. Буровое здание

Мачта установки, показанная на рисунке 2.3, представляет собой четырехгранную ферму, для изготовления которой использованы уголки из низколегированной стали. Ферма расположена на постаменте, вместе с которым она может быть установлена под заданным углом для бурения наклонных скважин. Угол наклона скважин изменяется при помощи винтового подкоса. Для укладки в транспортное положение вдоль оси установки ферма поворачивается относительно постамент на шарнирной опоре посредством гидроцилиндра, который обеспечивает также и ее подъем. При наклонном бурении на мачте монтируется канатная направляющая для каретки с вертлюжной скобой, выводящая элеватор на устье скважины. Мачта снабжена штангоприемником и подсвечником, которые, в свою очередь, делают возможной работу с полуавтоматическим элеватором.

Рабочая площадка оборудована на платформе автомобиля, вместе с остальными средствами механизации. Установка снабжена разборным трапом для подъема на платформу, доставки и выноса бурильных труб, колонковых снарядов, различных материалов. Задняя часть платформы закреплена шарнирно и при переездах поднимается для сохранения угла съезда установки.



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

### 2.5.1. Проходка горных пород

На протяжении всего интервала бурения будут использованы твердосплавные и алмазные коронки.

Приведенный разрез, указанный в таблице 2.8, разделен на 4 интервала. Интервал 0-9 м пройден твердосплавной коронкой М5-93. Интервал 9-11 м (с последующим спуском обсадной трубы 89 мм 0-9 м с тампонирующим до устья скважины) алмазной однослойной коронкой 01А4-93. Интервал 11-50 м – 01А4-76. Интервал 50-60 м пройден импрегнированной коронкой 02И4-76 [6 с.153]. Проходка интервала 9-60 с расширителем РСА-76. Технические характеристики коронок указаны в таблице 2.9.

Таблица 2.8 – Усредненный геологический разрез

Породы	Глубина подошвы, м	Категория пород по буримости	Мощность слоя
пески с прослоями серых глин, алевроитов и лигнитов	5	II	5
глины плотные, красновато-коричневые	9	III	4
туфы андезитовые с оруденением	50	VIII	41
туфы андезитовые с карбонатными вкраплениями	60	IX	10

Таблица 2.9 – Технические характеристики коронок

Коронка	Наружный диаметр $D_n$ , мм	Внутренний диаметр $D_v$ , мм	Удельная нагрузка $C_y$ , кН	Число ребер (секторов)	Категории по буримости
М5-93	93	54	0,55	4	II-IV
01А4-93	93	73	0,7	10	VIII-IX
01А4-76	76	58	0,75	8	VIII-IX
02И4-76	76	58	0,9	4	IX-XII

Таблица 2.10 – Зависимость удельных значений параметров от категории пород при алмазном бурении

Категория горных пород по буримости	Удельная нагрузка $C_y$ , кН	Окружная скорость $V_0$ , м/с	Расход промывочной жидкости $q_T$ , л/мин (на 1 см диаметра коронки)
VIII	0,6-0,75	4-3	12-8
IX	0,6-0,75	4-3	10-8
X	0,75-0,9	3-2	8-7
XI	0,9-1,2	3-2	8-6
XII	1-1,5	2-1,5	8-6

Выполним расчет режимных параметров для каждого интервала бурения. Исходные данные для расчетов приведены в таблицах 2.8-2.10.

*Твердосплавные коронки*

Осевую нагрузку вычисляют по формуле, даН:

$$G_o = C_y \cdot m, \quad (2.4)$$

где  $G_o$  – осевая нагрузка, даН;

$C_y$  – удельная нагрузка, кН;

$m$  – количество основных резцов.

Частота вращения коронки  $n$  вычисляется по формуле, об/мин:

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

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

$D_c$  – средний диаметр коронки, м.

Средний диаметр коронки рассчитывается по формуле, м:

$$D_c = (D_n + D_b) \div 2 - \text{средний диаметр коронки.} \quad (2.6)$$

где  $D_n$  – наружный диаметр коронки, мм;

$D_b$  – внутренний диаметр коронки, мм.

Расход промывочной жидкости  $Q$  вычисляется по формуле, л/мин:

$$Q = q_T \cdot D_n, \quad (2.7)$$

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

Интервал 0-9 м, коронка М5-93, категория по буримости – III.

$$G_0 = 0,55 \cdot 16 = 8,8 \text{ кН} = 880 \text{ даН},$$

$$n = (20 \cdot 1,1) / 0,073 = 302 \text{ об/мин},$$

$$D_c = (93 + 54) / 2 = 73,5 \text{ мм} = 0,073 \text{ м},$$

$$Q = 12 \cdot 9,3 = 111,6 \text{ л/мин.}$$

### *Алмазные коронки*

Осевая нагрузка  $G_0$  на алмазную коронку вычисляется по формуле:

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S, \quad (2.8)$$

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;

$S$  – рабочая площадь торца алмазной коронки, см<sup>2</sup>.

Рабочая площадь торца алмазной коронки вычисляется по формуле, см<sup>2</sup>:

$$S = \beta \cdot \frac{\pi}{4} (D_n^2 - D_b^2), \quad (2.9)$$

где  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов (для большинства алмазных коронок  $\beta = 0.8$ ).

Расчет количества подаваемой на забой скважины промывочной жидкости Q, л/мин:

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

где 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);

q<sub>T</sub> – удельное количество подаваемой жидкости, л/мин на 1 см наружного диаметра D<sub>n</sub> алмазной коронки.

Исходные данные для расчетов указаны в таблицах 2.8 и 2.9.

Интервал 9-11 м, коронка 01А4-93, категория по буримости – VIII:

$$D_c = (93+73)/2 = 83 \text{ мм},$$

$$G_o = 1 \cdot 0,7 \cdot S = 14,63 \text{ кН} = 1463 \text{ даН},$$

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (9,3^2 - 7,3^2) = 20,9 \text{ см}^2,$$

$$Q = 1 \cdot 10 \cdot 9,3 = 93 \text{ л/мин},$$

$$n = \frac{20 \cdot 3}{0,083} = 723 \text{ об/мин}.$$

Интервал 11-50 м, коронка 01А4-76, категория по буримости VIII:

$$D_c = (76+58)/2 = 67 \text{ мм},$$

$$G_o = 1 \cdot 0,7 \cdot S = 17,57 \text{ кН} = 1757 \text{ даН},$$

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (7,6^2 - 5,8^2) = 25,1 \text{ см}^2,$$

$$Q = 1 \cdot 9 \cdot 7,6 = 68,4 \text{ л/мин},$$

$$n = \frac{20 \cdot 3}{0,067} = 896 \text{ об/мин}.$$

Интервал 50-60 м, коронка 02И4-76, категория по буримости IX-X:

$$D_c = (76+58)/2 = 67 \text{ мм},$$

$$G_o = 1 \cdot 0,75 \cdot S = 18,83 \text{ кН} = 1883 \text{ даН},$$

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (7,6^2 - 5,8^2) = 25,1 \text{ см}^2,$$

$$Q = 1 \cdot 8 \cdot 7,6 = 60,8 \text{ л/мин},$$

$$n = \frac{20 \cdot 3}{0,067} = 896 \text{ об/мин}.$$

Полученные и уточненные данные, для наглядности, приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Данные для расчета режимных параметров бурения

№, п/п	Интервал, м	Порода	Тип ПРИ	Диаметр коронки $D_n$ , мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
					удельная $C_y$ , кН	расчетная $G_0$	уточненная $G_0$	окружная $V$ , м/с	расчетная $n$ , об/мин	уточненная $n$ , об/мин	$q_T$ , л/мин на 1 см $D_n$	расчетная $Q$	уточненная $Q$
1	0-7	III	M-5	93	0,55	8,8	9	1,1	302	389	12	111,6	120
2	7-9	VIII	01A4	93	0,7	14,6	15	3	723	808	10	93	120
3	9-50	VIII	01A4	76	0,7	17,6	18	3	896	1078	9	68,4	70
4	50-60	IX-X	02И4	76	0,75	18,8	19	3	896	1078	8	60,8	70

## 2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому

Таблица 2.12 – Классификация пород и полезных ископаемых по трудности получения образцов или проб (по С.С. Сулакшину) [14]

Группы пород или полезных ископаемых	Характеристика основных свойств пород, определяющих условия получения образцов	Поведение пород при бурении и извлечении образцов (керна)	Типичные представители пород
I. Весьма неустойчивые	Практически не имеют связи между зернами, с высокой прочностью отдельных частиц различного гранулометрического состава: сыпучие и плавучие	Происходит перемещение частиц по типу сыпучих тел. Мелкие зерна легко выносятся из колонковой трубы промывочной жидкостью. Рыхлая масса может в колонковой трубе сильно уплотняться с образованием пробки. Крупные частицы (обломки) разрушаются и обкатываются.	Рыхлые несвязные осадочные породы (главным образом продукты физического выветривания): песок, галечник, щебень и др. Сильно перемятые, раздробленные или тонкодисперсные, насыщенные водой
II. Слабо устойчивые	С не очень прочной связью, неоднородные по твердости, сбрекчированные, со слабым цементом, хрупкие, затронутые выветриванием, рассланцованные или разбитые системой трещин, с прожилками невысокой твердости и т. д.	Легко разрушаются при воздействии всех механических факторов, подвергаются избирательному истиранию, которое увеличивается при бурении с продувкой (сухое трение). В ряде случаев размываются промывочной жидкостью. При бурении с неинтенсивным охлаждением керн прижигается. При извлечении из колонкового прибора керн легко разрушается.	Слабо сцементированные брекчии и конгломераты, угли. Слоистые породы с перемежающейся твердостью, пронизанные мягкими прожилками и т. п. Сильно трещиноватые скальные породы (разбитые сложной системой пересекающихся трещин)

Продолжение таблицы 2.11

<p>III. С изменяющейся устойчивостью</p>	<p>Со сложной связью, преимущественно водно-коллоидной или образованной льдом, исчезающей при взаимодействии с водой или при нагревании. Обычно плотные, невысокой прочности, часто влагоемкие. Иногда вязкие, липкие, сильно пористые</p>	<p>Размываются или растворяются промывочной жидкостью, растепаются при повышении температуры. Некоторые разновидности при увлажнении разбухают, резко увеличивая объем. Мерзлые рыхлые породы, оттаивая при действии тепла, теряют устойчивость</p>	<p>Осадочные породы (преимущественно продукты химического выветривания или химические осадки): глины, суглинки, глинистые породы, каменная соль, мел, аргиллиты и др. Скальные сильно трещиноватые породы (содержащие отдельные включения льда в виде прожилков линз и гнезд) и рыхлые пористые породы в порах или в контактах, между частицами которых находится лед (мерзлые породы)</p>
<p>IV. Весьма устойчивые</p>	<p>С жесткой, преимущественно кристаллизационной связью между зернами, спаянные и сцементированные, достаточно прочные, монолитные или слаботрещиноватые, не выветрелые</p>	<p>Практически всегда дают повышенный выход керна (до 100%)</p>	<p>Скальные и полускальные породы: изверженные, осадочные (плотные известняки, сланцы) и метаморфические породы (гнейсы кварциты, мрамор, кристаллические сланцы и др.)</p>

Андезитовые туфы представляют собой обломочный материал, образовавшийся при вулканических взрывах, в дальнейшем сцементированный и уплотненный. Отличительными признаками являются: обломочно-пористое

строение, неоднородность состава, непостоянная окраска, небольшая плотность. Данная характеристика отлично подходит под IV группу классификации, приведенной в таблице 2.12.

Вследствие вышесказанного, в качестве средства для отбора керна, рационально применение одинарного колонкового снаряда. Также выбран прямой вид промывки, показанный на рисунке 2.1, а.

Средства для отбора керна при бурении с прямой промывкой, в соответствии с рисунком 2.4, представляют собой одинарные колонковые снаряды.

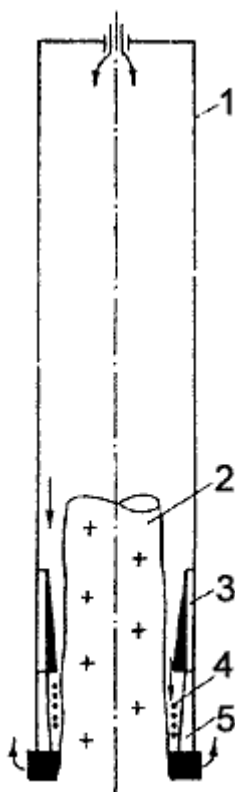


Рисунок 2.4 – Принципиальная схема работы технических средств отбора керна с прямой промывкой (одинарный колонковый снаряд):

- 1 – кернаприемная труба; 2 – керна; 3 – кернаприеное кольцо;  
4 – заклиночный материал; 5 – коронка

Перемещаясь в колонковой трубе, прямой поток промывочной жидкости омывает керна. Частицы разрушенной ГП перемещаются к забою и выносятся через промывочные каналы коронки в скважину.



Промывочные каналы коронки и кольцевой зазор между керном и колонковой трубой выполняют роль классификатора, пропускающего в скважину частицы шлама, меньшие по размеру, при этом крупные частицы шлама скапливаются перед промывочными каналами коронки и в кольцевом зазоре, способствуя самозаклиниваниям керна. Часть осевого усилия передается на керн, ускоряя его разрушение. В одинарных колонковых снарядах керн не защищен от контакта с вращающейся и имеющей поперечные вибрации керноприемной трубой, что способствует его истиранию и дроблению. По мере уменьшения прочности и увеличения степени дезинтеграции горной породы скорость разрушения керна увеличивается.

Преимуществом одинарных колонковых снарядов является простота конструкции и наличие широкого ассортимента серийного породоразрушающего инструмента. Однако следует отметить, что прямая промывка не обеспечивает кондиционного выхода керна при бурении трещиноватых, перемежающихся по твердости и ослабленных горных пород, что вызывает необходимость разработки новых средств с другими типами промывки [7].

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

В качестве промывочного агента предполагается использование малоглинистого раствора на всем интервале бурения скважин.

Состав: 3-7 % высококачественной глины ПБМА\* + вода + 0,5-1,0% полиакриламида

Основные технические параметры[5]:

плотность – 1,02-1,05 г/см<sup>3</sup>;

водоотдача – 3-12 см<sup>3</sup>/30 мин;

условная вязкость – 16-33 с;

кислотность pH – 8-10.

В качестве оборудования для приготовления промывочной жидкости будет использоваться глиномешалка МГ-075. Технические характеристики глиномешалки приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Состав и область применения промывочных жидкостей

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

С целью предотвращения аварий и осложнений важно снижать до минимума содержание в промывочной жидкости шлама. Наиболее эффективную очистку промывочной жидкости могут обеспечить гидроциклонные установки. Проектом предусматривается использование гидроциклонной установки ОГХ-8А, технические характеристики которой приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Технические характеристики гидроциклонной установки ОГХ-8А

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



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

Данным проектом предусмотрено применение обсадных труб ниппельного соединения (ГОСТ 6238-77). Диаметр обсадных труб составляет 89 мм (таблица 2.15). Для закрепления интервала 0-9 м понадобится 6 обсадных труб длиной 1,5 м (таблица 2.15).

Таблица 2.15 – Основные размеры обсадных труб ниппельного соединения и ниппелей к ним [5]

Наружный диаметр трубы и ниппеля, мм	89±0,4
Толщина стенки трубы, мм	4,5(5,0) ± 0,4
Внутренний диаметр ниппеля, мм	78,0
Длина трубы, мм	1000-1500
Масса 1 м трубы, кг	10,8

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

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

2) работы, связанные с подготовкой самой скважины.

Первый вид работ проводится в следующей последовательности:

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

Трубы укладываются в том порядке, в каком они будут опускаться в скважину. После измерения каждой трубы на конце её, обращённом к устью скважины, делают надпись в виде дроби, числитель которой означает номер трубы, а знаменатель – длину трубы в метрах. Второй вид работ сводится к приведению ствола скважины в благоприятное для спуска колонн состояние.

Перед спуском обсадных труб скважину предусматривается интенсивно промыть промывочной жидкостью. После окончания буровых работ, происходит извлечение обсадных труб из скважины.

## 2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

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

Исходные данные: глубина скважины – 60 м, буровая установка – УКБ - 200/300С. Мощность двигателя – 30 кВт, начальный зенитный угол скважины 0°, горная порода – андезитовые туфы, бурильные трубы – СБТН-68, конечный диаметр скважины – 76 мм, очистной агент – малоглинистый раствор.

### 2.7.1. Проверочный расчет мощности привода бурового станка

Суммарная мощность рассчитывается по формуле, кВт [5, с. 70]:

$$N_B = N_{CT} + N_{TP} + N_3, \quad (2.11)$$

где  $N_{CT}$  – затраты мощности для привода бурового станка, кВт;

$N_{TP}$  – мощность на вращение буровой колонны кВт;

$N_3$  – мощность на разрушение пород и преодоление сил трения.

$$N_B = 6,13 + 5,63 + 9,3 = 21,06 \text{ кВт.}$$

$N_{дв} = 30$  кВт, вследствие чего можно сделать вывод, что данной величины достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

Потеря мощности на станке рассчитывается по формуле, кВт [5, с. 71]:

$$N_{CT} = N_{дв} \cdot (0,75 + 0,00012 \cdot n), \quad (2.12)$$

где  $N_{дв}$  – номинальная мощность привода двигателя (станка), кВт.

$$N_{CT} = 30 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 1078) = 6,13 \text{ кВт.}$$

Мощность на вращение буровой колонны рассчитывается по формуле, кВт [5, с. 71]:

$$N_{TP} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot [1,6 \cdot 10^{-8} \cdot (1 + 0,6 \cdot i) \cdot \frac{0,9 + 0,02 \cdot \delta}{1 + 0,013 \cdot \delta} \cdot \frac{D \cdot q}{(EJ)^{0,16}} \cdot$$

$$n^{1,85} \cdot L_{\text{СКВ}}^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin \theta_{\text{CP}}) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot \delta \cdot n \cdot G_{\text{OC}}], \quad (2.13)$$

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

$K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние состояние стенок скважины (каверны, желоба, ствол обсажен) на затраты мощности;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение их о стенки скважины;

$\delta$  – зазор между стенками скважины и бурильными трубами, мм;

$q$  – масса 1 м бурильных труб, кг (7,05 кг);

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

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

$n$  – частота оборотов бурового вала, об/мин;

$L_{\text{СКВ}}$  – глубина скважины, м;

$\theta_{\text{CP}}$  – средний зенитный угол скважины (град.).

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

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d_{\text{H}}^4 - d_{\text{B}}^4), \quad (2.14)$$

где  $d_{\text{H}}$  – наружный диаметр бурильных труб, см;

$d_{\text{B}}$  – внутренний диаметр бурильных труб, см.

$$J = 0,0490625 \cdot (6,8^4 - 5,9^4) = 45,6 \text{ см}^4.$$

Зазор между стенками скважины и бурильными трубами:

$$\delta = 0,5 \cdot (D - d_{\text{H}}), \quad (2.15)$$

где  $D$  – диаметр скважины по расширителю.

$$\delta = 0,5 \cdot (76,4 - 68) = 4,2 \text{ мм}.$$

$K_1 = 1,1$  – при применении нормальных глинистых растворов;

$K_2 = 1$  – нормальный геологический разрез;

$K_3 = 1$  – для ниппельного соединения бурильных труб

$K_4 = 1,1$  – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»;

$K_5 = 1,0$  – для стальных бурильных труб;

$$N_{TP} = 1,1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot [1,6 \cdot 10^{-8} \cdot (1+0,6 \cdot 0) \cdot \frac{0,9+0,02 \cdot 4,2}{1+0,013 \cdot 4,2} \cdot \frac{76,4 \cdot 7,05}{(2 \cdot 10^6 \cdot 45,6)^{0,16}} \cdot 1078^{1,85} \cdot 60^{0,75} \cdot (1+0,44 \cdot \sin 0) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,2 \cdot 1078 \cdot 1880] = 5,63 \text{ кВт.}$$

Мощность на разрушение пород и преодоление сил трения рассчитывается по формуле, кВт [5, с. 74]:

$$N_3 = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot (\mu_0 + 16,7 \cdot \Gamma\Pi \cdot \frac{V_{\text{мех}}}{n}) \cdot (D_H + D_B) \cdot G_{\text{ос}} \cdot n,$$

где  $\mu_0$  – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о горную породу, приведен в таблице 2.16;

$\Gamma\Pi$  – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства горных пород и характер разрушения, приведен в таблице 2.16;

$V_{\text{мех}}$  – механическая скорость бурения, м/ч, приведена в таблице 2.17;

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

$$N_3 = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot (0,07 + 16,7 \cdot 5,0 \cdot \frac{0,75}{1078}) \cdot (76 + 58) \cdot 1880 \cdot 1078 = 9,3 \text{ кВт}$$

Таблица 2.16 – Значения коэффициента  $\Gamma\Pi$  и  $\mu_0$  для различных коронок [5]

№	Тип коронки	$\Gamma\Pi$	$\mu_0$
1	Алмазная импрегнированная	5,0-8,0	0,05-0,1
2	Алмазная однослойная	2,4-3,5	0,03-0,05
3	Алмазная однослойная при ударно-вращательном бурении	1,6	0,03
4	Твердосплавная	2,0	0,1
5	Твердосплавная типа ГПИ	0,32	0,04



Таблица 2.17 – Значения  $V_{\text{мех}}$  для различных пород [5]

Категория ГП по буримости	$V_{\text{мех}}$ , м/ч	Категория ГП по буримости	$V_{\text{мех}}$ , м/ч
I	23,00-30,00	VII	1,90-2,00
II	11,00-15,00	VIII	1,30-1,90
III	5,70-10,00	IX	0,75-1,20
IV	3,50-5,00	X	0,50-0,75
V	2,50-3,50	XI	0,30-0,50
VI	1,50-2,50	XII	0,15-0,25

## 2.7.2. Расчет потерь напора бурового раствора и мощности привода бурового насоса

Мощность электродвигателя для привода насоса, кВт [5, с.84]:

$$N_{\text{н}} = \frac{10 \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}, \quad (2.16)$$

где  $Q$  – производительность насоса, л/с;

$H$  – давление на выкиде насоса (суммарные гидравлические сопротивления), кг/см<sup>2</sup>;

$\eta$  – КПД насоса ( $\eta = 0,8-0,75$ ).

$$N_{\text{н}} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 11,3}{102 \cdot 0,75} = 1,73 \text{ кВт.}$$

Давление на выкиде насоса рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{(L+1500) \cdot v_{\text{тж}}}{2 \cdot g} \cdot \left( \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d_{\text{тр}}} + \frac{\xi}{l} \right), \quad (2.17)$$

где  $L$  – длина трубопровода, м;

$v_{\text{тж}}$  – скорость течения жидкости, л/с;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с (9,8 м/с);

$\lambda_{\text{тр}}$  – коэффициент гидравлических сопротивлений;

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

$\xi$  – коэффициент местных сопротивлений;

$l$  – длина бурильной трубы, м ( $l = 3$ ).

$$H = \frac{(200+1500) \cdot 0,0207}{2 \cdot 9,8} \cdot \left( \frac{0,054}{0,059} + \frac{15,21}{3} \right) = 6,62 \text{ кг/см}^2.$$

Скорость течения жидкости:

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

$$v_{\text{тж}} = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot (2/0,045^2) = 0,0121 \text{ л/с}.$$

Коэффициент гидравлических сопротивлений рассчитывается по формуле Альшуля:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left( \frac{10^{-4}}{d_{\text{тр}}} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, \quad (2.18)$$

где  $\text{Re}$  – режим течения жидкости.

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left( \frac{10^{-4}}{0,059} + \frac{68}{906,83} \right)^{0,25} = 0,054.$$

Режим течения жидкости определяется по формуле:

$$\text{Re} = \frac{v_{\text{тж}} \cdot d_{\text{тр}}}{\gamma}, \quad (2.19)$$

где  $\gamma$  – кинематическая вязкость жидкости,  $\text{м}^2/\text{с}$  (для применяемой промывочной жидкости  $\gamma = 0,785 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ).

$$\text{Re} = \frac{0,0121 \cdot 0,059}{0,785 \cdot 10^{-6}} = 906,83.$$

Коэффициент местных сопротивлений  $\xi$  определяется по формуле Борда-Карно:

$$\xi = 1,5 \cdot [(d_{\text{тр}}/d_{\text{зам}})^2 - 1]^2, \quad (2.20)$$

где  $d_{\text{зам}}$  – внутренний диаметр ниппеля или замка (или высаженной части трубы в месте соединения труб и муфты), м.

Для СБТН-68  $d_{\text{зам}} = 0,028 \text{ м}$ .

$$\xi = 1,5 \cdot [(0,059/0,028)^2 - 1]^2 = 17,75.$$

### 2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

Талевая система предназначена для подъема и поддержания на весу

тяжелого бурового инструмента, представляющая из себя полиспастный механизм. Исходные данные для расчетов приведены в таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Исходные данные

Наименование	Значение
длина колонны L, м	60
средний зенитный угол $\Theta$ , град	0
удельный вес ПЖ $\gamma_{ж}$ , г/см <sup>3</sup>	1,05
удельный вес металла $\gamma_{м}$ , г/см <sup>3</sup>	7,85
мощность двигателя $N_{дв}$ , кВт	30
тип бурового станка	СКБ-200/300
грузоподъемность лебедки $P_{л}$ , кГс	2039
время разгона буровой колонны, с	1,5
тип бурильных труб	СБТН-68
длина свечи $l_{св}$ , м	6
вес 1 м бурильных труб, кг	7,05
вес подвижной части талевой системы	55 кГс

Число рабочих ветвей талевой системы определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{кр}}{P_{лн} \cdot \eta}, \quad (2.21)$$

где  $Q_{кр}$  – нагрузка на крюке при подъеме колонны с конечной глубины из скважины, кГс;

$P_{лн}$  – номинальное тяговое усилие лебедки при минимальной скорости навивки каната на барабан, кгс;

$\eta$  – КПД талевой системы.

$$\frac{Q_{кр}}{P_{лн}} = \frac{1314,5}{2039} = 0,645.$$

Принимаем  $\eta = 0,966$ .

$$m = \frac{540,92}{2039 \cdot 0,966} = 0,27.$$

Принимаем число рабочих ветвей  $m=1$ .

$$Q_{кр} = [a_1 \cdot a_2 \cdot q \cdot L_{скв} \cdot (1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}) \cdot (\cos \theta_{ср} + f_{тр} \cdot \sin \theta_{ср}) + G] \cdot (1 + \frac{V_{кр1}}{9,81 \cdot t}), \quad (2.22)$$

где  $a_1$  – коэффициент, учитывающий ниппельное соединение БТ;  
 $a_2$  – коэффициент дополнительных сопротивлений при подъеме;  
 $\gamma_{ж}$  – удельный вес промывочной жидкости, кг/см<sup>3</sup>;  
 $\gamma_{м}$  – удельный вес металла, кг/см<sup>3</sup>;  
 $f_{тр}$  – коэффициент трения;  
 $G$  – вес подвижной части талевой системы, кГс.  
 $a_1 = 1,05$ ;  $a_2 = 1,2$ .

$$Q_{кр} = [1,05 \cdot 1,2 \cdot 7,05 \cdot 60 \cdot (1 - \frac{1,05}{7,85}) + 55] \cdot (1 + \frac{0,69}{9,81 \cdot 1,5}) = 540,92 \text{ кГс}$$

На основании выполненных расчетов, проектом предусмотрено применение талевой системы со схемой ТС 0x1 – на прямом канате.

### Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии

Нагрузка на мачту для талевой системы на прямом канате рассчитывается по формуле, кГс:

$$Q_0 = Q_{кр} + P_{л}, \quad (2.23)$$

где  $Q_{кр}$  – полный вес бурового снаряда в статическом состоянии, кГс.

$$Q_0 = 540,92 + 355,15 = 896,1 \text{ кГс},$$

$$Q_{кр} = a_1 \cdot q \cdot L_{скв} \cdot (1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}) = 1,05 \cdot 5,5 \cdot 200 \cdot (1 - \frac{1,05}{7,85}) = 300,15 \text{ кГс}.$$

Учитывая, что в статическом состоянии все струны талевой системы нагружены равномерно, принимаем:

$$P_{л} = \frac{Q_{кр} + G}{m}, \quad (2.24)$$

где  $P_{л}$  – усилие в лебедочном конце каната, кГс.

$$P_{л} = \frac{300,15 + 55}{1} = 355,15$$

### Расчет усилий в ветвях талевой системы в статическом состоянии

Все струны талевой системы равномерно нагружены силой  $P$ :

$$P = \frac{Q_{кр} + G}{m} = \frac{355,15 + 55}{1} = 355,15$$

### Расчет усилий в ветвях талевой системы при подъеме инструмента

Усилия в рабочей ветви  $P_1$ , кГс:

$$P_1 = \frac{P_{л}}{\beta}, \quad (2.25)$$

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

$$P_1 = \frac{1040,5}{1,04} = 1000,5 \text{ кГс.}$$

$P_{л}$  выражается из выражения, кГс:

$$Q_{кр} = P_{л} \cdot \frac{\beta^m - 1}{\beta^m \cdot (\beta - 1)}$$

$$P_{л} = Q_{кр} \cdot \frac{\beta^m \cdot (\beta - 1)}{\beta^m - 1} = 300,15 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 288,61 \text{ кГс.}$$

### Расчет усилий при спуске инструмента

При спуске инструмента происходит перераспределение усилий, вследствие чего максимальное усилие будет сосредоточено на прямом конце каната, а минимальное – на лебедочном.

$$P_{л} = 300,15 \cdot \frac{1,04 - 1}{1,04 \cdot (1,04 - 1)} = 288,61 \text{ кГс,}$$

$$P_1 = 300,15 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 312,16 \text{ кГс.}$$

Грузоподъемность в статическом состоянии:

$$Q_0 = Q_{кр} + G + P_{л} \text{ кГс,} \quad (2.26)$$

$$Q_0 = 288,61 + 55 + 312,16 = 655,77 \text{ кГс.}$$

Грузоподъемность при подъеме инструмента рассчитывается по формуле, кГс:

$$Q_0 = \sum P = P_{л} + P_1 = 288,61 + 312,16 = 600,77 \text{ кГс} \quad (2.27)$$

КПД талевой системы рассчитывается по формуле:

$$\eta_{тс} = \frac{P}{P_{л}}, \quad (2.28)$$

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

$P_{л}$  – действительное натяжение на лебедочном конце каната при подъеме инструмента.

$$P = \frac{Q_{кр}}{m}.$$

$$P_{л} = Q_{кр} \frac{\beta^m(\beta-1)}{\beta^m-1}.$$

Подставим  $P$  и  $P_{л}$  формулу 2.27:

$$\eta_{тс} = \frac{\beta^m-1}{m\beta^m(\beta-1)}, \quad (2.29)$$

$$\eta_{тс} = \frac{1.04-1}{1 \cdot 1.04(1.04-1)} = 0,961.$$

### **Определение грузоподъемности талевой системы**

Производится в зависимости от скорости навивки каната на барабан лебедки:

$$V = 2,25 \text{ м/с}.$$

Грузоподъемность однострунной талевой системы определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{102N_0\eta\eta_{тс}}{V_{кр.i}}, \quad (2.30)$$

где  $N_0$  – номинальная мощность двигателя, кВт ( $N_0 = 30$  кВт);

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

$\eta_{тс}$  – КПД талевой системы ( $\eta_{тс} = 0,961$ );

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

$$V_{кр} = \frac{V}{m}, \quad (2.31)$$

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

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

$$Q_i = \frac{102 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 0,961}{2} = 1249,8 \text{ кГс}$$

$$1000,5 \text{ кГс} < 1249,8 \text{ кГс}$$

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

#### **Расчет талевого каната**

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

$$R_k \geq k \cdot P_{л. \max} \text{ кГс}, \quad (2.32)$$

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

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

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

$$P_{л. \max} = \frac{1000 \cdot N_0 \cdot \lambda \cdot \eta}{V_{\min}},$$

$$P_{л. \max} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,95}{0,69} = 45435 \text{ кГс}.$$

На основании вышеприведенных расчетов, логичен выбор каната двойной свивки типа ТК конструкции 6x37+1 0.с.  $\varnothing$  29 мм.

### **2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность**

Расчет бурильных труб сводится к определению запаса прочности в трех характерных сечениях колонны (верхнее, нижнее, нулевое). Анализ исходных данных позволяет сделать вывод о том, что колонна БТ в процессе бурения скважин будет работать с дополнительной осевой нагрузкой, т.к. вес колонны бурильных труб не превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 1337 кГс. Следовательно, расчёт производится только для нижнего сечения.

#### **Расчет колонны бурильных труб в нижнем сечении**

Запас прочности

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

Трубы марки СБТН имеют марку стали СТ45 [5]. Предел текучести при  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет не менее  $355 \text{ Н/мм}^2$  ( $3620 \text{ кгс/см}^2$ ).

Расчет запаса прочности

$$n_{\text{п-п}} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma} K_K} \geq 1,7, \quad (2.33)$$

где  $[\sigma_T]$  – предел текучести материала БТ,  $\text{кгс/см}^2$ ;

$\sigma_{\Sigma}$  – суммарное напряжение в нижней части БТ,  $\text{кгс/см}^2$ ;

$K_K$  – коэффициент концентрации напряжений ( $K = 1,5$ ).

Суммарное напряжение согласно теории прочности,  $\text{кгс/см}^2$ :

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{изг}})^2 + 4\tau^2}, \quad (2.34)$$

где  $\sigma_{\text{сж}}$  – напряжение сжатия,  $\text{кгс/см}^2$ ;

$\sigma_{\text{изг}}$  – напряжение изгиба,  $\text{кгс/см}^2$ ;

$\tau$  – касательное напряжение,  $\text{кгс/см}^2$ .

Напряжение сжатия определяется по формуле,  $\text{кгс/см}^2$ :

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{ос}}}{F}, \quad (2.35)$$

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

$F$  – площадь сечения БТ,  $\text{см}^2$ .

Площадь сечения буровых труб определяется по формуле,  $\text{см}^2$ :

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2), \quad (2.36)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ,  $\text{см}$ ;

$d_1$  – внутренний диаметр БТ,  $\text{см}$ .

$$F = 0,785 \cdot (6,8^2 - 5,9^2) = 8,97 \text{ см}^2,$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{1880}{8,97} = 209,59 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E I \varphi}{l^2 W_{\text{из}}}, \quad (2.37)$$

где  $E$  – модуль Юнга,  $\text{кгс/см}^2$  ( $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$ );



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

$l$  – длина полуволны прогиба, см;

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

$\varphi$  – стрела прогиба, см.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения бурильных труб определяется по формуле, см<sup>4</sup>:

$$I = \frac{\pi}{64}(d^4 - d_1^4) \text{ см}^4, \quad (2.38)$$

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

Стрела прогиба определяется по формуле, см:

$$\varphi = \frac{D-d}{2}, \quad (2.39)$$

где  $D$  – диаметр скважины по расширителю, см;

$d$  – наружный диаметр БТ, см.

$$\varphi = \frac{7,64 - 6,8}{2} = 0,42 \text{ см.}$$

Длина полуволны прогиба определяется по формуле, см:

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{E \cdot I \cdot \omega^2}{10^3 \cdot q \cdot g}}}, \quad (2.40)$$

где  $q$  – вес 1 м бурильных труб ( $q = 5,5$ ), кгс;

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

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

$z$  – длина участка колонны от забоя скважины до вращателя ( $z = L = 200$ ), м.

Угловая скорость вращения определяется по формуле, с<sup>-1</sup>:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (2.41)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1078}{30} = 112,8 \text{ с}^{-1}.$$

$$l = \frac{10}{112,8} \cdot \sqrt{0,5 \cdot 200 + \sqrt{0,25 \cdot 200^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 21,6 \cdot 112,8^2}{10^3 \cdot 5,5 \cdot 9,81}}} = 6,26 \text{ м.}$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi \cdot (d^4 - d_1^4)}{32 \cdot d}, \quad (2.42)$$

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi \cdot (6,8^4 - 5,4^4)}{32 \cdot 6,8} = 18,6.$$

Т.к длина полуволны прогиба больше, чем длина одной трубы, по рекомендации Саркисова Г.М. принимаем  $l = 3 \text{ м}$ .

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 45,45 \cdot 0,42}{431^2 \cdot 18,6} = 108,95 \text{ кгс.}$$

Напряжение кручения определяется по формуле,  $\text{кгс/см}^2$ :

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}}, \quad (2.43)$$

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

$W_{\text{кр}}$  – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ.

Крутящий момент определяется по формуле,  $\text{кгс} \cdot \text{см}$ :

$$M_{\text{кр}} = 97400 \cdot \frac{N}{n}, \quad (2.44)$$

где  $N$  – затраты мощности,  $\text{кВт}$ .

Затраты мощности определяются по формуле,  $\text{кВт}$ :

$$N = 1,5 \cdot N_{\text{рз}}, \quad (2.45)$$

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

Полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ:

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot (d^4 - d_1^4)}{16 \cdot d}. \quad (2.46)$$

Производим расчет:

$$N = 1,5 \cdot 9,3 = 13,95 \text{ кВт,}$$

$$M_{\text{кр}} = 97400 \cdot \frac{13,95}{1078} = 1260,42 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

$$W_{кр} = \frac{\pi \cdot (6,8^4 - 5,9^4)}{16 \cdot 6,8} = 16,$$
$$\tau = \frac{1260,42}{16} = 26,74 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(209,59 + 77,4)^2 + 4 \cdot 26,74^2} = 291,93 \text{ кгс/см}^2.$$

Запас прочности:

$$n_{II-II} = \frac{3620}{291,93 \cdot 1,5} = 8,27 \geq 1,7.$$

Согласно расчетам, коэффициент запаса прочности превышает допустимый запас прочности, отсюда следует вывод, что бурильные трубы в нижнем сечении при заданных режимах бурения не будут выходить из строя.

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

Авария при бурении – отклонения от нормального технологического процесса, происходящие в скважине и являющиеся причиной прекращения её дальнейшего углубления. Причины аварий подразделяются на технические, технологические и геологические. Но исследование аварий показывает, что в большинстве своем, их причины носят субъективный характер.

К основным видам аварий относят: аварии с бурильными трубами, колонковыми наборами, породоразрушающими инструментами и обсадными трубами. Также относят случаи падения в скважину трудно разрушаемых посторонних предметов (ключей, болтов и пр.).

Ликвидации аварий сложны тем, что происходят они в условиях, исключающих непосредственно визуальное восприятие сложившейся обстановки. Поэтому аварию легче предупредить, чем ликвидировать [9].

Во избежание обрыва бурильных труб необходимо:

- а) применение равнопрочной колонны, а также слежение за износом и своевременная замена дефектных бурильных труб и их соединений;
- б) подбор диаметра БТ близкому к диаметру скважины, особенно при алмазном бурении;
- в) применение УБТ, а также резиновых колец протекторов;
- г) осуществление тщательного контроля за состоянием резьбы, её смазка;
- д) применение ограничителя крутящего момента.

Предупреждение аварий по причине прихватов бурильной колонны:

применение промывочной жидкости, соответствующей условиям бурения, не допускать накопления и оседания шлама в скважине; 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). Регулярно производить осмотр бурильной колонны в целях выявления мест утечки промывочной жидкости: своевременно перекрывать обсадными трубами зоны неустойчивых пород и поглощений; подбирать промывочную жидкость, способствующую 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.

Характерными авариями с обсадными трубами:

- 1) развинчивание в процессе бурения;
- 2) обрыв при подъеме из скважины;
- 3) обрыв или падение при спуске.

Предусмотрены следующие мероприятия для предупреждения данного вида аварий: проверка обсадных труб по диаметру на целостность резьб и тела труб перед спуском; проверка исправности бурового оборудования и спускоподъемных приспособлений; кавернометрия скважины; облегчение промывочной жидкости, при возможности; не допускать при спуске колонны обсадных труб их вращения и забивания шламом; при длинных колоннах (особенно

тонкостенных) применять обратные клапаны; перед спуском колонн обсадных труб обязательна их наружная смазка (мазутом, нефтеграфитовой пастой и т.п.) для облегчения извлечения.

Предупреждение аварий с породоразрушающим инструментом осуществляется: не допускается спуск в скважину коронок имеющих дефекты резьб, трещины корпусов и матриц, с забитыми промывочными отверстиями и другими дефектами; использование специальных ключей для наворота алмазных коронок и расширителя; прекращать бурение и производить подъем инструмента при резком падении механической скорости, возникновении вибрации и посторонних процессов в скважине; обеспечивать полную герметичность всех соединений бурового снаряда во избежание утечек промывочной жидкости; при замене породоразрушающего инструмента следить за соответствием его диаметров.

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

Для предупреждения прихватов и затяжек при извлечении колонкового набора из скважины необходимо: не оставлять снаряд на забое без подачи промывочной жидкости в скважину; при внезапном прекращении циркуляции промывочной жидкости приподнимать снаряд над забоем на 1,5-3 м; содержать в чистоте забой скважины; следить за соответствием промывочной жидкости; в конце каждого рейса перед подъёмом снаряда нужно периодически производить специальную очистку

скважины снарядом, состоящим из короткой колонковой трубы и длинной шламовой трубы.

Предупреждение разрушения алмазной матрица и прижога коронки: тщательный осмотр коронки перед каждым спуском в скважину; очистка забоя перед спуском снаряда; соблюдение оптимальных осевых нагрузок на породоразрушающий инструмент; при бурении по сильнотрещиноватым породам – снижение осевой нагрузки и частоты вращения снаряда; контроль процесса промывки.

## 2.9 Выбор источника энергии

Силовой привод – двигатели и передаточные устройства, приводящие в движение исполнительные механизмы буровых установок. Силовой привод буровой установки должен быть прост, удобен в управлении, а также экономически эффективен, иметь гибкую характеристику. К вращательному бурению и основным потребителям энергии буровой установки – лебедке вращателю, буровым насосам предъявляют определенные требования.

Силовые приводы подразделяются [10]:

- 1) ДВС;
- 2) электрические двигатели;
- 3) гидравлические и пневматические двигатели.

Силовой привод буровой установки подразделяется на 3 вида:

- индивидуальный (каждая машина установки имеет отдельный двигатель);
- групповой (один двигатель через трансмиссию приводит в

работу все механизмы установки);

- многодвигательный (привод, когда каждый рабочий орган машины снабжен двигателем).

Буровая установка УКБЗ-200/300С собрана на базе автомобиля ЗИЛ-131. Привод станка осуществляется дизелем Д37Е-С2 мощностью 30 кВт с воздушным охлаждением и запуском от пускового двигателя ПД-8.

Приводной дизель станка и насоса установлены в передней части салона, отделанной звукоизоляционной стенкой. Вращение по пути дизель-буровой станок осуществляется при помощи карданного вала. Насос связан с дизелем клиноременной передачей.



## 2.10. Механизация спускоподъемных операций

Спуско-подъемные операции при колонковом бурении решающим образом влияют на производительность буровых работ. Ручная сборка/разборка бурильной колонны длительна, опасна и имеет высокую трудоемкость.

Свинчивание и развинчивание бурильных труб производится при помощи трубозаворота РТ-300. Нарращивание бурового снаряда – с применением полуавтоматического элеватора ЭН-12,5, характеристика которого приведена в таблице 2.19, который позволяет производить спуско-подъемные операции без участия верхового рабочего.

Таблица 2.19 – Техническая характеристика полуавтоматического элеватора ЭН-12,5 [11]

Тип полуавтоматического элеватора	ЭН-12,5
Максимальная грузоподъемность, кН	125
Габаритные размеры, мм в плане	230x238
высота	660
Масса, кг	26
Тип бурильной колонны	СБТМ СБТН ССК
Способ захвата колонны	Под наголовник седлом в корпусе элеватора

## **2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры (БКИА)**

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

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

Буровая установка УКБ 200/300С оснащена [12]:

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

## **2.12. Автоматизация производственных процессов**

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

## **2.13. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования**

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

Для монтажа бурового оборудования и жилых вагон-домов необходимо подготовить площадку и подъездные пути к ней. Площадь подготовленной площадки должна составлять не менее 30×30 м согласно ГОСТ.

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.

При перевозке буровой установки мачта должна быть установлена в транспортное положение. Буровые снаряды сложены отдельно в автоприцепы на колесной платформе. Зумпф установлен на саях, выполненных из труб. Из него выливается буровой раствор и производится чистка. Вспомогательные инструменты и оборудование складываются в крытый автоприцеп.

Работы выполняются бульдозером Т-170 МБГ мощностью 118 кВт.

После установки буровой установки над проектной точкой устанавливаются электроды контурного заземления в почвенный покров. Затем к установке подвозят зумпф, прицепы со снарядами и с дополнительным оборудованием. К зумпфу должен быть обеспечен подъезд грузового автомобиля УРАЛ с цистерной. Прицеп с цистерной «огнеопасно» устанавливается на расстоянии не менее 50 м от территории проведения геолого-разведочных работ.

После окончания бурения очередной скважины производится перевозка оборудования для забуривания новой скважины.

Перед перевозкой и после нее, а также перед забуриванием производится осмотр бурового оборудования: станка, насоса, двигателя внутреннего сгорания. Перевозка буровой установки осуществляется с

соблюдением соответствующих правил техники безопасности.

## **2.14. 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 тампонирующее 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. Вспомогательные и подсобные цеха**

#### **3.1 Организация ремонтной службы**

В собственности ФГУПП «Запсибгеолсъёмка» находятся: мастерская с необходимым количеством металлообрабатывающих станков, кузница и сварочный цех. Вследствие этого различного вида ремонтные работы производятся силами механической службы предприятия.

Профилактические работы, техническое обслуживание бурового оборудования производятся силами буровой бригады как на базе, так и на участке выполнения работ, согласно утвержденному графику планово-предупредительного ремонта.

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

#### **3.2 Организация энергоснабжения**

Подключение участка проведения работ к сетям линий электропередач (ЛЭП) не предоставляется возможным из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Следовательно, целесообразным с экономической точки зрения, является организация энергоснабжения при помощи дизель-генератора номинальной мощностью 120 кВт. Заправка данного генератора топливом будет производиться спец. автомобилем заправщиком марки «Урал 4320» 1-2 раза в неделю.

### **3.3 Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов**

Процесс сооружения скважин тесно связан с буровым раствором. Малоглинистый буровой раствор был выбран в качестве основной промывочной жидкости при бурении.

Для приготовления бурового раствора, водоснабжения базы предполагается использование «водовозки» на базе автомобиля «Урал 4320-1951-60М» [13].

Завоз воды осуществляется несколько раз в сутки.

### **3.4 Транспортный цех**

Для организации работ на участке предполагается использование следующего транспорта:

1. Водовоз АЦПТ-10 «Урал 4320-1951-60М» – доставка воды;
2. Автобус вахтовый 20 УСТ 54535 «Урал 4320-61Е5» – доставка бригады от базы до участка работ и обратно;
3. Грузовой автомобиль «Урал-4320» – транспортировка необходимого груза с базы;
4. Служебный транспорт («Уаз», «Газ Соболь», «Урал-4320») – доставка работников геологических и других служб к месту выполнения буровых работ;
5. Трактор гусеничный «Т-170 МБ» – планирование площадок.

### **3.5 Связь и диспетчерская служба**

Эффективность управления в геологоразведочной организации во многом зависит от уровня его организации. В целях проведения оперативного планирования, регулирования хода производства и систематического контроля за выполнением графиком создаются органы оперативного регулирования производства (диспетчерские службы).

Диспетчерская служба – система оперативного контроля и управления ходом технологического процесса.

Основная задача диспетчерской службы – обеспечение выполнения суточного плана по выпуску продукции на основе организации четкого и согласованного действия всех подразделений предприятия, своевременного обеспечения производственных объектов всем необходимым для бесперебойного производственного процесса.

Диспетчерская служба осуществляет круглосуточное оперативное руководство работой бригад, цехов предприятия, материально-техническое их обеспечение, ведет специальную документацию, с помощью которой контролирует ход работ.

Связь буровой бригады с мастером предполагается посредством портативных радиостанций марки «Motorola». В свою очередь, связь мастера с диспетчером и базой осуществляется при помощи сотового стационарного телефона с внешней антенной.

Обязателен отчет о проделанной работе на селекторном совещании в 8:00 и 20:00.

## 4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ

### 4.1. Технологические критерии оптимизации буровых работ

Оптимальный режим бурения – самое благоприятное сочетание числовых значений параметров, подбираемых, исходя из современных достижений науки и техники, обеспечивающее максимальную скорость проходки и производительность труда. Классической задачей оптимизацией является поиск оптимальных условий направленных на минимальную стоимость 1 м пробуренной скважины.

Вероятными аспектами оптимизации параметров бурения являются [3]:

- механическая скорость бурения  $V_m$ ;
- рейсовая скорость бурения  $V_p$ ;
- оптимальное время нахождения бурового инструмента на забое;
- износ породоразрушающих элементов;
- оптимальная углубка забоя за один оборот бурового инструмента.

#### 4.1.1. Механическая скорость бурения

Оптимизация механической скорости бурения  $V_m$  производится в сторону максимальных значений под влиянием основных параметров режима бурения – осевой нагрузки, частоты вращения, вида, качества и количества очистного агента.

Определение эффективности бурения характеризуется объемом разрушенной буровым инструментом в единицу времени породы, который связан с величиной мощности  $N$ , подводимой к забою [3].

Определяется  $V_m$  по следующей формуле:



$$V_m = \frac{N}{A_v \cdot F} \quad (4.1)$$

где  $N$  – мощность, подведенная к забою для разрушения породы в единицу времени, кВт·ч;

$A_v$  – энергоемкость разрушения породы определенного объема, кВт/м<sup>3</sup>;

$F$  – площадь забоя скважины, м<sup>2</sup>.

Из данного выражения следует общая и основная формулировка зависимости скорости бурения от основных факторов: механическая скорость определяется как частное от деления величины проходки на время чистого (т.е. затраченного только на разрушение горной породы) бурения.

Для разрушения горной породы, энергия бурового станка передается к забою, при этом, часть энергии тратится на работу бурильной колонны. Поэтому с целью оценки и минимизации потерь энергии при ее передаче к забою через бурильную колонну целесообразно параметр  $N$  представить в качестве разности между мощностью, выработанной буровым станком  $N_{об}$ , и потерей мощности в системе «бурильная колонна – скважина»  $N_{п}$ . После чего можно представить в развернутом виде формулу 4.1:

$$V_m = \frac{N_{об} - N_{п}}{A_v \cdot F} \quad (4.2)$$

Исходя из этой формулы, следует зависимость скорости бурения: механическая скорость определяется как частное от деления разности мощностей бурового станка и потерей в системе на время бурения.

Проанализировав данное выражение, следует сказать, что с точки зрения оптимизации процесса бурения крайне важно учитывать потери

энергии на пути к забою, а не только уровень ее потребления на забое для разрушения породы. Последнее возможно только с позиций оптимизации системы «скважина–колонна», конструкции и условий работы бурильной колонны в скважине [3].

Таким образом, интенсификация процесса разрушения горной породы при бурении может осуществляться вследствие:

- снижения энергии, требуемой для разрушения горной породы;
- повышения энергии, передаваемой горной породе, что, в свою очередь, предполагает необходимость уменьшения потерь ее при передаче от источника энергии до забоя скважины;
- уменьшения площади забоя скважины.

Реализуемая мощность на забое является обобщенным параметром режима работы ПРИ при вращательном бурении, которая определяется по формуле [3]:

$$N = \frac{\mu_k \cdot P_{oc} \cdot R \cdot \omega}{97,5}, \quad (4.3)$$

где  $\mu_k$  – коэффициент сопротивления породы вращению бурового инструмента;

$P_{oc}$  – осевая нагрузка на инструмент, Н;

$R$  – радиус торца породоразрушающего инструмента, м;

$\omega$  – частота вращения,  $c^{-1}$ .

С учетом данной зависимости формула определения механической скорости бурения будет выглядеть следующим образом [3]:

$$V_m = \frac{\mu_k \cdot P_{oc} \cdot R \cdot \omega}{97,5 \cdot A_v \cdot F}. \quad (4.4)$$

При выражении частоты вращения через линейную скорость перемещения резцов  $V_d$ :

$$\omega = \frac{V_L}{\pi \cdot D}, \quad (4.5)$$

формула для расчета механической скорости бурения может иметь следующий вид:

$$V_M = \frac{\mu_K \cdot P_{oc} \cdot V_L}{2\pi \cdot 97,5 \cdot A_v \cdot F}, \quad (4.6)$$

Соотношение  $\frac{P_{oc}}{F} = q_3$  определяет значение удельного контактного давления на забой скважины. Следуя начальным условиям, при расчете  $q_3$  использовано значение всей площади забоя скважины без учета площади породоразрушающих элементов, которыми вооружен торец коронки или долота.

Буровой инструмент опирается на забой породоразрушающими элементами, площадь которых, например, равна  $F_n$ . При этом  $F_n < F$ . В данном случае для эффективной работы инструмента очень важны схема установки, размеры и форма породоразрушающих элементов. Рациональное и эффективное вооружение инструмента значительно влияет на энергоемкость разрушения горной породы, определяет стойкость инструмента. Принимая соотношение  $\frac{P_{oc}}{F} = q_3$ , за удельное контактное давление на породу со стороны бурового инструмента, при условии равномерного распространения напряжений в породе по всей площади забоя, выражение для расчёта механической скорости бурения представляется в следующем виде [3]:

$$V_M = \frac{\mu_K \cdot V_L}{2\pi \cdot 97,5 \cdot A_v} \cdot q_3, \quad (4.7)$$

где  $q_3$  – удельное контактное давление на забой.

Обобщая вышесказанное, условиями высокопроизводительного бурения при вращательном бурении являются высокие значения удельного

контактного давления на забой, линейные скорости перемещения резца при повышенном значении коэффициента сопротивления породы и минимальная энергоёмкость разрушения горной породы.

Увеличение передаваемой горной породе энергии может быть получено в результате:

- повышения частоты вращения ПРИ;
- увеличения статической осевой нагрузки на породоразрушающие резцы бурового инструмента;
- передачи ГП дополнительной тепловой энергии (термомеханическое бурение);
- передачи ГП дополнительной гидродинамической энергии (гидромониторное бурение).

Снижение энергоёмкости разрушения ГП достигается за счет:

- создания породоразрушающего инструмента, максимально соответствующего по своим характеристикам прочностным свойствам горных пород;
- применения «понижителей» твердости горных пород (жидкости с ПАВ, применение ультразвуковых колебаний, электромагнитных воздействий и др.);
- разработки оптимальных параметров бурения.

Реальное уменьшение потерь энергии при передаче от источника до породоразрушающего инструмента возможно вследствие перемещения привода вращения инструмента к забою скважины (применение забойных гидро- или электродвигателей, редукторов-мультипликаторов, повышающих частоту вращения инструмента при умеренной частоте вращения бурильной колонны).

Уменьшение площади забоя скважины происходит при непрерывном уменьшения диаметра породоразрушающих инструментов и площади их торца (например: использование коронок с утонченной рабочей поверхностью короночного кольца).

Для достижения высокой скорости бурения является поиск условий, обеспечивающих минимальную энергоемкость разрушения породы.

На рисунке 4.1 приведены экспериментальные зависимости, отражающие связь механической скорости бурения с мощностью, подводимой к забою. При определенном уровне подводимой мощности механическая скорость бурения начинает снижаться, поэтому возрастают удельные энергозатраты, т. е. режим разрушения породы становится менее эффективным.

При этом максимальные значения механической скорости не совпадают с условиями рационального потребления и расходования мощности. Поэтому параметр  $V_m \rightarrow \max$  качестве критерия оптимальности не может быть принят за основу оптимального оперативного управления, т.к. не предполагает получения наряду с высокой мгновенной скоростью бурения экономии за счет высокого ресурса инструмента и рационального расходования энергии на бурение, оптимального баланса рабочего времени, высокого качества работ за счет сохранности керна.

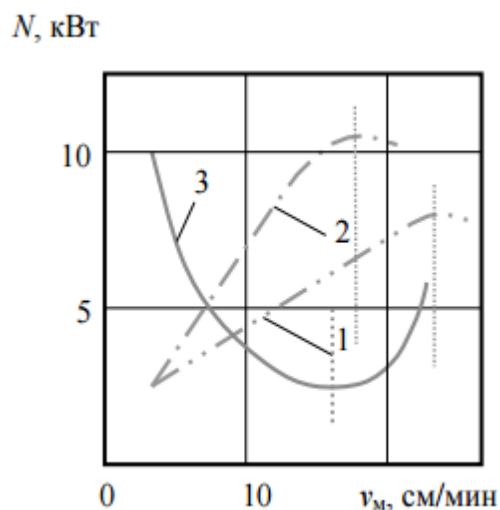


Рисунок 4.1 – Зависимость мощности разрушения породы при бурении шарошечными долотами диаметром 59 мм (1 линия) и 76 мм (2 линия) от механической скорости бурения ( $V_m$ ); линия 3 – удельные затраты мощности, равные отношению  $N/V_m$

Сложность поиска оптимальных условий бурения по критерию максимума механической скорости бурения подтверждаются формулами (4.3–4.4 и 4.6-4.7), из которых следует, что механическая скорость бурения зависит от значительного числа влияющих факторов, сочетание которых не всегда способно дать оптимальный комплексный результат.

## 4.1.2. Рейсовая скорость бурения

Рейсовая скорость относится к технико-экономическим показателям процесса бурения скважин, и чем она выше, тем совершеннее процесс и ниже стоимость бурения 1 метра скважины.

Рейсовая скорость определяется по следующей формуле:

$$V_p = \frac{H_p}{T_{\text{СПО}} + T_{\text{б}} + T_{\text{п}}}, \quad (4.8)$$

где  $H_p$  – проходка за рейс, м;

$T_{\text{СПО}}$  – время, потраченное на спуско-подъемные операции;

$T_{\text{б}}$  – время, затраченное на бурение интервала  $H_p$ ;

$T_{\text{п}}$  – время на вспомогательные операции, связанные с реализацией бурения и вынужденные простои.

Для повышения рейсовой скорости необходимо увеличивать углубку и сокращать время на спуско-подъемные операции и бурение, из чего следует, что необходимо совершенствовать буровой инструмент и режимы бурения, производить механизацию и автоматизацию спуско-подъемных операций, совершенствовать организацию труда и материально-техническое обеспечение.

### 4.1.3. Оптимальное время нахождения бурового инструмента на забое

Оптимальное время нахождения ПРИ на забое исследуется с учетом таких параметров, как механическая скорость бурения, рейсовая скорость бурения и стоимость 1 метра бурения  $C_m$ .

Функция для рейсовой скорости бурения  $V_p$  от времени  $t$  исследуется на максимум:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{h}{t+T} = V_p \quad (4.9)$$

В то же время  $\frac{dh}{dt} = V_p$ , следовательно,  $V_p = V_m$ , а значит, оптимальное время работы коронки на забое определяется моментом равенства рейсовой скорости бурения механической скорости, или, иначе говоря, коронку следует поднимать с забоя, когда значение механической скорости снизится до значения рейсовой.

Если при расчете использовать еще и критерий  $C_m \rightarrow \min$ , то можно прийти к несколько иному выводу:

$$V_m = \frac{H}{T_b + T_{СПО} + \frac{Ц}{q}} \quad (4.10)$$

где  $H$  – глубина скважины;

$Ц$  – стоимость ПРИ;

$q$  – стоимость работы 1 часа бурового агрегата.

Из приведенной зависимости следует: так как  $\frac{Ц}{q} > 0$  – рейс следует прекращать и поднимать инструмент из скважины при меньшей механической скорости, чем это следует из условий максимума рейсовой скорости, т. е. для достижения минимальной стоимости бурения время бурения в рейсе должно быть больше, чем это следует из условия максимальной рейсовой скорости.



Параметр  $q$  в формуле (4.10) является интегральным. В нем заключены затраты на оплату труда бурового персонала и вспомогательных рабочих, затраты средств на электроэнергию и горюче-смазочные материалы, транспортные расходы и др. Поэтому формула (4.10) комплексно и достаточно полно оценивает все параметры, влияющие на результативность бурового процесса.

С повышением глубины скважины возрастают все параметры, находящиеся в знаменателях формул (4.9 и 4.10), кроме параметра (стоимости породоразрушающего инструмента), поскольку с повышением глубины скважины снижается механическая скорость бурения, а значит возрастает время на бурение, растут затраты времени на проведение СПО. В то же время растет и стоимость работы агрегата, поскольку повышают расход энергии и материалов на бурение. Поэтому, если учитывать, что  $\Pi$  – величина постоянная, то с повышением глубины скважины соотношение  $\Pi/q$  понижается, а  $V_m$  стремится к значению  $V_p$  при общей тенденции к понижению.

#### 4.1.4. Износ породоразрушающих элементов

При разрушении породы происходит затупление породоразрушающих элементов вследствие их механического износа. С этим связано увеличение контактной площади у породоразрушающих элементов и соответственно снижение контактных напряжений, глубины внедрения резцов и механической скорости бурения, как это показано на рисунке 4.2. Учитывая, что контактная площадь постепенно изменяется от минимального значения в начале бурения до максимума в конце, то целесообразно производить замер именно этих величин, что позволяет вычислить начальное и конечное значения оптимального усилия подачи для того или иного породоразрушающего инструмента [14].



Рисунок 4.2 – Зависимость скорости бурения  $V_m$  от величины износа резцов  $\Delta$ :

1 – по алевролиту; 2,3 – по песчаникам твердостью 263 и 400 даН/мм<sup>2</sup>

Интенсивность и скорость затупления породообразующих элементов при вращательном бурении скважин зависят от целого ряда факторов и, прежде всего, от абразивных свойств пород, частоты вращения забойного инструмента, усилия подачи и наличия шлама на забое. Чем больше значения всех этих факторов, тем быстрее затупляется ПРИ. Причем, абразивность пород, усилие подачи и шлам влияют на относительный износ инструментов (на 1 ед. пройденного пути породоразрушающими элементами), а частота вращения – на абсолютный линейный износ в зависимости от времени работы ПРИ. Очевидно, чем больше степень влияния первой группы факторов, тем интенсивней будет износ породоразрушающих элементов на единицу пройденного пути, а чем больше частота вращения бурового инструмента, тем больше будет износ в единицу времени.

Данный показатель оказывает большое влияние на скорость бурения скважин, особенно при значительной их глубине, когда время, затрачиваемое на спуско-подъемные операции инструмента имеет большой удельный вес в балансе затрат времени на бурение скважин в целом. Вследствие этого, очень важно вместе с повышением износостойкости породоразрушающих элементов подбирать технологические параметры режимов бурения с учетом влияния всех факторов на эффективность разрушения пород и рейсовую скорость. Одна из таких возможностей заключается в рациональном подборе, в первую очередь, легко регулирующихся параметров (например интенсивность очистки забоя скважин от продуктов разрушения), а также таких параметров, которые повышают эффективность разрушения породы до критических значений, не увеличивая износ. Тем самым можно существенно увеличить время полезной работы породоразрушающих элементов и углубку на ПРИ [14].

#### 4.1.5. Оптимальная углубка забоя за один оборот бурового инструмента

В исследовательских работах и практических рекомендациях по технологии механического колонкового бурения, в особенности алмазного, рассматривается такой показатель управления процессом бурения, как углубка породоразрушающего инструмента за 1 оборот ( $h_{об}$ , мм/об), который функционально выражается в простейшем виде следующим образом:

$$h_{об} = \frac{V_M}{\omega}, \quad (4.11)$$

где  $V_M$  – механическая скорость бурения, мм/мин;

$\omega$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>.

Величина углубки за оборот является комплексным показателем, позволяющим косвенно рассматривать и оценивать физические процессы, происходящие на забое, в частности реакцию пород на внедрение резца, а также поведение коронки, в том числе под воздействием таких управляемых параметров бурения, как осевая нагрузка, частота вращения инструмента в зависимости от физико-механических свойств породы и величины износа резцов.

Обобщая вышесказанное, можно сказать – величина может быть использована для определения оптимальных режимов бурения.

На производстве, этот показатель используется для обоснования параметров так называемой «алмазосберегающей технологии», которая позволяет поддерживать нормированный расход алмазов при достаточно высоких значениях механической скорости бурения.

Оптимальная углубка за один оборот – величина съема породы за один оборот, заданная таким внедрением алмазов в породу под действием

определенных минимальных осевых нагрузок, при которых не происходит заполирование алмазных резцов коронки. При нагрузках несколько выше указанных значений, резцы чрезмерно загружаются в породу и разрушаются, не производя полезной работы [3].

Величина оптимальной углубки алмазных резцов зависит от их размеров, физико-механических свойств породы и параметров режима бурения – осевой нагрузки и частоты вращения.

Опытным путем установлено, что величина оптимальной углубки за один оборот для однослойной коронки должна составлять 2,5–10 % диаметра алмаза  $d_a$ , т. е.:

$$h_{об} = (0,025 - 0,1) \cdot d_a. \quad (4.12)$$

Через вышеприведенную зависимость ВИТР определены:

- оптимальная углубка за 1 оборот в зависимости от зернистости  $Z$  (шт/кар);
- допустимое значение осевой нагрузки на единичный алмаз;
- величина осевой нагрузки на коронку.

При алмазном бурении однослойными коронками известны рекомендации по оптимальной величине внедрения единичного алмаза  $h_{ед} = 0,001 - 0,008$  мм/об. При углубке меньшей, чем 0,001 мм/об наступает заполирование алмазов, при  $h_{ед} > 0,008$  мм/об начинается повышенный износ алмазных резцов.

На рисунке 4.3 (а), дана зависимость углубки за один оборот от осевого усилия и частоты вращения. Величина углубки за один оборот инструмента возрастает при повышении осевого усилия независимо от частоты вращения коронки. Это происходит как в интервале усталостно-

поверхностного режима разрушения, так и в интервале объемного режима разрушения породы.

Зависимость углубки за один оборот от частоты вращения имеет более сложный характер. На интервале усталостно-поверхностного разрушения, когда осевая нагрузка не достаточна для объемного разрушения породы, большие значения углубки за 1 оборот инструмента  $h_{об}$  характерны для бурения на высоких частотах вращения, а равная углубка за 1 оборот по мере снижения частоты вращения достигается при более высокой осевой нагрузке ( $P_{ос1}$ ,  $P_{ос2}$ ,  $P_{ос3}$  на рисунке 4.3, а).

Причины этого состоят в том, что режим усталостного разрушения связан с процессом снижения прочности и твердости породы вследствие циклически повторяющихся нагружений породы резцами, образования и развития многочисленных трещин в породе. Этот режим нагружения, при недостаточной для внедрения в породу резца нагрузке, будет более интенсивным в случае более высокой частоты вращения коронки.

При определенной осевой нагрузке  $P_{осп}$  режим разрушения становится объемным, поскольку осевая нагрузка уже достаточна для внедрения резца в породу. При этом режиме разрушения большая углубка за один оборот достигается уже при меньшей частоте вращения, и по мере роста частоты вращения углубка за один оборот снижается. Причины подобного механизма состоят в том, что при образовании борозды разрушения порода скалывается перед резцом по некоторой поверхности в направлении забоя (линия АБ на рис. 4.3, в).

Оптимальными будут условия разрушения породы, при которых скорость перемещения резца будет равна скорости образования трещины отрыва породы в направлении линии АБ. При повышении частоты

вращения скорость образования трещины отрыва породы перед резцом начинает отставать от скорости перемещения резца. Резец, испытывая повышенную сопротивляемость породы перемещению – «всплывает», т. е. снижается глубина его внедрения в породу (рисунок 4.3, г). «Всплытие» резца происходит ровно настолько, насколько должна уменьшиться длина трещины отрыва  $A^*B^*$  с тем, чтобы вновь скорость поступательного перемещения резца была равна скорости образования трещины отрыва  $A^*B^*$ .

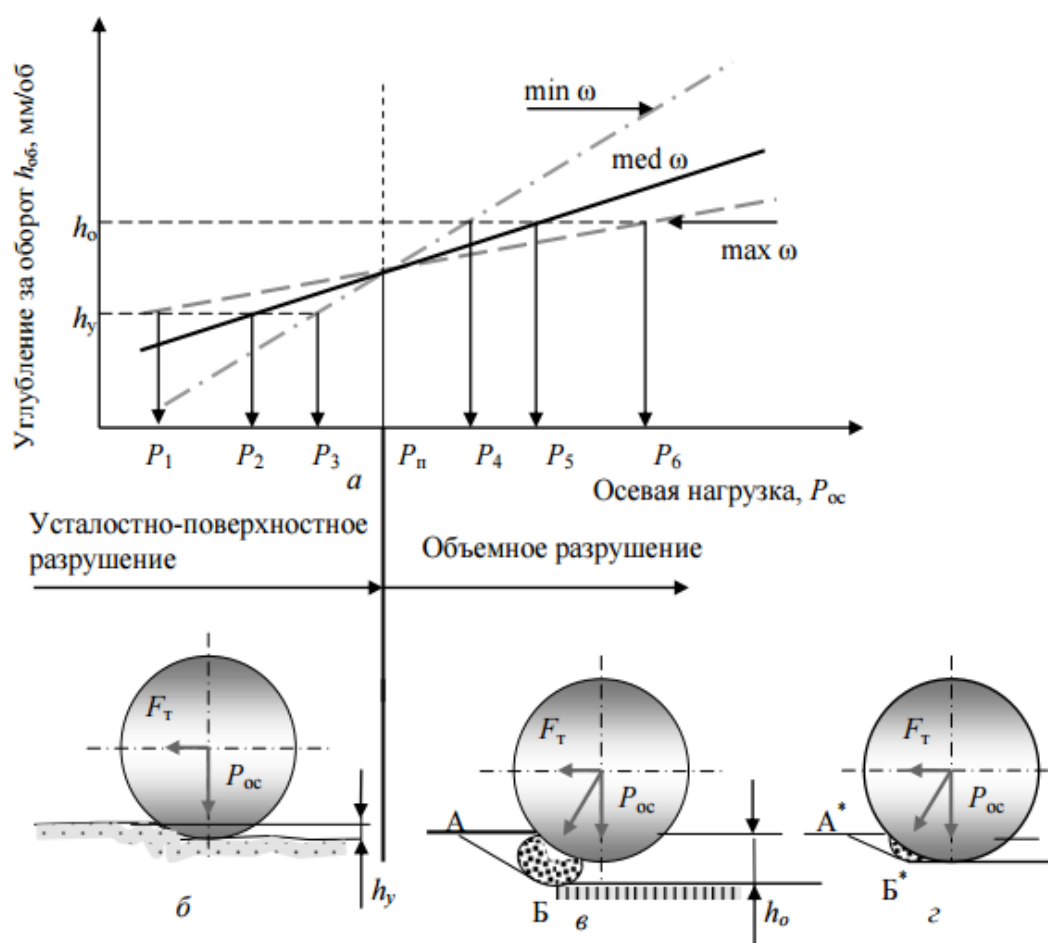


Рисунок 4.3 – Зависимость углубки за один оборот от параметров режима бурения (а) и схемы, поясняющие существо усталостно-поверхностного (б) и объемного разрушения породы (в, г)

При объемном разрушении породы равная углубка за один оборот  $h_{об}$  может быть получена при повышении частоты вращения путем повышения осевой нагрузки ( $P_{ос4}$ ,  $P_{ос5}$ ,  $P_{ос6}$  – рисунок 4.3, а). Таким образом, для поддержания рациональной углубки за оборот по мере повышения частоты вращения следует несколько повышать и осевую нагрузку. При объемном разрушении горной породы возможны условия, при которых разрушение породы будет происходить наиболее эффективно. Для этого необходимо, чтобы осуществлялась наиболее полная очистка забоя от шлама и выдерживалось такое сочетание осевого усилия и частоты вращения, при которых скорость формирования трещины отрыва АВ (рисунок 4.3, в) соответствовала бы скорости перемещения резца. Другими словами: напряжения в ядре сжатия породы должны быть достаточны для эффективного скалывания породы передней гранью резца под действием касательных и растягивающих напряжений.

Условия разрушения ухудшаются при зашламовании забоя, например, из-за недостаточного количества подаваемого к забою очистного агента. В этом случае при достаточной для объемного разрушения породы осевой нагрузке наблюдается режим, сходный с усталостно-поверхностным, при котором резцы коронки, повторно измельчая шламовую подушку, не могут создавать достаточных для эффективного разрушения породы напряжений. В этом случае зависимость углубки за один оборот от частоты вращения будет аналогична режиму усталостно-поверхностного разрушения, при котором большая углубка за один оборот достигается при более высокой частоте вращения бурового инструмента (рисунок 4.4, а, б) [3].



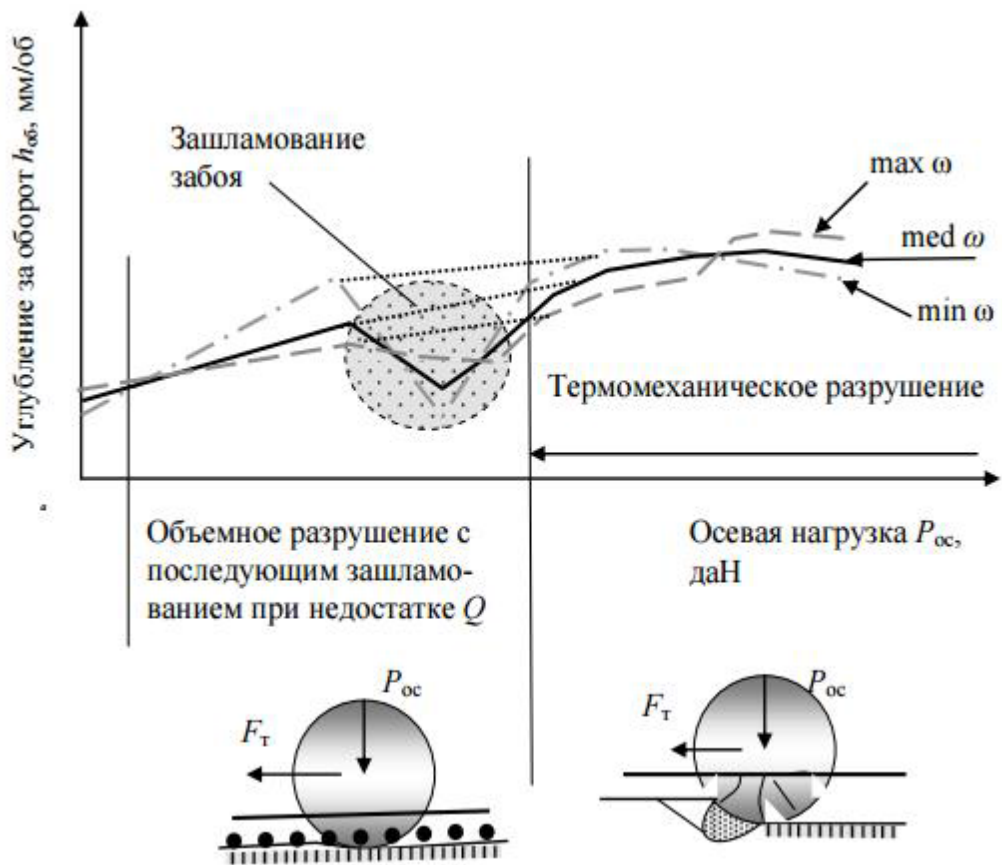


Рисунок 4.4 – Зависимость углубки за один оборот от параметров режима бурения (а) и схемы, поясняющие существо объемного разрушения при зашламовании забоя (б) и термомеханическом разрушении (в)

#### 4.1.6. Комплексная оценка оптимальности процесса бурения

Вместе с названными выше критериями, используется комплексная оценка оптимальности процесса бурения следующего вида:

$$\frac{N}{V_m} \rightarrow \min, \quad (4.12)$$

где  $N$  – затраты мощности на бурение;

$V_m$  – механическая скорость бурения.

Данный критерий близок, по сути своей, к требованиям идеального конечного результата работы технической системы (отражает требования по достижению наивысшей механической скорости бурения скважины при минимальных затратах энергии на сам процесс).

На рисунке 4.5 приведены графики, отражающие зависимости затрат мощности  $N$  и механической скорости бурения  $V_m$  от осевой нагрузки  $P_{oc}$ . Их этих графиков следует, что существуют интервалы интенсивного повышения механической скорости бурения и умеренного роста затрат мощности, а также крутящего момента на бурение. При определенных значениях осевой нагрузки и частоты вращения рост механической скорости замедляется, а потребление мощности возрастает, что, впоследствии, будет связано с неблагоприятными условиями работы бурильной колонны, либо бурового инструмента.

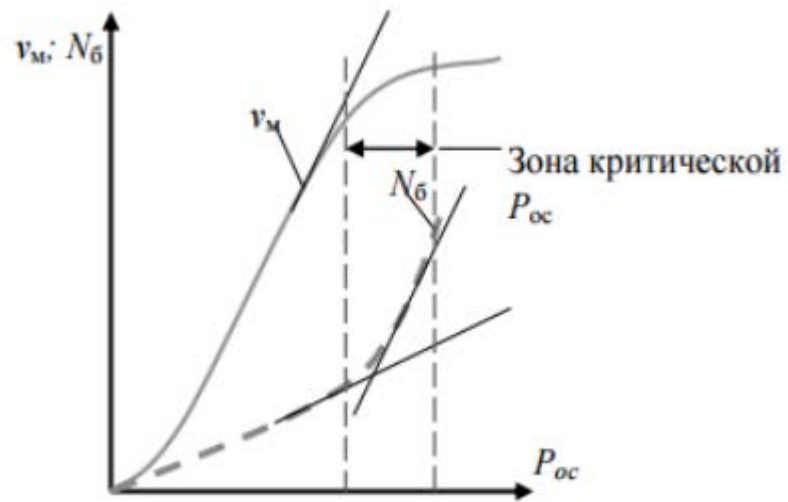


Рисунок 4.5 – Зависимость механической скорости бурения и затрат мощности на бурение от осевого усилия

## 4.2. Комплексные критерии оценки оптимальности бурового процесса

Выделяют следующие критерии:

- коммерческая скорость бурения;
- стоимость 1 м бурения скважины;
- стоимость 1 м бурения скважины с учетом затрат на обеспечение проектного направления скважины.

### *Коммерческая скорость бурения*

Коммерческая скорость бурения, может соответствовать производительности за определенный отрезок времени, например, за месяц. Учитывает данный критерий не только механическую скорость бурения, но и рейсовую проходку, плюс возможности бурового оборудования и вопросы организации работ (простои из-за ремонта или отсутствия материалов).

Если за отчетный период бурится 2 и более скважины, то в расчет включается время на монтаж-демонтаж буровой установки и её перевозка.

### *Стоимость 1 м бурения скважины*

Использование стоимостных критериев представляется наиболее желательным при оптимизации процесса бурения, поскольку эти критерии наиболее полно отражают производственный процесс. Экономическая оценка эффективности бурения оценивается стоимостью одного метра пробуренной скважины. Этот критерий является и интегральным, объединяющим как технические, так и стоимостные критерии, и в то же время локальным, так как отражает только часть затрат на проходку скважины в определенном интервале горных пород, определенным типом инструмента, при определенных параметрах режима бурения.

### 4.3 Методика определения оптимальных параметров режима и условий бурения скважин

Каждый из рассмотренных критериев оптимизации не решает задачи выбора комплекса параметров, обеспечивающих оптимальную реализацию бурового процесса. В предлагаемой методике используются основные из рассмотренных критериев оптимизации, что позволяет определить как оптимальные значения параметров режима бурения – осевую нагрузку, частоту вращения и количество подаваемой промывочной жидкости, так и сделать вывод о соответствии оптимальным условиям по стоимости метра бурения. Рассматриваемая методика предполагает выполнение следующих действий:

1. Определяют оптимальные значения параметров режима бурения по критерию в пределах заданных величин;

2. Вычисляют оптимальные значения механических скоростей и параметров режима бурения по критерию  $\frac{N}{V_M} \rightarrow \min$ . При этом подразумевается, что выбранные значения механических скоростей и параметры режима бурения позволят обеспечить максимальный или близкий к нему ресурс бурового инструмента;

3. Результаты анализа по критериям  $V_M = \max$  и  $\frac{N}{V_M} \rightarrow \min$  сравнивают и определяют прогнозируемый ресурс коронки в соответствии с указанными критериями, а также со значением расхода алмазов для конкретных условий бурения. Во-первых, определяется ожидаемый ресурс алмазной коронки (соответствует выбору по критерию  $\frac{N}{V_M} \rightarrow \min$ ); во-вторых, прогнозируют ресурс коронки, который можно получить, применяя

форсированные режимы бурения, выбранные по критерию  $V_m = \max$ , и, соответственно, высокую механическую скорость бурения, но несколько пониженный ресурс коронки.

В ходе выполнения работы был проведен анализ критериев оптимизации режимов бурения, рассмотрены основные этапы оптимизации бурения, а также выявлены требования к критериям оптимизации.

Формулировка критерия оптимизации является сама по себе очень сложной и ответственной задачей, поскольку от правильного выбора критерия зависят результаты оптимизации. Понятие оптимального решения может быть определено лишь с точки зрения конкретного критерия оптимальности.

Тем не менее использование именно стоимостных критериев представляется наиболее желательным при моделировании процесса бурения для его оптимизации, поскольку они наиболее полно отражают сам процесс.

## **5. 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.

### **5.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия**

ФГУГП «Запсибгеолсъемка» находится в п. Елань Новокузнецкого района Кемеровской области. Полное название предприятия – Федеральное государственное унитарное геологическое предприятие «Запсибгеолсъемка».

Вышестоящая организация – Министерство природных ресурсов РФ.

Организационно-правовая форма организации – унитарное предприятие, основанное на праве хоз. ведения.

Форма собственности организации – федеральная собственность.

Предприятие имеет возможность выполнить разведку твердых полезных ископаемых, подземных вод; создать сеть наблюдательных скважин для мониторинга, произвести бурение технических скважин различного назначения.

Унитарное государственное предприятие «Запсибгеолсъемка» основано 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.

## 5.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

### 5.2.1. Технический план

Виды и объем проектируемых работ приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Виды и объем 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.	28
4	Выписки таблиц	100 стр.	7
5	Выборки чертежей	100 черт.	1,5
6	1.2 Составление предварительных графических материалов		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:200 000	чертеж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200 000	чертеж	1
9	Составление предварительного геолого-поискового плана участка «Водораздельный» масштаб 1:10 000	10 км <sup>2</sup>	0,1
10	Составление текстовой части проекта на геологические работы	чел/мес	2
11	2. Полевые работы		
12	2.2. Буровые работы		
13	Бурение самоходной буровой установкой УКБ-200/300С	п.м.	266,5
14	2.3. Отбор и обработка проб		
15	Бороздовое опробование	100 п.м. борозды	16,1



### Продолжение таблицы 5.1

16	Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин	100 проб	19,7
17	Отбор точечных (литогеохимических) проб по горным выработкам	100 проб	4,6
18	Обработка (промывка, расситовка) керновых и бороздовых проб на ПОУ-4-2М	100 м <sup>3</sup>	0,076
19	Обработка (измельчение) лабораторных проб массой 500 г	100 проб	63,74
20	2.4. Геофизические исследования		
21	2.4.1. Геофизические исследования скважин		
22	Основной комплекс: Два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия	отр-смен на 1000 м	1,5485
23	2.4.2. Геофизические работы наземные		
24	Магниторазведка, 100x10 м	ф.т.	2860

## 5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

### 5.2.2.1. Подготовительные работы и проектирование

*Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований*

**Общий объем** сбора информации составит:

- текстовая – 2800 страниц;
- табличная – 700 страниц;
- графическая – 150 листов.

Содержание работ будет соответствовать ССН-92, вып. 1, ч. 1, т. 17.

**Затраты времени** на сбор информации посредством выписки текста составят  $2800/100 \times 1,08 = 30,24$  смен или 1,19мес.

**Затраты времени** на сбор информации посредством выписки таблиц составят  $700/100 \times 1,19 = 8,33$  смен или 0,33мес.

**Затраты времени** на сбор информации (графических приложений) посредством выборки чертежей для копирования составят  $1500/100 \times 0,22 = 3,3$  смен или 0,13 мес.

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

$$30,24 + 8,33 + 3,3 = 41,87 \text{ смен или } 1,65 \text{ мес.}$$

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

- начальник партии –  $0,04 \times 41,87 = 1,67$  чел/смен;
- геолог 1 категории –  $1 \times 41,87 = 41,87$  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) 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 –  $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73$  чел/дн.

*Составление схемы геофизической 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 (ССН92, в.1, ч. 2, т. 16) 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 –  $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73$  чел/дн.

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

**Объем работ** – 1 чертеж участка площадью 15 км<sup>2</sup>.

Затраты времени на изготовление предварительного геологопоискового плана участка Водораздельный (ССН-92, в.1, ч. 2, т. 23) составят  $15,0/10 \times 12,81=19,215$  смен или 0,756 мес.

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

- начальник партии – 0,04 чел/см;
- геолог I категории – 19,215 чел/см.

Составление текстовой части проекта на геологические работы:

Затраты времени приняты по опыту работ подразделений ФГУГП «Запсибгеолсъемка» в размере 2 мес. Работа по составлению сметы выполняется одним геологом I категории, одним геологом II категории и начальником партии.

Затраты труда составят:

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

### **5.2.2.2. Полевые работы**

#### *Буровые работы*

Бурение передвижной буровой установкой УКБ-200/300С. Объем бурения – 266,5 пог. м. Количество скважин – 7. Колонковое бурение в нормальных геологических условиях – андезитовые туфы VIII-X категорий по буримости.

**Затраты времени** на бурение скважин (конечный диаметр бурения 76 мм) по породам VIII-X буровой установкой УКБ-200/300С (таблица 5.2) рассчитываются с использованием методических указаний по организации, планирования и управления буровых работ

Таблица 5.2 – нормы времени на колонковое бурение скважин самоходными буровыми установками с вращателем шпиндельного типа с поверхности земли

№	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
7 скважин							
1	III	93	48	0,05	ССН 93, т.5	1,1	2,64
2	VIII	76	112,5	0,15	ССН 93, т.5	1,1	16,88
3	IX	76	90	0,16	ССН 93, т.5	1,1	15,84
4	X	76	16	0,22	ССН 93, т.5	1,1	3,87
Итого:						Σ = 39,23 ст-см	

\*Для всех скважин применяется коэффициент, учитывающий бурение наклонных скважин – 1,1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (7 скважин)  $N_{\text{бур}} = 39,23$  ст-см.

Расчет затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровой установки:

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} \cdot n, \quad (5.1)$$

где  $H_{\text{м-д}}$  – норма времени на демонтаж-монтаж и перевозку, ст-см;  
 $n$  – количество скважин.

$$N_{\text{м-д}} = 0,65 \cdot 7 = 4,55 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на вспомогательные работы:

1) промывка

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{пром}} \cdot n, \quad (5.2)$$

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

$$N_{\text{всп}} = 0,07 \cdot 7 = 0,49 \text{ ст-см.}$$

2) крепление скважин обсадными трубами

$$N_{всп} = H_{общ} \cdot n, \quad (5.3)$$

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

$$N_{всп} = 0,008 \cdot 7 \cdot 40 = 2,24 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{ппр} = \frac{N_{бур}}{103} \cdot 4, \quad (5.4)$$

$$N_{ппр} = \frac{39,23}{103} \cdot 4 = 1,5 \text{ ст-см.}$$

Расчет времени на геофизические исследования в скважинах:

1) каротаж

$$N_{кар} = H_{общ} \cdot H_{кар}, \quad (5.5)$$

где  $H_{кар}$  – норма времени на каротаж скважин 1000 м, 4,96 ст-см.

$$N_{кар} = 266,5 \cdot 4,96 / 1000 = 1,32 \text{ ст-см.}$$

Расчет общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{м-д} + N_{всп} + N_{ппр} + N_{кар}, \quad (5.6)$$

$$N_{общ} = 39,23 + 4,55 + 2,73 + 1,5 + 1,32 = 49,33 \text{ ст-см.}$$

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

- начальник участка –  $0,07 \times 49,33 = 3,45$  чел/дн;
- инженер по буровым работам –  $0,05 \times 49,33 = 2,47$  чел/дн;
- инженер-механик –  $0,1 \times 49,33 = 4,93$  чел/дн;
- буровой мастер –  $0,29 \times 49,33 = 14,31$  чел/дн;
- машинист буровой установки –  $1 \times 49,33 = 49,33$  чел/дн;
- помощник машиниста буровой установки 1-й –  $1 \times 49,33 = 49,33$  чел/дн;
- помощник машиниста буровой установки 2-й –  $0,29 \times 49,33 = 14,31$

чел/дн.

*Отбор и обработка проб*

При бороздовом опробовании объем работ составит: 1318 проб (пог. м) – категория пород IX.

Затраты времени на отбор бороздовых проб вручную сечением  $10 \times 5$  см

при категории пород – IX (ССН-92, вып. 1, ч. 5), составят:  $1318/100 \times 5,57 = 73,4$  смен или 2,89 мес.

Затраты труда (ССН, вып.1, ч.5, т.6) составят:

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 73,4 = 7,34$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 73,4 = 73,4$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 73,4 = 73,4$  чел/дн.

Объем работ: 290 проб (пог. м) – категория пород IV.

Затраты времени на отбор бороздовых проб вручную сечением  $10 \times 15$  см при категории пород – IV (ССН-92, вып. 1, ч. 5), составят:  $290/100 \times 7,33 = 21,26$  смен или 0,84 мес.

Затраты труда (ССН, вып.1, ч.5, т.6) составят:

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 21,26 = 2,126$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 21,26 = 21,26$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 21,26 = 21,26$  чел/дн.

При отборе точечных (литогеохимических) проб по керну скважин, объем работ составляет: 750 проб (пог. м) категория пород – IV.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную при категории пород IV (ССН-92, вып. 1, ч. 5, измеритель – 100 м керна), составят:  $750/100 \times 2,4 = 18$  смен или 0,7 мес.

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

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 18 = 1,8$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 18 = 18$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 18 = 18$  чел/дн.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную, категория пород X (ССН-92, вып. 1, ч. 5, составят  $1470/100 \times 7 = 102,9$  смен или 4 мес. Затраты труда (ССН, вып.1, ч.5, т. 30) составят:

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 102,9 = 10,29$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 102,9 = 102,9$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 102,9 = 102,9$  чел/дн.

Отбор точечных (литогеохимических) проб по горным выработкам

Объем работ: по горным выработкам по породам IV категории – 260 проб, по породам IX категории – 192 проб.

Затраты времени на отбор точечных (литогеохимических) проб по породам IV категории (ССН-92, вып1, ч.5, измеритель – 100 м) составят  $260/100 \times 2,9 = 7,54$  смен или 0,34 мес.

Затраты труда (ССН, вып.1, ч.5, т. 17) составят:

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 7,54 = 0,754$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 7,54 = 7,54$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 7,54 = 7,54$  чел/дн.

Обработка (промывка, расситовка) керновых и бороздовых проб на ПОУ-4-2М

Объем работ: количество шлиховых проб 690 с объемом одной пробы 0,01 м<sup>3</sup>, общий объем материала шлиховых проб для промывки составит 7,6 м<sup>3</sup>, категория промывистости «трудная» – 12. Сборником сметных норм (ССН в. 1, ч. 5.) установлены нормы времени на промывку на установке ПОУ4-2М при объеме рядовой пробы 0,08м<sup>3</sup>. Учитывая малый объем рядовой пробы на промывку по проекту (0,015м<sup>3</sup>) и, исходя из фактических затрат времени на обработку аналогичных проб (по данным ФГУГП «Запсибгеолсъемка»), в расчет затрат времени на обработку (промывку) начальных проб введен коэффициент 9,6.

Затраты времени на обработку (промывку) шлиховых проб (ССН в. 1, ч. 5, измеритель – 100 м<sup>3</sup>) составят:  $6,9/100 \times 82,57 \times 9,6 = 54,7$  смен или 2,15 мес.

Затраты труда (ССН, вып.1, ч. 5) составят:

- ИТР –  $54,7 \times 0,6 = 32,82$  чел/дн;
- рабочие –  $54,7 \times 4 = 218,8$  чел/дн.

Обработка (измельчение) лабораторных проб массой 500 г:

Объем работ – 1920 проб; средняя масса лабораторных проб 500г.

Затраты времени на обработку лабораторных проб (ССН-92, в. 1, ч. 5,

измеритель – 100 проб) составят:  $1920/100 \times 1,3 = 24,96$  смен или 0,98 мес.

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

- ИТР –  $24,96 \times 0,39 = 9,73$  чел/дн;
- рабочие –  $24,96 \times 1 = 24,96$  чел/дн.

#### *Геофизические исследования*

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

Объем работ: 95% от объема пог.м. скважин (установка УКБ-200/300С) – 1940,42 м.

Затраты времени согласно ССН-3, ч.5, составят:  $1940,42/1000 \times 4,96 = 9,62$  смен.

Затраты труда (ССН-3, ч.5) составят:

- каротажник IV разр. –  $1 \times 9,62 = 9,62$  чел/дн;
- машинист подъемника каротажной станции V разр. –  $1 \times 9,62 = 9,62$  чел/дн;
- рабочий III разр. –  $1 \times 9,62 = 9,62$  чел/дн.

#### Геофизические работы наземные

Объем работ: профильная магнитная съемка в объеме 2860 ф.т., применительно к масштабу 1:10000 (наблюдения через 10 м по профилю). Категория трудности IV.

Затраты времени на производство магниторазведки рассчитаны согласно ССН-92, вып. 3, часть 3; к затратам на рядовые наблюдения применяется коэффициент 1,08, учитывающий контрольные наблюдения (8%). Измеритель – 500 ф.т.

Затраты времени на магниторазведку (ССН-92, вып.3, ч.3, т. 30) составят:  $2860/500 \times 1,33 \times 1,08 = 8,22$  смен или 0,32 мес.

Затраты труда (ССН, вып.3, ч.3, т.32) составят:

- ИТР –  $3,25 \times 8,22 = 26,72$  чел/смен;
- рабочие –  $1 \times 8,22 = 8,22$  чел/смен.



Затраты времени и труда на регистрацию вариаций магнитного поля равны затратам времени на магниторазведку.

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

*Расчёт производительности труда*

Расчёт производительности труда за месяц производится по формуле:

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \times C, \quad (5.7)$$

где  $P_{\text{см}}$  – производительность в смену,;

$C$  – количество смен в месяц (при односменной работе  $C = 25,4$ ).

Производительность в смену рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{см}} = Q/N, \quad (5.8)$$

где  $Q$  – объём работ;

$N$  – затраты времени на данный вид работ;

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований:

$$P_{\text{см}} = 36,5/41,87 = 0,87,$$

$$P_{\text{мес}} = 0,87 * 25,4 = 22,098.$$

Составление предварительных графических материалов:

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

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

Буровые работы:

$$P_{\text{см}} = 266,5/49,33 = 5,4,$$

$$P_{\text{мес}} = 5,4 * 25,4 = 137,16.$$

Отбор и обработка проб:

$$P_{\text{см}} = 104,22/302,76 = 0,34,$$

$$P_{\text{мес}} = 0,34 * 25,4 = 8,64.$$

Геофизические исследования скважин:

$$\Pi_{\text{см}} = 1,5485/7,68 = 0,20,$$

$$\Pi_{\text{мес}} = 0,20*25,4 = 5,08.$$

Геофизические работы наземные:

$$\Pi_{\text{см}} = 2860/8,22 = 347,93,$$

$$\Pi_{\text{мес}} = 347,93*25,4 = 8837,42.$$

### 5.3. Расчет сметной стоимости работ

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.

#### 5.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат

Результаты расчета приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Сметно-финансовый расчет затрат

Наименование должностей	Районный коэффициент	Оклад, руб	С учетом коэффициента (за 1 мес.)
Основная зарплата:			
директор	1,3	30000	39000,0
главный геолог	1,3	19800	25740,0
начальник партии	1,3	19800	25740,0
геолог 1 категории	1,3	13700	17810,0
геолог 2 категории	1,3	12100	15730,0
инженер по буровым работам	1,3	13700	17810,0
механик	1,3	10700	13910,0

Продолжение таблицы 5.3

техник-геолог 2 категории	1,3	10700	13910,0
буровой мастер	1,3	8688	11294,4
машинист буровой установки	1,3	7500	9750,0
помощник машиниста буровой установки	1,3	6110	7943,0
отборщик проб	1,3	5000	6500,0
дробильщик	1,3	5000	6500,0
рабочие 3 разряда (3 чел)	1,3	5000	6500,0
бухгалтер	1,3	9500	12350,0
экономист	1,3	9500	12350,0
итого			
основная зарплата	1,3		242837
дополнительная зарплата (7,9 %)			19184
итого заработной платы			262022
отчисления на соц. нужды (34,6 %)			63511
Итого			325533

### 5.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Общая сметная стоимость геологоразведочных работ приведена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Общая 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
<b>I</b>	<b>Основные расходы</b>				1875189,2
<b>A</b>	<b>Собственно геологоразведочные работы</b>				1830528,7
<b>1</b>	<b>Проектирование и подготовительный период к полевым работам</b>				192842,0
1.1	Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов				43840,0
1.1.1	Выписки текста	100 стр.	28,00	1129,20	31618,0
1.1.2	Выписки таблиц	100 стр.	7,00	1252,56	8768,0
1.1.3	Выборки чертежей	100 черт.	1,50	2302,69	3454,0
1.2	Проектирование				149002,0
1.2.1	Составление картограммы геологической изученности Алгаинско-Березовской площади м-ба 1:200 000	чертеж	1,00	1498,79	1499,0
1.2.2	Составление картограммы геофизической изученности Алгаинско-Березовской площади м-ба 1:200 000	чертеж	1,00	1498,79	1499,0

Продолжение таблицы 5.4

1.2.3	Составление предварительного геолого-поискового плана участка Водораздельный, м-б 1:10 000	10 км <sup>2</sup>	0,1	13618,25	1362,0
1.2.4	Составление текстовой части проекта	чел/мес	2,00	72320,91	144642,0
2	Полевые работы – Всего				1488684,7
2.1	Бороздовое опробование				133607,0
2.1.1	Бороздовое опробование, сечение борозды 5x10 см, категория пород X, по канавам	100 п.м. борозды	13,18	7690,09	101355,0
2.1.2	Бороздовое опробование, сечение борозды 15x10 см, категория пород IV, всего, в т.ч.		2,90	11121,38	32252,0
2.2	Литогеохимические работы				209588,0
2.2.1	Отбор точечных (литохимических) проб по керну скважин, категория VII-IX, всего	100 проб	22,20	8370,61	185828,0
2.2.2	Отбор точечных (литохимических) проб по горным выработкам по рыхлым отложениям IV категории	100 проб	2,60	5004,62	13012,0

Продолжение таблицы 5.4

2.2.3	Отбор точечных (литохимических) проб по коренным породам (X категория) по траншеям	100 проб	1,92	5597,69	10748,0
2.3	Обработка проб				838018,0
2.3.1	Обработка начальных геохимических проб массой 0,5 кг	100 проб	19,2	4200,03	80641,0
2.3.2	Обработка (промывка) керновых бороздовых проб на ПОУ-4-2М	100 м <sup>3</sup>	0,76	99654,87	757377,0
2.4	Разведочное бурение				1024558,7
2.4.1	Бурение буровой самоходной установкой УКБ-200/300С	пог. м.	266,5	3798,00	1012169,7
2.4.2	Геофизические исследования скважин, всего:	отр-см на 1000 м	1,32	9385,36	12389,0
2.5	Наземные геофизические работы				120931,0
2.5.1	Магниторазведка, 100x10 м	500 ф. т.	5,72	21141,80	120931,0
<b>Б</b>	<b>Сопутствующие работы и затраты</b>				
	Транспортировка грузов и персонала (3%) от ПР				44660,5
<b>II</b>	<b>Накладные расходы, 12,9% от ОР</b>				241899,4
<b>III</b>	<b>Плановые накопление, 10,9% от НР+ОР</b>				230762,7
	<b>Итого</b>				2347851,3
<b>IV</b>	<b>Компенсированные затраты</b>				196894,9

Продолжение таблицы 5.4

	Полевое довольствие (7% А+Б)	131263,2
	Доплаты (2%)	37503,8
	Рекультивация земель (1%)	18751,9
	Лесобилет (0,5%)	9375,9
<b>V</b>	<b>Резерв на непредвиденные расходы (6% А+Б)</b>	109831,7
	<b>Итого</b>	2654577,9
	НДС 20%	530915,6
	Всего	3185493,4



## **5.4. 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, орудия и предметы труда, технология).

Организация производства образует систему, имеющую 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.).

### **5.4.1. Поэтапный план**

Поэтапный план работ приведен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Поэтапный план работ

Наименование основных видов работ и этапов их выполнения	Сроки выполнения	
	Начало	Окончание
<b>Этап 1</b> Составление и утверждение проектно-сметной документации; сбор, анализ, комплексная интерпретация геологической, геофизической и геофизической информации.	II квартал 2019	IV квартал 2019
<b>Этап 2</b> Осуществление буровых работ. Отбор по рудным пересечениям скважин малых технологических проб, составление лабораторно-технологических проб, проведение обогащения и изучения вещественного состава	I квартал 2020	II квартал 2020

#### 5.4.2. 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

## 5.5. Мотивация и стимулирование труда

Фонды экономического стимулирования представляют собой часть финансовых ресурсов общества, которая остается в распоряжении предприятия (организации) и используется для создания дополнительных материальных стимулов, способствующих повышению эффективности производства. В производственных геологических объединениях, а также в экспедициях, наделенных правами социалистического государственного предприятия, как и на предприятиях других отраслей народного хозяйства, образуются три фонда экономического стимулирования:

- 1) материального поощрения;
- 2) социально-культурных мероприятий и жилищного строительства;
- 3) развития производства.

Фонды экономического стимулирования, не использованные в течение года, изъятию не подлежат, а переходят на последующие годы. Они должны использоваться только по целевому назначению.

Фонд материального поощрения по значению и размеру средств является главным среди фондов экономического стимулирования. За счет средств этого фонда выплачиваются все виды премий, вознаграждений и поощрений работников геологической организации.

Размер фонда материального поощрения зависит от величины прибыли, получаемой в результате выполнения геологических заданий. Поэтому он тесно связан со своевременным выполнением коллективом геологической организации запланированных заданий с меньшими затратами.

## **5.6. Стратегия развития предприятия**

Стратегия развития предприятия зависит от распределения выручки и формирования фондов предприятия. В данном случае фонд развития производства составляет 80 % от чистой прибыли + амортизационные отчисления, данные средства пойдут на реализацию мероприятий по совершенствованию труда и производства. Фонд социального развития составляет 20 % и пойдет на выплату заработной платы в зимний период.

## **6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **6.1. Введение**

В период выполнения геологоразведочных работ базовым предприятием является ФГУГП «Запсибгеолсъемка», расположенное на территории Кемеровской области п. Елань. Район проектируемых работ расположен в юго-западной части Горной Шории и административно входит в Таштагольский район Кемеровской области.

Район работ представляет собой типичную для западной части Горной Шории низкогорную таежную местность с умеренно расчлененным рельефом. Абсолютные отметки рельефа колеблются от 350 м до 505 м, местами достигая 520–540 м, и относительными превышениями 50–200м.

Климат района резкоконтинентальный, с суровой продолжительной зимой и дождливым летом. Среднегодовая температура воздуха  $+1,4^{\circ}\text{C}$  при минимальной зимней  $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$  и максимальной летней  $+37^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков 900–1200мм; относительная влажность воздуха 71%. Снежный покров достигает глубины до 3м и держится в среднем 195 дней в году, с конца октября и до начала мая. Время, пригодное для полевых работ, с конца мая и до конца сентября – половины октября.

Геологоразведочные работы проводятся в удалении от населённых пунктов (расстояние до ближайшего населенного пункта 30 км). Отрицательного влияния на гидросеть района от производства наземных геологоразведочных выработок не отмечено.

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

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

Работа на буровой установке характеризуется вахтовым методом работы и наличием определенных ограничений на список лиц, допущенных к осуществлению работ, которые регламентируются главой 47 ТК РФ [15].

Лица женского пола не могут включаться в состав буровых бригад также согласно ПП РФ от 25.02.2000 г. №162 [16].

Работник буровой также имеет право на досрочную пенсию по старости по достижении возраста 55 лет, если он проработал на работах с тяжелыми условиями труда не менее 12 лет 6 месяцев и имеет страховой стаж не менее 25 лет, согласно Федеральному закону от 17.12.2001 №173-ФЗ (ред. от 04.06.2014, с изм. от 19.11.2015) «О трудовых пенсиях в Российской Федерации. Статья 27. Сохранение права на досрочное назначение трудовой пенсии».

### **6.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя**

Работа буровой бригады выполняется стоя, рабочие места необходимо оборудовать в соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» [27].

– органы управления, используемые до 5 раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля;

– при работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук;

– редко используемые средства отображения информации допускается располагать в вертикальной/горизонтальной плоскости под углом  $\pm 60^\circ$  от

нормальной линии взгляда.

Исключение составляют работы на буровых установках, оборудованных автоматизированным оборудованием (верхний силовой привод), где место работы бурильщика оборудовано сиденьем. В таком случае рабочее место бурильщика должно оборудоваться в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя» [28].

### **6.3. Производственная безопасность**

Сооружение геологоразведочных скважин тесно связано с опасностью выполняемых работ. Наиболее важным аспектом является четкое и слаженное взаимодействие работающих служб, а так же своевременное и точное поступление различных сведений, касающихся безопасности людей.

Подход к системе защиты должен быть комплексным. На человека, в условиях производства, действуют в основном техногенные опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасные производственные факторы – это такие факторы, воздействие которых в определенных условиях приводят к травме или резкому ухудшению здоровья работающего. К вредным же относится такой факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

В ГОСТ 12.0.003-2015 приведена классификация опасных и вредных производственных процессов [16]. По характеру своего происхождения эти факторы разделяются на:

- на факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;
- факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;
- факторы, порождаемые биологическими свойствами микроорганизмов, находящихся в биообъектах и (или) загрязняющих материальные объекты производственной среды;
- факторы, порождаемые поведенческими реакциями и защитными механизмами живых существ (укусы, ужаливания, выброс ядовитых или иных защитных веществ и т.п.);
- факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);



- факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абстиненции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.) [18].

Элементы производственного процесса, которые могут представлять опасность на участке геологоразведочных работ «Водораздельный», приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы на участке «Водораздельный»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования	Бурение скважин и вспомогательные работы	
1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 [15] ГОСТ 12.1.003–2015 [16] ГОСТ 12.1.029-80 [17]
2.Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте	+	+	ГОСТ 12.1.030–81 [18] ГОСТ 12.1.038–82 [19]
3.Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны		+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 [20] ГОСТ 12.1.012-90 [21] ГОСТ 12.4.125-83 [22]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	СНиП П-12-77 [23] ГОСТ 12.2.062-81 [24] СанПин 2.2.2.3359-16 [25]
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	СанПиН 2.2.4.548-96 [26]
6. Повреждения в результате контакта с насекомыми	+	+	

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

При выполнении монтажных и демонтажных работ обязательно соблюдение «Техники безопасности в строительстве» СНиП III-4-80.

#### *Движущиеся машины и механизмы*

При выполнении монтажно-демонтажных работ возможны различные механически травмы – удары или ушибы движущимися или падающими предметами, царапины и порезы об острые кромки и заусеницы, падения с высоты.

При выполнении монтажных, демонтажных и строительных работ на высоте запрещается использовать случайные подставки и опоры, такие как ящики, бочки, фермы, стропила и др. Запрещается работать на переносных средствах подъема (стремянки). При работе на неустойчивых поверхностях, расположенных на высоте более 1,3 м следует пользоваться предохранительным поясом, прикрепляя его к прочным элементам конструкции.

Все незакрепленные детали и инструменты необходимо держать в специальном переносном ящике или надеваемой сумке. Запрещается переносить их в карманах, класть на монтируемые конструкции, сбрасывать с высоты. При использовании тяжелых инструментов, их поднимают на высоту с помощью подъемных инструментов в специальной таре.

Запрещается работать на высоте при высокой скорости ветра, гололеде, грозе и тумане. Не допускается нахождение людей под монтируемыми конструкциями до их полной установки.

#### *Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб*

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

Каждый член буровой бригады должен быть снабжен обязательными средствами индивидуальной защиты (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Обязательные средства индивидуальной защиты для бригады в составе 4 человек

№	Средства защиты	Количество
1	Каски	4 шт
2	Предохранительные пояса	3 шт
3	Кирзовые сапоги	4 пар
4	Резиновые сапоги	4 пары
5	Рукавицы брезентовые	4 пары
6	Костюм х/б	4 шт
7	Защитные очки	4 шт
8	Респиратор	4 шт
9	Антивибрационный коврик	3 шт
10	Медицинская аптечка	4 шт

Существуют следующие мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- снабжение персонала исправным инструментом, спецодеждой и спецобувью;
- обеспечение всего комплекса профилактических мер, требуемых правилами безопасности (проведение всех видов обучения, инструктаж по охране труда);
- оформление плакатов, предупреждающих надписей, а также других средств агитации по промышленной безопасности и охране труда;
- использование на всех необходимых видах работ средств индивидуальной защиты.

#### *Поражение электрическим током*

Большую опасность на участке геологоразведочных работ представляют поражения электрическим током. Для исключения поражения персонала током необходимо соблюдать некоторые правила:

- все оголенные провода, токоведущие части должны изолироваться в шкафах, либо быть поднятыми на высоту;
- использовать устройства заземления и зануления;

- использовать коллективные и индивидуальные средства защиты от электрического тока
- применение малого напряжения питания согласно ССБТ ГОСТ 12.1.009-76;

В качестве защиты от поражения током используется система заземления, представляющая собой контур шнуровых заземлений. При этом общее сопротивление заземление не превышает 4 Ом.

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

#### *Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе*

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 °С и выше, холодный – ниже + 10 °С.

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 6.3 [26].

Таблица 6.3 – Оптимальные 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)	48...20	60...40	0.3

### *Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте*

Для выполнения буровых работ характерно использование машин и механизмов, работа которых вызывает повышенный уровень шума и вибрации, которые оказывают вредное воздействие на человека.

Мероприятия по устранению вибрации:

- балансировка, установка амортизаторов;
- проведение планово-предупредительных ремонтов, увеличение массы основания вибрирующих устройств, крепление вибрационных систем;
- применение средств индивидуальной защиты (виброобувь, виброручкавицы, виброгасящие коврики).

Вибрация должна отвечать требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» [21].

Длительное воздействие шума на организм человека вызывает такие негативные последствия, как нарушение деятельности нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем; нарушение слуха, а также переутомление.

Для снижения уровня шума необходимо использовать средства индивидуальной защиты (наушники, вкладыши). Так же осуществляются мероприятия по борьбе с шумом:

- 1) устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;
- 2) установка антишумовых кожухов и экранов;
- 3) периодический замер уровень шума (согласно СанПин 2.2.2.3359-16, на буровой уровень шума не должен превышать 80 дБа) [25]

### *Повышенная загазованность и запыленность рабочей зоны*

Во всех производственных помещениях концентрация токсичных газов, паров и пыли в воздухе должна соответствовать «Предельно допустимым в воздухе рабочей зоны производственных помещений», устанавливаемым ГОСТ 12.1.005-88.

Запыленность рабочей зоны не должна превышать уровень предельно допустимой концентрации (ПДК) вредного вещества.

При превышении уровня ПДК в воздушной среде рабочих помещений вредных газов и паров, концентрации которых могут оказать вредное влияние на здоровье человека, работы в этих местах должны быть немедленно прекращены, а персонал переведен на безопасное расстояние. 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>).

#### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

В действующих нормах по проектированию искусственного освещения минимальную освещенность на рабочих местах устанавливают с учетом размеров объектов размещения, разряда работы, контраста объекта различия с фоном и светлоты фона. Исходя из СНиП 23-05-95 работа персонала, относящаяся к 2-3 разряду, имеет освещенность не менее 200-300 лк. В остальных местах буровой установки работа относится к 4-5 разряду с освещенностью 50...80 лк. Недостаток освещенности на рабочем месте значительно затрудняет деятельность персонала, ухудшает их ориентировку в пространстве, а также снижает производительность и качество труда, приводя к авариям и получению травм. Нормы освещенности приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Нормы освещенности

Рабочие места, подлежащие освещению	Разряд зрительной работы	Рекомендуемая освещенность, лк
Буровой стол	II	200
Щит КИП	I	220
Полати верхового рабочего	II	150
Путь талевого блока	IV	80
Кронблок	IV	80
Буровое помещение	II	200
Глиномешалки	III	200
Площадка горюче-смазочных материалов и инструментов	V	50

### *Повреждения от укусов насекомых*

В летнее время в районе работ присутствует огромное количество кровососущих насекомых, вероятно наличие клещей, переносчиков энцефалита. Сотрудники должны быть обеспечены такими индивидуальными средствами защиты, как сетчатые маски и аэрозоли против насекомых. Так же каждый сотрудник должен быть привит от клещевого энцефалита.



## **6.4. Экологическая безопасность**

Разведка месторождений является неотъемлемой частью геологических работ, которые в соответствии с «Правилами охраны недр» при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и Основами законодательства РФ о недрах, направлены на полное, комплексное и экономически целесообразное извлечение из недр полезного ископаемого.

На участках стоянки буровых бригад все материалы, не пригодные для дальнейшего использования, включая горюче-смазочные отходы, подлежат сжиганию в специально отведенных местах. Изношенное оборудование и металлолом будут вывозиться на базу партии.

Контроль за соблюдением природоохранных мероприятий будет осуществляться должностными лицами и специалистами, непосредственно занятыми на проектируемых работах, в соответствии с их должностными инструкциями.

### **6.4.1. Анализ влияния геологоразведочных работ на окружающую среду и обоснование мероприятий по их устранению**

Буровое оборудование и транспортная техника оборудованы дизельными двигателями, вследствие чего в атмосферу происходит выброс следующих загрязняющих веществ:

- оксиды углерода;
- углеводороды;
- диоксид азота;
- сажа;
- сернистый ангидрид;
- бензапирен.

Для защиты и восстановления земельных участков предусмотрены

подготовленные до процесса бурения и осуществляемые в процессе природоохранные мероприятия (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Вредные воздействия на недра и окружающую среду, а также природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах

Природные ресурсы, компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Мероприятия по охране
1	2	3
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники и т.д. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязнённой земли и др.
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов
Вода и водные ресурсы	Загрязнение производственными сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами, рассолами и др.)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора
Недра	Нарушение естественных свойств геологической среды	Гидрогеологические, гидрохимические и инженерно-геологические наблюдения в скважинах и выработках
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов из подземных выработок	Мероприятия предусматриваются в случаях непосредственного вредного воздействия
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и других представителей животного мира; случайное уничтожение	Планирование работ с учетом охраны животного мира

#### **6.4.2. Намечаемое направление рекультивации нарушенных горными работами земель**

Рекультивацию земельных участков предполагается выполнять в соответствии с «Основными положениями о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»,

утвержденными приказом Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1985. № 525/67 (зарегистрированы Минюстом 29.07.96 № 1136), с учетом региональных природно-климатических условий и месторасположения нарушенного участка, на основании действующих экологических, санитарно-гигиенических, строительных, водохозяйственных и лесохозяйственных нормативов и стандартов.

В процессе геологоразведочных работ на участках выхода рудных тел на поверхность и прилегающих территориях рельеф нарушен канавами, траншеями, в результате чего на большей части собственно месторождения ликвидирована очаговая аборигенная растительность. В целом, земли, занятые под геологоразведочные работы, по своим физико-механическим свойствам малопригодны для использования при рекультивации.

Почвенно-климатические условия региона неблагоприятны для сельскохозяйственного направления рекультивации. Снятие почвенно-растительного слоя малой толщины возможно только на отдельных отчуждаемых площадях в долинных участках. Сопочные участки не имеют собственно плодородного слоя. В связи с этим специальных мероприятий (кроме выравнивания поверхности бульдозерами) в проекте не предусматривается.

Отсутствует рекреационное направление рекультивации, поскольку вблизи месторождений отсутствуют крупные населенные пункты и промышленные предприятия.

На тех участках, где нанесение плодородного слоя почвы невозможно из-за дефицита почв, земли оставляются под естественное природовосстановление (самозарастание).

## 6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Для обеспечения безопасности в ЧС необходимо выявить наиболее возможные. К ним относятся: природные, техногенные, экологические, социально-политические.

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 6.6.

Таблица 6.6 – Противопожарный инвентарь

№	Наименование	Количество
1	Огнетушители пенные ОП-5	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: Лопата Багры Лом Топор	2 шт 2 шт 2 шт 2 шт
6	Противопожарные ведра	2 шт
7	Противопожарный щит	1 шт

Мероприятия противопожарной безопасности:

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

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

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

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

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

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

## **6.6. 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 процессе 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.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения данной работы были выполнены все разделы для осуществления разведочного бурения. Произведено описание геолого-экономических характеристик и геологических условий разреза данного участка. Также, на основании геологических условий, обоснован выбор технологии и техники строительства скважин на «Водораздельном» участке «Алгаинско-Березовской» площади.

Для бурения скважин была выбрана буровая установка УКБ-200-300С и малоглинистый буровой раствор. Также выполнены расчеты режимных параметров бурения и произведены все проверочные расчеты выбранного бурового оборудования.

Был выполнен сметно-финансовый расчет затрат проведения проектируемых работ и проанализированы вредные и опасные производственные факторы при проведении геологоразведочных работ. Также были предложены меры по предупреждению данных факторов.

В специальном разделе проекта рассмотрены технологические и комплексные критерии оптимизации процесса бурения, а также методика определения оптимальных параметров режима и условий бурения скважин

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. А.С. Волков. МАШИНИСТ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ. Учебное и справочное пособие.: ВИЭМС, МПР РОССИИ, 2003. – 640 с.
3. Нескоромных В.В. Оптимизация в геологоразведочном производстве: учебник/ В.В. Нескоромных, В.Г. Храменков; Томский политехнический университет/ - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 256 с.
4. Буровая установка УКБ-200/300С. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/ukb200>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие/ В.Г. Храменков, В.И. Брылин; Томский политехнический университет. – 2-е изд. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 244 с.
6. Башлык С.М. , Загибайло Г.Т. Бурение скважин: Учеб. для сред. спец. учеб. завед. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 477 с.: ил.
7. Средства для отбора керна при бурении с прямой промывкой. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/priam>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Подкладные буровые вилки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukb4sa4.ru/bur-vilki.html>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Технология и техника разведочного бурения. Учебник для вузов/Шамшев Ф.А., Тараканов С.Н., Кудряшов Б.Б. и др. – 3-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1983, 565 с.
10. Бурение разведочных скважин. Учеб. для вузов/Н.В. Соловьев, В.В. Кривошеев, Д.Н. Башкатов и др.; Под общ. ред. Н.В. Соловьева. – М.: Высш.



шк., 2007. – 904 с.;

11. Полуавтоматические элеваторы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/elevpolu>, свободный. – Загл. с экрана.
12. Буровая установка УКБ-200/300 / А. С. Рывкин, Н. И. Корнилов, В. В. Григорьев и др; – М: Недра, 1973. – 208 с.
13. Урал-маркет. Продажа спецтехники на базе Урал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ural-market.com/unitautotech/vodovoz-acpt-10-ural-4320-1951-60m>, свободный. – Загл. с экрана.
14. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1994 – 432 с.: ил.
15. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением №1).
16. ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
17. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
18. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с изменением №1).
19. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов ( с изменением №1).
20. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
21. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
22. ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
23. СНиП II-12-77 Защита от шума.
24. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные ( с изменением №1).
25. СанПин 2.2.2.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

26. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
27. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
28. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.