

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

Институт – Институт природных ресурсов  
Направление подготовки – Технология геологической разведки  
Кафедра – Бурения скважин

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы:
<b>Технология и техника сооружения скважин при разведке рудного золота на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай)</b>
УДК 553.411:550.822.7:622.24(571.151)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222В	Варламов Айстаан Валерьевич		

Руководитель:

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Геолого-методическая часть»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврилов Р. Ю.	К.Г.-М. Н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кочеткова О. П.			

По разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О. А.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

И. о. зав. кафедрой БС	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ковалев А. В.	К.Т.Н.		

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

Институт	Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность)	21.05.03 «Технология геологической разведки»
Уровень образования	Специалитет
Кафедра	Бурения скважин
Период выполнения	осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ
------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.17
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
03.05.17	<i>Описание теоретической части проекта</i>	50
18.05.17	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	40
11.06.17	<i>Устранение недостатков проекта</i>	10

Составил преподаватель:

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

**СОГЛАСОВАНО:**

И. о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БС	Ковалев А. В.	к. т. н.		

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

---

Институт – Институт природных ресурсов  
Направление подготовки – Технология геологической разведки  
Кафедра – Бурения скважин

УТВЕРЖДАЮ:  
И. о. зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Ковалев А. В.  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Студенту:

Группа	ФИО
222В	Варламову Айстаану Валерьевичу

Тема работы:

<b>Технология и техника сооружения скважин при разведке рудного золота на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	10.02.17

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2017
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования: рудное золото на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай).
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цеха. 3. Оптимизация режимов бурения серийными алмазными коронками.
<b>Перечень графического материала</b>	1. Геологический план. 2. Геологический разрез. 3. Геолого-технический наряд. 4. Схема расположения бурового оборудования. 5. Алмазные коронки А4ДП и КАСК-4С. 6. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ (СМ-1).

### Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Гаврилов Р. Ю.
Социальная ответственность	Немцова О. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кочеткова О. П.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.17
--	----------

#### Задание выдал руководитель:

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

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222В	Варламов А. В.		

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

Студенту:

<b>Группа</b> 222В	<b>ФИО</b> Варламову Айастану Валерьевичу
-----------------------	--

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>БС</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/ специальность</b>	Технология геологической разведки

**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 оценочной 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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	10.02.17
---	----------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Гаврилов Р. Ю.	к. г.-м. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
222В	Варламов А. В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
222В	Варламову Айастану Валерьевичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>БС</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Технология геологической разведки

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

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

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

<p><b>3.1. Производственная безопасность</b></p> <p>3.1.1. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>3.1.2. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– движущиеся машины и механизмы различного оборудования;</li> <li>– острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб;</li> <li>– поражение электрическим током.</li> </ul> <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– повышенный уровень шума и вибрации;</li> <li>– повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны.</li> </ul>
<p><b>3.2. Экологическая безопасность:</b></p>	<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>
<p><b>3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– пожары.</li> </ul>
<p><b>3.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.17
--	----------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Немцова О. А.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
222В	Варламов А. В.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
222В	Варламову Айаस्ताану Валерьевичу

<b>Институт</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Кафедра</b>	Бурения скважин
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Технология геологической разведки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитать сметную стоимость 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
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

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

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.17
---	----------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ст. преподаватель	Кочеткова О. П.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
222В	Варламов А. В.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа Варламова Айастана Валерьевича на тему «Технология и техника сооружения скважин при разведке рудного золота на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай)».

Выпускная квалификационная работа содержит 136 страницы, 38 таблиц, 17 рисунков, 21 источников.

Объектом исследования является рудное золото на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай).

Цель работы: создание проекта сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай).

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

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2013, графический материал выполнен в программе CorelDRAW X6, таблицы и диаграммы составлены в программе Microsoft Office Excel 2013, презентация выполнена в программе Microsoft Office PowerPoint 2013.

					<i>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17	<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17			9	136
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17		<i>ТПУ ИПР гр. 222В</i>		

## ABSTRACT

Graduation qualification work of Varlamov Ayastan Valerevich on the topic "Technology and technology of well construction at exploration of ore gold at the Brechchia site (Turachaksky district, Altai Republic)".

The final qualifying work contains 136 pages, 38 tables, 17 figures, 21 sources.

The object of the study is ore gold at the Brechchia site (Turachak rayon, Altai Republic).

Purpose of work: the creation of a well construction project in the course of exploration works on the Brechchia site (Turachak rayon, Altai Republic).

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

Graduation qualification work was carried out in the text editor Microsoft Office Word 2013, the graphic material is made in the CorelDRAW X6 program, the tables and diagrams are made up of the program Microsoft Office Excel 2013, The presentation is performed in the Microsoft Office PowerPoint 2013 program.

					<i>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17	<i>Abstract</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17			10	136
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17		<i>ТПУ ИПР гр. 222В</i>		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	15
1.1. Географо-экономические условия проведения работ.....	15
1.1.1. Административное положение объекта работ.....	15
1.1.2. Рельеф.....	15
1.1.3. Климат.....	15
1.1.4. Растительность. Животный мир .....	16
1.1.5. Гидросеть .....	16
1.1.6. Экономическая характеристика района работ.....	17
1.1.7. Пути сообщения .....	17
1.1.8. Коэффициенты, определяемые условиями проведения работ.....	17
1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ .....	17
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ.....	19
1.3.1. Геолого-структурная характеристика .....	19
1.3.2. Литологическая характеристика района работ.....	19
1.3.3. Характеристика основных рудных тел.....	21
1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ .....	24
1.4.1. Перечень запроектированных видов геологоразведочных работ.....	24
1.4.2. Опробование .....	24
1.4.3. Оценка прогнозных ресурсов.....	27
1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ.....	28
1.5.1. Методика проведения буровых работ .....	28
1.5.2. Расчет объемов буровых работ .....	30
1.5.3. Геолого-технические условия бурения скважин. Свойства горных пород. Характеристика разреза .....	34
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ .....	38
2.1. Организация буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения .....	38
2.2. Выбор способов бурения скважин.....	38
2.3. Разработка типовых конструкций скважин .....	39
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин.....	40
2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению .....	41
2.3.3. Построения профиля скважины.....	43

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А. В.</i>		06. 17	<i>Содержание</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06. 17			11	136
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06. 17		<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		

2.4. Выбор буровой установки .....	44
2.4.1. Буровой станок .....	46
2.4.2. Буровой насос .....	48
2.4.3. Выбор бурильных труб .....	49
2.4.4. Буровая вышка (мачта). Буровое здание .....	52
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения .....	53
2.5.1. Проходка горных пород .....	53
2.5.2. Промывочная жидкость .....	54
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин .....	54
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования .....	56
2.7.1. Проверочные расчеты мощности буровой установки .....	56
2.7.2. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты .....	60
2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность .....	67
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин .....	70
2.9. Выбор источника энергии .....	72
2.10. Механизация спуско-подъемных операций .....	74
2.11. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования .....	76
2.12. Ликвидация и консервация скважин .....	76
<b>3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....</b>	<b>78</b>
3.1. Производственная безопасность .....	78
3.1.1. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению .....	80
3.1.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению .....	85
3.2. Экологическая безопасность .....	89
3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	92
3.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	94
3.4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	94
3.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	95
<b>4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ .....</b>	<b>96</b>
4.1. Организация ремонтной службы .....	96
4.2. Организация энергоснабжения .....	96
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов .....	97
4.4. Транспортный цех .....	97
4.5. Связь и диспетчерская служба .....	98
<b>5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ БУРЕНИЯ СЕРИЙНЫМИ АЛМАЗНЫМИ КОРОНКАМИ .....</b>	<b>99</b>
5.1. Алмазные коронки и их технические характеристики .....	99
5.3. Оптимизация параметров режима алмазного бурения .....	105
5.3. Расчет режимных параметров бурения на участке «Брекчия» .....	111

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	119
6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия	119
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	120
6.2.1. Технический план	120
6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ	121
6.2.3. Расчет производительности труда на бурение скважин	124
6.3. Планирование и организация работ	125
6.3.1. Планирование и расчет фондов по статьям затрат	125
6.3.2. Организационная структура подразделения	126
6.3.3. Календарный план	127
6.4. Расчет сметной стоимости	132
6.4.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ-1)	132
6.4.2 Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	135

## ВВЕДЕНИЕ

Проектом предусматривается бурение 55 разведочных скважин в 12 профилях, расположенных через 50 м, а на флангах через 100 м по простиранию рудных тел на участке «Брекчия» Турачакского района Республики Алтай.

В проектных материалах указаны способы бурения, определена конструкция скважин, их глубина, диаметры породоразрушающего инструмента (ПРИ), глубины спуска обсадных колонн. Предлагаемые в проекте способ бурения и конструкция скважин позволит решить следующие задачи:

- проследить по простиранию и падению известные рудные тела;
- выявить новые рудные тела;
- произвести подсчет запасов в рудных телах участка «Брекчия» по категориям  $C_2$  и  $C_1$ .

Работы будут выполняться силами организации ООО «Недра Кузбасс» расположенной в п. Елань Новокузнецкого района Кемеровская область.

					<i>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А. В.</i>		06. 17	<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06. 17			14	136
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06. 17		<i>ТПУ ИПР гр. 222В</i>		

# 1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Географо-экономические условия проведения работ

### 1.1.1. Административное положение объекта работ

Лицензионный участок площадью 7,8 км<sup>2</sup> расположен в Турачакском районе Республики Алтай в 13 км от п. Артыбаш, имеет статус геологического отвода 7,76 км<sup>2</sup> и предварительно горного отвода 0,04 км<sup>2</sup>, по глубине ограничен горизонтом 630 м.

### 1.1.2. Рельеф

Участок «Брекчия» расположен в затаёженном низко-среднегорье, расчлененность рельефа невелика: абсолютные отметки изменяются от +550 м (район брошенного поселка Чуря) до +885,1...925,1 м (безымянные вершины гор в левом борту р.Чуря), редко наблюдаются крутые склоны и небольшие обрывисто-осыпные участки склонов. Среди деревьев преобладают ель, пихта, кедр, осина с густым подлеском: вдоль долины р.Чури встречаются кустарниковые и березовые «поляны».

### 1.1.3. Климат

Климат района резко континентальный с жарким (до +35°C) летом в июне-августе и холодными зимами (до -35...40°C) в ноябре-марте. Снег выпадает уже во второй половине сентября или начале октября. Среднегодовое количество осадков 1 м. Преобладающие ветра западные (по данным метеостанции п. Артыбаш).

Постоянное население на площади объекта проектируемых работ отсутствует: данная площадь не относится к особо охраняемым территориям

					<i>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А.В.</i>		06. 17	<i>Геолого-методическая часть</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06. 17			15	136
<i>Консульт.</i>		<i>Гаврилов Р. Ю.</i>		06. 17		<i>ТПУ ИПР гр. 222В</i>		
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06. 17				

(заповедники, заказники, этноприродные памятники, объекты культового поклонения и др.).

Согласно последним картам сейсмического районирования (ОСР) Горный Алтай отнесен к областям, где возможны разрушительные землетрясения интенсивностью 9 и более баллов. Данные инструментальных наблюдений Артыбашской сейсмической станции показывают, что за период с 1963 г. в этом районе ежегодно происходит 1...2 землетрясений интенсивности 2...3 балла, имеющих неглубокозалегающую (коровую) природу.

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

Район исследования в геоботаническом плане относится к Прителецкой провинции. Лесной пояс представлен здесь черновой тайгой, где коренными типами лесов являются осиново-пихтовые, осиново-березово-пихтовые с крупнотравьем и папоротниками. По долинам рек широко распространены малина, смородина, шиповник, рябина, земляника, костяника.

На терригеографических и орнитологических картах показано, что в пределах района развиты фаунистические комплексы таежной зоны: медведь, рыси, соболь, норки, заяц-беляк, бурундуки, кроты. Из крупных парнокопытных животных: лось, марал, косуля, кабарга. Редки колонок и горностаи. Из птиц водятся глухари, рябчик, вальдшнеп, гаечка-пухляк, пеночки.

#### **1.1.5. Гидросеть**

Основной водоток объекта проектируемых работ – р. Чуря (правый приток р. Пыжи – система р. Бий), является типичной горной речкой, для которой характерны: зимние наледи, паводки во время весеннего снеготаяния и обильных дождей в летние периоды; паводки речка резко вздувается и образует серьезную водную преграду для транспортировки через броды. Небольшие ручьи – правые и левые притоки р. Чуря – имеют обычный дендровидный рисунок и не играют большой роли. В меженные периоды питание гидросети осуществляется за счет

подземных трещинных и трещинно-пластовых вод скального ложа, а также за счет порово-пластовых вод современных отложений.

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

Участок «Брекчия» расположена в благоприятных географо-экономических условиях Горного Алтая и доступна для автомобильного транспорта. В 40 км западнее находится золотодобывающее предприятие ОАО «Рудник Веселый», в 13...15 км севернее проходит ЛЭП-110 КВт и асфальтированная автодорога республиканского значения, связывающая столицу Республики Алтай г. Горно-Алтайск (95 км) и железнодорожную станцию г. Бийск (180 км) с Телецким озером. Подъезд к собственно участку Брекчия возможен от с. Иогач по лесовозной автодороге вдоль р. Чури.

#### **1.1.7. Пути сообщения**

Село Турачак связан с городами Шерегеш и Горно-Алтайск автомобильной дорогой. Непосредственно по территории участка проходит лесовозная дорога. Расстояние от производственной базы ОАО «Недра Кузбасс» (с. Елань Новокузнецкого района) до участка разведочных работ 480 км (дороги II...IV категории).

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

Район не является ни высокогорным, ни безводным, поэтому единственным коэффициентом является районный коэффициент, составляющий 30%.

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

1. Открытие (1938 г.) и отработка (1941 г.) аллювиальной россыпи по р. Чурия, выполненные Турачакским приисковым управлением «Горно-Алтайзолото» (Павр и др., 1951 г.).

2. Оценка перспектив золотоносности бассейнов рек: Иогач, Пыжа, Уймень, выполненная геологами Телецкой партии МВД СССР (Павр и др., 1951 г.) в первый послевоенный период.

3. Открытие геологами Кебезенской партии ГА ПСЭ в 1981 г. (Коржнев и др., 1982 г.) коренной золотоносности (собственно Чуринское проявление) в бассейне р. Чури при геолсъемке – 50.

4. Открытие золоторудного участка «Брекчия» в 1987 г. Геохимической партии ЗСПСЭ (Жданов В.Н.), при заверке вторичного ореола золота (Курьянович, 1988, 1990 г.) выполнены следующие виды работ: литогеохимическая съемка 1:5000 масштаба на площади 5,5 км<sup>2</sup>; биогеохимические поиски 1:10000 масштаба на площади 1 км<sup>2</sup>; проходка канав 978 м<sup>3</sup>; проходка шурфов 562 п.м; бороздое опробование 170 проб; шлиховое опробование 80 проб; поисковые маршруты 55 п.км; технологическое опробование делювия 1 проба (191 кг).

5. Поисковые работы, проведенные в 2000-2002 гг. ФГУП «Горно-Алтайская ПСЭ» (Чуринская партия) на Чуринской золоторудной площади размером 6,8 км<sup>2</sup>. Выполнены полевые работы: поисковые маршруты 76,3 км, проходка канав 766 м<sup>3</sup>, бурение скважин 611,4 м; отбор бороздовых проб 345; отбор керновых проб 601; отбор протолок 272. В 2006-2007 гг. ООО ЗДК «Алтайская корона» проведено технологическое изучение руд участка «Брекчия», исследования выполнены в ОАО «ИРГ ПРЕДМЕТ» (Коган, 2007 г). В 2007 г. ОАО «ИРГИРЕДМЕТ» разработано технико-экономическое обоснование временных разведочных кондиций для подсчета запасов руд золота участка «Брекчия» (Решетник, 2007). В ТЭО временных разведочных кондиций определены следующие параметры временных разведочных кондиций.

В 2007 г. ООО ЗДК «Алтайская корона» произведен подсчет запасов руды, золота и серебра по участку «Брекчия» (Бедарев, 2007). По данным проведенных работ установлено, что руды участка «Брекчия» относятся к золото-серебряному геолого-промышленному типу золоторудных

месторождений, по сложности геологического строения относятся к 3-ей группе месторождений.

Временные разведочные кондиции и подсчет запасов утверждены на заседании ТКЗ Горно-Алтайск недр 13 декабря 2007 г. (протокол ТКЗ Горно-Алтайск недр № 3-ГА).

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

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

По сложности геологического и тектонического строения относятся к 3-ей группе месторождения. Руда участка «Брекчия» относится к золотосеребряному геолого-промышленному типу золоторудных месторождений.

#### **1.3.2. Литологическая характеристика района работ**

В пределах площади распространены вулканогенные и осадочные отложения: современные ( $Q_{IVe}$ ), тюрюхтецкой свиты нижне-среднего девона ( $D_{1-2trh}$ ), тюлемской свиты раннедевонского возраста ( $D_{1tl}$ ), гурьяновской свиты средне-верхнего ордовика ( $O_{2-3gr}$ ). Толщи тюрюхтецкой свиты прорваны субвулканическими телами гранит-порфиров, плагиоклаз-кварцевых порфиров, фельзит-порфиров ( $q\pi D_2$ ) и редкими дайками диабазов ( $\beta\pi D_2$ ).

Тюлемская свита незначительно распространена в северо-западной части площади виде полосы шириной до 700 м, представлена красноцветными полимиктовыми песчаниками, конгломератами, зелеными и серыми алевролитами. Радиоактивность пород 12...14 мкр/час, плотность 2,2...2,7 г/см<sup>3</sup>. Магнитное поле над породами свиты спокойное, интенсивностью до 100 гамм. Отмечены резко повышенные содержания марганца, стронция, хрома, никеля.

Мощность отложений тюлемской свиты около 400 м, возрастное положение охарактеризовано палеонтологически.

Тюрюхтецкая свита составляет большую часть Чуринской площади, по ней развиты окolorудно-измененные породы и большая часть золотого оруденения. Представлена свита андезитовыми и андезитобазальтовыми порфиритами, дацитами, туфогенными, туфогенноосадочными и пирокластическими – туфолавами, туффитами, туфами и ксенотуфами различной размерности обломочного и пирокластического материала. На долю осадочных вулканомиктовых пород приходится менее 1% от объема свиты. Окраска вулканитов серая и зеленая с красноватым оттенком, что свидетельствует о наземном характере вулканизма. Вулканогенные образования участка характеризуются высокой титанистостью и низкой известковистостью. Ближе к основанию разреза свиты распространены миндалекаменные андезитовые порфириты, сформировавшиеся из газонасыщенных магм. В основании тюрюхтецкой свиты залегает базальный горизонт красноцветных гравелито-песчаников, гравелитов, конгломератов с галькой полимиктовых песчаников, мраморизованных известняков, кварца и кварцитов; матрица – более мелкие обломки этих же пород. В конгломератах встречаются линзы красноцветных песчаников и алевролитов.

В составе тюрюхтецкой свиты, вдоль западного контакта Чуринского субвулканического массива, прослеживается горизонт туффитов мощностью 40...60 м, вишнево-красной окраски и алевроитовой размерности. Причем установлено, что контакты пласта туффитов как с гранитоидами, так и с андезитами тектонические. Макроскопически породы имеют вишнево-красную окраску, алевроитовую размерность. Химический состав породы (в %):  $\text{SiO}_2$  – 66,9%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13,9%;  $\text{FeO}$  – 0,6%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,02%;  $\text{MnO}$  – 0,11%;  $\text{MgO}$  – 2,52%;  $\text{CaO}$  – 1,42%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 1,12%;  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,4%;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,9%. По химическому составу породы близки к вмещающим вулканитам.

Грубообломочные ксенотуфы развиты в центральной части площади, где резко увеличивается доля крупно- и грубообломочной пирокластики в составе пород свиты. В этой части площади дешифрируется на АФС система радиальных разрывных нарушений. Ксенотуфы серовато-зеленого цвета, полимиктового

состава, обломочный материал на 10...20% представлен андезитовыми порфиритами и на 70...90% ксеноматериалом. Обломки первых размерностью до 5...7 см, редко 10...15 см имеют неотчетливые границы. Основную часть обломочного материала составляет, так называемый ксеноматериал – окатанные или слабо окатанные светло-красноватые, бледно-розовые обломки размерностью не более 0,8...1,0 см кремнистого облика, но всей видимости, результат разрушения и вторичного переплавления материала фундамента вулканической постройки. Матрица основной массы породы – более мелкие обломки туфов, полевых шпатов, кварца.

### **1.3.3. Характеристика основных рудных тел**

Рудное тело 1 вскрыто по простиранию через 40...50 м канавами №101, №102, №103 и скважинами №1, №2, №3 на глубине 40...55 м, при этом как на поверхности, так и на глубине не оконтурено по простиранию и падению. На поверхности оно представлено субширотной дугообразной залежью длиной более 217 м, разветвляющейся в центральной части на три составляющих и по падению на горизонте +710 м на четыре ветви.

Горизонтальная мощность рудного тела 1 на поверхности колеблется от 3,34 м (к-102) до 8,18 м (к-104), при этом в центральной части, в линзообразном раздуже тело разделяется на три составляющих с суммарной мощностью 8,7 м, разделенных интервалами пустых пород мощностью 5...12 м.

На глубине 40...55 м от поверхности рудное тело 1 вскрыто тремя горизонтальными скважинами, здесь оно также разветвляется в западном направлении от скважины №3 на четыре составляющих. Горизонтальная мощность тела по скважинам колеблется от 0,92 м до 5,58 м, апофиз 0,77...2,30 м.

Падение рудного тела северо-восточное, в западной части крутое (70...80°), а на восток выполаживается до 40...50°. Предполагаемая протяженность рудного тела 1 по падению составляет 150 м.

Содержания золота в рудном теле на поверхности варьируют от десятых долей г/т до 17,0 г/т, средние содержания золота по отдельным пересечениям составляют 1,48...7,45 г/т. Содержания на горизонте +710 м варьируют от десятых долей г/т до 12,0 г/т, средние содержания по скважинам составляют 1,10...7,50 г/т.

Рудное тело сложено полимиктовыми брекчиями, в разной степени окварцованными и пиритизированными. Окварцеванию подвергнуты как цемент брекчий, так их обломки. Интенсивность окварцевания невысокая, устанавливается при просмотре шлифов. Минеральный состав измененных пород соответствует фации кварц-гидрослюдистых метасоматитов.

Рудное тело 2 вскрыто канавами №101, №102, №103 и скважинами №1, №2, №3 в южной части участка на расстоянии 20...70 м от рудного тела 1. Рудное тело локализовано в экзо – эндоконтактовой зоне Чуринского массива гранит-порфиоров. Протяженность рудного тела 2 составляет 143 м, на поверхности оно вскрыто по простиранию через 30...50 м, на горизонте +710 м тремя скважинами через 40...50 м. В западной части рудное тело разветвляется по восстанию на три составляющих, в восточной разделяется, по падению на две ветви.

Горизонтальная мощность рудного тела 2 на поверхности и на глубине изменяется незначительно и составляет 0,91...1,90 м.

Падение рудного тела, субвертикальное 50...90°, предполагаемая протяженность рудного тела по падению составляет 100 м.

Средние содержания золота в рудном теле по отдельным пересечениям варьируют от 1,0 г/т до 4,30 г/т.

Вещественный состав руд в целом аналогичен составу руд рудного тела 1, за исключением того, что гидротермальным изменениям на глубине подвергнуты гранит-порфиры.

Рудное тело 3 вскрыто скважинами №1 и №2 в северной части участка на расстоянии 50 м от рудного тела 1, на глубине 40 м от поверхности. На поверхности рудное тело не изучено. Локализовано рудное тело в пачке туфогравелитов с обломками андезитов и кристаллокластами плагиоклаза.

Предполагаемая протяженность рудного тела 3 по простиранию составляет 50 м, протяженность по падению 50 м. Горизонтальная мощность тела составляет 0,74...1,78 м. Падение рудного тела крутое, северо-восточное 65°.

Средние содержания золота по скважинам составляют 2,04...2,48 г/т.

Состав руд типичен для участка «Брекчия».

Рудное тело 4 вскрыто канавой №104, с содержаниями менее кондиционных, продолжается на северо-запад, где вскрыто скважиной №3 вмещающими породами являются флюидно-эксплозивные брекчии. Рудное тело состоит из двух ветвей разделенных прослоем пустых пород мощностью 4 м. Протяженность рудного тела 4 составляет 40 м. В западной части рудное тело 4 на глубине причленяется к рудному телу 1.

Мощность рудного тела 4 на поверхности составляет 0,99...1,0 м.

Падение рудного тела крутое северо-восточное 60°, предполагаемая протяженность рудного тела по падению составляет 40 м.

Гидрогеологические условия участка «Брекчия» относительно простые. На участке не зафиксировано источников подземных вод, пробуренные скважины на глубине 30...80 м от поверхности оказались «сухими». Ожидаемые водопритоки в подземные выработки или карьер незначительные.

Горно-геологические условия участка «Брекчия» благоприятны для проходки поверхностных открытых и подземных выработок. Рудные тела участка локализованы в зоне шириной 100 м и протяженностью более 200 м субширотного простирания и крутого (60...90°) северного падения. Протяженность рудных тел изменяется от 70 до 218 м, мощность горизонтальная составляет 0,91...13,3 м. Золоторудные тела не имеют четких геологических границ и определяются по результатам опробования. Минимальный угол встречи рудного тела 45°.

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

### **1.4.1. Перечень запроектированных видов геологоразведочных работ**

Состав комплекса геологоразведочных работ:

- буровые работы;
- геофизические исследования в скважинах;
- опробовательские работы; лабораторные исследования.

Проведение проектируемых работ позволит получить новые данные о строении месторождения «Брекчия», получить прирост запасов, подготовить материалы к ТЭО кондиций, произвести подсчет запасов и утвердить запасы в ГКЗ Роснедра. В результате разведки предполагается получить запасы категорий:  $C_1$  – руды – 1132 тыс.т, золота 3000 кг, серебра – 29500 кг,  $C_2$  – руды – 755 тыс.т, золота 2000 кг, серебра – 19600 кг.

### **1.4.2. Опробование**

Выполнение комплекса опробовательских работ необходимо для достоверного оконтуривания рудных тел, изучения вещественного и качественного состава, физико-механических свойств руд и вмещающих пород, изучения геохимических особенностей пород и руд. Для решения перечисленных задач предусматривается применение бороздового, кернового, пунктирно-бороздового и штуфного видов опробования. Опробование будет выполняться в соответствии с «Требованиями к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений, 1992».

Природные разновидности руд и минерализованные породы опробуются отдельно – секциями на полную их мощность с выходом во вмещающие породы на 4...5 метров. Длина каждой секции (рядовой пробы) варьирует от 0,4 до 1,6 м (средняя 1,0 м) и определяется внутренним строением рудного пересечения, изменчивостью вещественного состава, текстурно-структурными и другими особенностями. Поскольку мощность пустых прослоев пород и некондиционных руд включаемых в подсчет запасов, согласно временным кондициям составляет

1 м, то оконтуривающие пробы отбираются, для уверенного оконтуривания рудного тела по мощности, на мощность 3 м в висячем и в лежащем боку каждого рудного интервала.

*Отбор проб.*

Керновое опробование предусматривается из керна минерализованных пород и золотосодержащих руд (рисунке 1.1). Керновые пробы планируется отбирать по рудным телам и зонам минерализации, пересеченным скважинами, с выходом в неизменные вмещающие породы на расстояние превышающее мощность пустых пород и некондиционных руд включаемых в подсчет запасов (Инструкция ГКЗ, 1985), т.е. 3...5 м. Длина проб определяется геологическим строением разреза и выходом керна по рейсам, но не должна превышать 1...1,5 м. Опробование будет производиться секционно, с учетом выделенных минеральных типов рудных образований, внутренних прослоев пустых пород или некондиционных руд.

Литохимические работы по керну горных пород и в горных выработках с его геологической документацией на месте бурения скважин проводятся с целью поисков «слепых» рудных тел, не выходящих на дневную поверхность. Этому опробованию будет подвергнут керн наиболее глубоких скважин в каждом разрезе, за исключением керна, опробованного керновыми пробами.

*Обработка проб.* Обработка проб с использование многостадийного цикла дробления, измельчения.

Пробы, предназначенные для пробирного, спектрального и других видов анализов, требуют обработки. Обработка проб производится по схемам, которые учитывают начальную массу проб и характер распределения полезного компонента. Надежная масса сокращенной пробы определяется по формуле Г.О.

Чечетта:

$$Q = kd^2, \quad (1.1)$$

где  $Q$  – надежная масса сокращенной пробы, кг;  $k$  – коэффициент неравномерности;  $d$  – диаметр максимальных частиц, мм. Коэффициент

неравномерности оруденения, по аналогии с ранее проведенными поисково-оценочными работами, принят равным 0,5.

Многостадиальной обработке будут подвергнуты: керновые пробы весом 2...5 кг. Способ обработки машинно-ручной.

Обработка геологоразведочных проб будет осуществляться в дробильном цехе ОАО «Горно-Алтайская экспедиция» в с. Малоенисейском Алтайского края.

Обработка лабораторных проб на дисковом истирателе ИДА-250. Этот вид работ будет осуществляться по всем пробам, отобранным из коренных пород. Способ работ машинный, масса проб 300 г. Крупность измельченных частиц 0,074 мм. Объем работ составит 10070 проб.

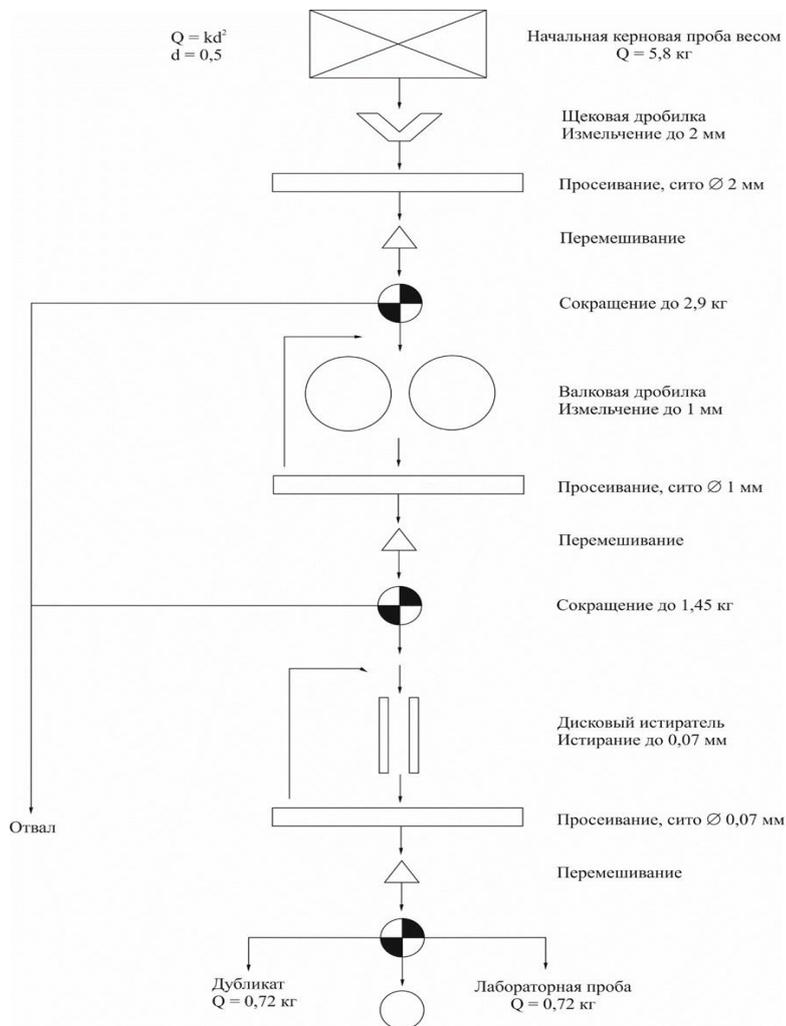


Рисунок 1.1 – Схема обработки керновых проб

### 1.4.3. Оценка прогнозных ресурсов

Расчет прогнозных ресурсов проводят прямым методом по формуле:

$$Q = V * D * C, \quad (1.2)$$

где  $Q$  – прогнозные ресурсы, т;  $V$  – прогнозируемый или измеренный объем объекта, м<sup>3</sup>;  $D$  – прогнозируемая или измеренная плотность пород объекта, т/м<sup>3</sup>;  $C$  – содержание полезного компонента на единицу массы, т/т.

Прогнозируемый объем вычисляется по формуле:

$$V = L_x * L_y * L_z \text{ или } V = S * H, \quad (1.3)$$

где  $L_x$ ,  $L_y$ ,  $L_z$  – прогнозируемая или измеренная протяженность оцениваемого объекта по простиранию ( $L_x$ ), падению ( $L_y$ ), и мощности ( $L_z$ );  $S$  – площадь прогноза;  $H$  – глубина прогноза.

Произведение длины объекта по простиранию на длину по падению и на его мощность характеризует объем прямоугольного параллелепипеда, которым для упрощения заменяется объем действительного тела полезного ископаемого. Для расчета объема полезного ископаемого на ранних стадиях работ может быть использовано правило Гувера (окопирование рудного тела на глубину по типу треугольника или прямоугольника).

Качество прогнозных ресурсов определяется либо по данным опробования, либо по аналогии с хорошо известными эталонными объектами.

#### *Рудное тело 1*

Параметры для оценки прогнозных ресурсов рудного тела 1 следующие: протяженность рудного тела 217 м, средняя мощность – 5,7 м, глубина оценки 100 м, удельный вес руды 2,5 т/м<sup>3</sup>.

$$Q_{P1} = 217 \text{ м} * 5,7 \text{ м} * 100 \text{ м} * 2,5 \text{ т/м}^3 * 0,5 = 154,6 \text{ тыс. т.}$$

#### *Рудное тело 2*

Параметры для оценки прогнозных ресурсов рудного тела 2 следующие: протяженность рудного тела 143 м, средняя мощность – 1,4 м, глубина оценки 100 м, удельный вес руды 2,5 т/м<sup>3</sup>.

$$Q_{P2} = 143 \text{ м} * 1,4 \text{ м} * 100 \text{ м} * 2,5 \text{ т/м}^3 * 0,5 = 25 \text{ тыс. т.}$$

### *Рудное тело 3*

Параметры для оценки прогнозных ресурсов рудного тела 3 следующие: протяженность рудного тела 50 м, средняя мощность – 1,2 м, глубина оценки 40 м, удельный вес руды 2,5 т/м<sup>3</sup>.

$$Q_{P1} = 50 \text{ м} * 1,2 \text{ м} * 40 \text{ м} * 2,5 \text{ т/м}^3 * 0,5 = 3 \text{ тыс. т.}$$

### *Рудное тело 4*

Параметры для оценки прогнозных ресурсов рудного тела 4 следующие: протяженность рудного тела 40 м, средняя мощность – 1 м, глубина оценки 80 м, удельный вес руды 2,5 т/м<sup>3</sup>.

$$Q_{P1} = 40 \text{ м} * 1 \text{ м} * 80 \text{ м} * 2,5 \text{ т/м}^3 * 0,5 = 4 \text{ тыс. т.}$$

Всего прогнозные ресурсы категории P<sub>1</sub> участка «Брекчия» составляют 186,6 тыс. т.

Для всего участка «Брекчий» оценка прогнозных ресурсов инфильтрационных руд по категории P<sub>2</sub> проведена по формуле:

$$Q = L * m * h * d * k_D, \quad (1.4)$$

где  $Q$  – прогнозные ресурсы,  $L$  – суммарная протяженность рудных зон 1, 2, 3, 4 (450 км),  $m$  – суммарная средняя мощность рудных тел (9,3 м),  $h$  – глубина оценки (100 м),  $d$  – удельная плотность (2,5 т/м<sup>3</sup>),  $k_D$  – коэффициент достоверности (0,5).

$$Q_{P2} = 450 * 9,3 * 100 * 2,5 * 0,5 = 523,1 \text{ тыс. т.}$$

Суммарные прогнозные ресурсы инфильтрационных руд участка «Брекчия» категории P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub> – 523,1 тыс. т.

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

### **1.5.1. Методика проведения буровых работ**

В соответствии с «Положением о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям» (М, 2003) разведочные работы проводятся на выявление месторождениях полезных ископаемых с целью их геолого-экономической оценки и получения запасов по категории С<sub>2</sub> с

небольшим количеством запасов по категории  $C_1$  и прогнозных ресурсов категории  $P_1$  по менее изученным участкам.

Согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (М, 2006) запасы категории  $C_2$  выделяются при условии подтверждения мощности и строения тел полезных ископаемых, а также условия их залегания ограниченным количеством разведочных скважин и горных выработок. Контур запасов полезного ископаемого определяется в соответствии с действующими кондициями на основании опробования ограниченного количества скважин, горных выработок и естественных обнажений. В местах усложнения морфологии тел полезного ископаемого и условий их залегания в результате развития тектонических структур допускается сгущение сети скважин.

По особенностям геологического строения, морфологии рудных тел и условий их залегания участок «Брекчия» Чуринского рудного поля относится к золото-серебряному геолого-промышленному типу золоторудных месторождений локализованных в вулканогенных телах флюидно-эксплозивных брекчий. Золоторудная минерализация участка «Брекчия» локализована в пределах западного экзоконтакта Чуринского массива гранит-порфиров, в теле флюидно-эксплозивных брекчий и за его пределами в полосе мощностью более 100 м. Максимальное оруденение на изученном отрезке концентрируется во флюидно-эксплозивных брекчиях окварцованных и сульфидизированных. Вся эта полоса представляет собой первичный геохимический и минералогический ореол золота.

Рудные тела представлены окварцованными и слабо сульфидизированными брекчиями, часто с окварцеванием по цементу брекчий или катаклазированными гранит-порфирами и не имеют четких геологических границ, оконтуриваются только по результатам опробования.

Изученные фрагменты четырех рудных тел, не оконтуренные по простиранию и падению характеризуются протяженностью составляющем по простиранию 70...200 м, по падению, с учетом экстраполяции 70...150 м,

горизонтальной мощностью по пересечениям 0,74...15,57 м. Простираение тел субширотное, близкое к удлинению тела флюидно-эксплозивных брекчий, падение северное под углами 50...90°.

Распределение золота в рудах в целом неравномерное, коэффициенты вариации содержания металла по рудным сечениям, при бортовых содержаниях 1,0 г/т и 0,5 г/т, составляют 86 и 65% соответственно. Коэффициент вариации мощности рудных тел по сечениям, при тех же бортовых параметрах, составляет 92 и 80 %. Минимальный угол встречи рудного тела 45 град.

В соответствии с «Инструкцией по применению классификации запасов к золоторудным месторождениям, 1983» по сложности геологического строения рудные тела участка «Брекчия» относятся к третьей группе месторождений золота. Подобные месторождения разведываются при плотности разведочной сети для категории С<sub>1</sub> скважинами по простиранию 40...60 м и по падению 40...60 м, штреками по падению через 40...60 м. рассечками по простиранию через 20...30 м, восстающими по падению через 80...120 м.

На участке «Брекчия» планируется создать сеть геологоразведочных выработок обеспечивающих подсчет запасов по категориям С<sub>2</sub> и С<sub>1</sub>. Для этого выходы рудных тел на поверхность будут вскрыты через 50 м. На глубину рудные тела будут изучены с помощью скважин колонкового бурения по сети 50×50 м до горизонта + 630 м.

### **1.5.2. Расчет объёмов буровых работ**

Проектом предполагается пробурить 55 разведочных скважин общим объёмом 5755 м.

Бурение будет производиться в основном по монолитным горным породам. Мощность наносов на проектном участке неравномерна и изменяется от 0,5 до 1,5 м.

Глубина скважин определяется необходимостью пересечения рудных тел с выходом во вмещающие породы не менее, чем на 10 м.

Последовательность бурения в целом соответствует нумерации скважин. Первыми в профиле будут буриться наименьшие по глубине скважины (кроме скважин по зоне окисления), следующими, в зависимости от результатов бурения первых, более глубинные скважины.

Нумерация разведочных скважин будет начата с №4 и продолжена далее, характеристика скважин приведена в таблице 1.1. Бурение по рудному интервалу относится к бурению в нормальных условиях отбора керна.

Таблица 1.1 – Перечень проектных скважин по участку «Брекчия»

№ п.п.	№ скважин	Глубина скважин, м	Угол наклона, град	Азимут бурения, град	Группа скважин	Рудный интервал, м (сложные условия) IX категория			Бурение по вмещающим породам, м VIII категория
						от	до	длина	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Участок «Брекчия»</b>									
<b>Разведочная линия 1</b>									
1	<b>4</b>	40	73	210	2	10	32	22	18
2	<b>41</b>	55	62	210	2	7	50	43	12
3	<b>5</b>	75	75	210	2	9	66	57	18
4	<b>6</b>	105	61	210	2	38	92	54	51
5	<b>7</b>	140	75	210	3	50	128	78	62
6	<b>46</b>	185	75	210	3	80	172	92	93
	Итого	600						346	254
<b>Разведочная линия 2</b>									
7	<b>42</b>	35	15	210	2	4	27	23	12
8	<b>8</b>	50	15	210	2	10	42	32	18
9	<b>43</b>	70	15	210	2	15	60	45	25
10	<b>9</b>	100	15	210	2	25	80	55	45
11	<b>57г</b>	45	15	210	2	28	40	12	33
12	<b>10</b>	130	15	210	3	48	117	69	61
13	<b>47</b>	170	15	210	3	75	157	82	88

## Продолжение таблицы 1.1

14	<b>48</b>	215	15	210	3	105	205	100	115
	Итого	815						418	397
<b>Разведочная линия 3</b>									
14	<b>11</b>	60	55	210	2	6	44	38	22
15	<b>58г</b>	70	55	210	2	30	65	35	35
16	<b>12</b>	120	75	210	3	18	110	92	28
17	<b>13</b>	140	60	210	3	50	125	75	65
18	<b>14</b>	160	75	210	3	70	147	77	83
19	<b>49</b>	200	65	210	3	110	190	80	120
	Итого	750						397	353
<b>Разведочная линия 4</b>									
20	<b>15</b>	50	75	210	2	18	40	22	28
21	<b>44</b>	70	55	210	2	40	60	20	50
22	<b>16</b>	90	75	210	2	10	78	68	22
23	<b>45</b>	105	62	210	2	40	97	57	48
24	<b>17</b>	125	75	210	3	47	115	68	57
25	<b>50</b>	165	75	210	3	82	154	72	93
	Итого	605						307	298
<b>Разведочная линия 5</b>									
26	<b>18</b>	50	75	210	2	18	40	22	28
27	<b>19</b>	90	55	210	2	10	78	68	22
28	<b>20</b>	125	75	210	3	47	115	68	57
29	<b>51</b>	165	75	210	3	82	154	72	93
	Итого	430						230	200
<b>Разведочная линия 6</b>									
30	<b>21</b>	50	75	210	2	18	40	22	28
31	<b>22</b>	90	75	210	2	10	78	68	22
32	<b>23</b>	125	75	210	3	47	115	68	57
33	<b>52</b>	165	55	210	3	82	154	72	93
	Итого	430						230	200

<b>Разведочная линия 7</b>										
34	<b>24</b>	50	75	210	2	18	40	22	28	
35	<b>25</b>	90	75	210	2	10	78	68	22	
36	<b>26</b>	125	75	210	3	47	115	68	57	
37	<b>53</b>	165	75	210	3	82	154	72	93	
	Итого	430						230	200	
<b>Разведочная линия 8</b>										
38	<b>27</b>	50	75	210	2	18	40	22	28	
39	<b>28</b>	90	75	210	2	10	78	68	22	
40	<b>29</b>	125	75	210	3	47	115	68	57	
41	<b>54</b>	165	75	210	3	82	154	72	93	
	Итого	430						230	200	
<b>Разведочная линия 9</b>										
42	<b>30</b>	50	55	210	2	18	40	22	28	
43	<b>31</b>	90	75	210	2	10	78	68	22	
44	<b>32</b>	125	75	210	3	47	115	68	57	
45	<b>55</b>	165	75	210	3	82	154	72	93	
	Итого	430						230	200	
<b>Разведочная линия 10</b>										
46	<b>33</b>	50	75	210	2	18	40	22	28	
47	<b>34</b>	90	75	210	2	10	78	68	22	
48	<b>35</b>	125	75	210	3	47	115	68	57	
49	<b>56</b>	165	75	210	3	82	154	72	93	
	Итого	430						230	200	
<b>Разведочная линия 11</b>										
50	<b>36</b>	50	75	210	2	18	40	22	28	
51	<b>37</b>	90	75	210	2	10	78	68	22	
52	<b>38</b>	125	75	210	3	47	115	68	57	
	Итого	265						158	107	

Разведочная линия 12									
53	39	50	75	210	2	18	40	22	28
54	40	90	75	210	2	10	78	68	22
	Итого	140						90	50
55	Итого	5755						3096	2659
В том числе по группам скважин:									
29	70	2025	60-75		2			1256	769
26	153	3730	75		3			1840	1888

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

Исследование и изучение свойств горных пород необходимы: для выбора способа бурения и наиболее производительных типов породоразрушающих инструментов; для разработки рациональной технологии бурения и крепления стенок скважины; для расширения геологической изученности района работ.

Для проектирования конструкции скважины и выбора способа бурения необходимо определить основные свойства горных пород. Воспользуемся методом ЦНИГРИ. предварительно определим объединенный показатель  $\rho_M$  по формуле 6:

$$\rho_M = 3 * F_D^{0.8} * K_{абр}, \quad (1.5)$$

где  $F_D^{0.8}$  – динамическая прочность испытуемой горной породы;  $K_{абр}$  – коэффициент абразивности шлама.

*Свойства горных пород:*

Туфы. Динамическая прочность горной породы  $F_D = 18,18$ ; коэффициент абразивности  $K_{абр} = 1$ . По формуле (1.5) рассчитаем  $\rho_M$ :

$$\rho_M = 3 * 18,18^{0.8} * 1 = 30,5$$

Категория по буримости.....VIII;

Твердость по Шрейнеру (кгс/мм<sup>2</sup>).....300...400;

Коэффициент крепости по Протоdjяконову.....11...14;

Примерная механическая скорость бурения, м/ч.....0,85...1,6 м/ч.

Порода устойчивая, практически не разрушаемая гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда, слаботрещиноватая, удельная кусковатость керна 6...10 шт/м, показатель трещиноватости 0,51...1,00. Выход керна фактический 70...60%, плановый 80%.

Туфогравелит. Динамическая прочность горной породы  $F_D = 13,3$ ; коэффициент абразивности  $K_{абр} = 1,6$ . По формуле (1.5) рассчитаем  $\rho_M$ :

$$\rho_M = 3 * 13,3^{0,8} * 1,6 = 38$$

Категория по буримости.....IX;

Твердость по Шрейнеру (кгс/мм<sup>2</sup>).....400...500;

Коэффициент крепости по Протоdjяконову.....14...16;

Примерная механическая скорость бурения, м/ч.....0,7...1 м/ч.

Порода абразивная, устойчивая, практически не разрушаемая гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда, слаботрещиноватая, удельная кусковатость керна 6...10 шт/м, показатель трещиноватости 0,51...1,00. Выход керна фактический 70...60%, плановый 80%.

Туфобрекчии полимиктовые. Динамическая прочность горной породы  $F_D = 11,2$ ; коэффициент абразивности  $K_{абр} = 1,3$ . По формуле (1.5) рассчитаем  $\rho_M$ :

$$\rho_M = 3 * 11,2^{0,8} * 1,3 = 26,9$$

Категория по буримости..... IX;

Твердость по Шрейнеру (кгс/мм<sup>2</sup>).....300...400;

Коэффициент крепости по Протоdjяконову.....13...15;

Примерная механическая скорость бурения, м/ч.....0,8...1,5 м/ч.

Порода среднеабразивная, устойчивая, практически не разрушаемая гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда, слаботрещиноватая, удельная кусковатость керна 6...10 шт/м, показатель трещиноватости 0,51...1,00. Выход керна фактический 70...60%, плановый 80%.

Брекчии полимиктовые. Динамическая прочность горной породы  $F_D = 10$ ; коэффициент абразивности  $K_{абр} = 1$ . По формуле (1.5) рассчитаем  $\rho_M$ :

$$\rho_M = 3 * 10^{0,8} * 1 = 18,9$$

Категория по буримости.....	VIII;
Твердость по Шрейнеру (кгс/мм <sup>2</sup> ).....	300...400;
Коэффициент крепости по Протодяконову.....	11...14;
Примерная механическая скорость бурения, м/ч.....	0,8...1,5 м/ч.

Порода среднеабразивная, устойчивая, практически не разрушаемая гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда, слаботрещиноватая удельная кусковатость керна 6...10 шт/м, показатель трещиноватости 0,51...1,00. Выход керна фактический 70...60%, плановый 80%.

Брекчии взрывчатые (рудное тело). Динамическая прочность горной породы  $F_D = 10$ ; коэффициент абразивности  $K_{абр} = 1,12$ . По формуле (1.5) рассчитаем  $\rho_M$ :

$$\rho_M = 3 * 10^{0,8} * 1,12 = 21,2$$

Категория по буримости.....	VIII;
Твердость по Шрейнеру (кгс/мм <sup>2</sup> ).....	300...400;
Коэффициент крепости по Протодяконову.....	13...14;
Примерная механическая скорость бурения, м/ч.....	0,8...1,4 м/ч.

Порода устойчивая, практически не разрушаемая гидродинамическими нагрузками и вибрационными снарядами, удельная кусковатость керна 6...10 шт/м, показатель трещиноватости 0,51...1,00. Выход керна фактический 80...60%, плановый 90%.

В целом разрез можно разделить на шесть интервалов: 0...9 м, 9...115 м, 115...117 м, 117...187 м, 187...192 м, 192...215 м. Приведенное деление обусловлено характерными особенностями данных интервалов.

Первый интервал скважины 0...9 м сложен наносами мощностью до 1,5 м. Данный интервал необходимо закрепить с применением обсадных колонн.

Второй интервал скважины 9...115 м, сложен устойчивой породой, практически не разрушаемой гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда, не склонной к разрушению.

Третий интервал скважины 115...117 м, сложен среднеустойчивой породой, разрушаемой гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда, трещиноватой.

Четвертый интервал 117...187 м, выделен из общего массива пород, потому что он сложен устойчивой породой, практически не разрушаемой гидродинамическими нагрузками и вибрациями бурового снаряда, не склонной к разрушению.

Пятый интервал 187...192 м, сложен среднеустойчивыми трещиноватыми породами, разрушаемыми гидродинамическими нагрузками и вибрациями снаряда.

Шестой интервал 192...215 м, выделен из общего массива пород, потому что он сложен устойчивой породой, практически не разрушаемой гидродинамическими нагрузками и вибрациями бурового снаряда.

В целом геологический разрез слагают породы VIII...IX категории по буримости. Осложнения в данном разрезе не ожидаются.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

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

Бурение геологоразведочных скважин производилось передвижной буровой установкой, оснащенной станком LF-90, смонтированная вместе с буровым зданием. Электроснабжение предусматривалось от передвижной дизельной электростанции. В качестве очистного агента используется глинистый раствор. Скважины были вертикальные. Планируемый выход керна по полезному ископаемому – не менее 90 %, по вмещающим породам – не менее 80 %. Для повышения выхода керна применялся снаряд ССК-76.

В частности, продукция канадской и швейцарской фирмы Voart Longyear и Diames отличается высокой надежностью и эффективностью. Они полностью гидрофицированы, имеют плавнорегулируемый привод и отвечают всем требованиям, предъявляемым к современным буровым установкам для алмазного бурения.

### 2.2. Выбор способов бурения скважин

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

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дат</b>				
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17	<i>Технология и техника проведения буровых работ</i>	<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17			38	136
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17		<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		

Целевое назначение скважин – разведка золоторудных тел на участке «Брекчия». Исходя из геолого-технических условий, назначения скважины и из рекомендаций по выбору способа бурения, наиболее оптимальным является вращательный способ бурения.

Данный способ позволяет получать керн, по которому можно составить геологический разрез месторождения и опробовать полезное ископаемое.

Основное преимущество 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.

Вращательный способ применяют так же и при бурении на разрезах с небольшими по мощности слоями трещиноватых пород, в которых использовать ударно-вращательный способ вследствие вывалов кусков пород под воздействием ударных импульсов невозможно.

Использование ударно-вращательного способа целесообразно при детальной разведке месторождений полезных ископаемых, когда нет необходимости отбирать керн из вмещающих пород. При данном способе бурения скважин применяют пневмоударники и гидроударники.

Следовательно, принимаем вращательный способ бурения.

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

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

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

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

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

### 2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Рекомендации по минимально допустимым диаметрам керна приведены в таблице 2.1. Полезным ископаемым золоторудного месторождения на участке «Брекчия» является золото, то принимаем минимально-допустимый диаметр керна  $d_{k.min} = 32$  мм.

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

Генетические типы месторождений	Промышленные типы руд (полезных ископаемых)	Рекомендуемый минимальный диаметр керна, $d_{k.min}$ , мм
1	2	3
Собственно магматические	хромитовые	22
	титаномагнетитовые	32
	медно-никелевые	32...42
	редкометалльные	32
Пегматитовые	редкометалльные	42...60

1	2	3
Контактово-метасоматические (скарновые)	железные	32
	молибдено-вольфрамовые	32...60
	медные	32
	руды других металлов (Au, Pb, Zn)	32
Гидротермальные	Золотые	22...32
	уранованадиевые	22

Для определения минимально возможного диаметра коронки  $D_{в.мин}$  (мм) используем выражение [2]:

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

где  $\Delta$  – уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости ( $f = 8$ ).

Ориентировочно  $\Delta$  может быть определена по формуле [2]:

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

$$\Delta = 20 - 8 \times \ln 8 = 20 - 8 \times 2,08 = 3,4 \text{ мм};$$

$$D_{в.мин} = 32 + 3,4 = 35,4 \text{ мм}.$$

Из расчетного диаметра коронки подходит применение коронки с наружным и внутренним диаметром 59 и 36 мм. Горные породы имеют показатель трещиноватости (0,51...1,00) и в процессе бурения возможны осложнения, которые приведут к разрушению керна. Для предупреждения возможных проблем, выбираем диаметр коронки на порядок выше минимального диаметра коронки.

Принимаем коронку с наружным и внутренним диаметрами 76 и 48 мм соответственно.

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

Для обеспечения высокого качества и достоверности геологической документации конструкция скважин имеет первостепенное значение. Это

связано, прежде всего, с правильным выбором диаметра скважины по полезному ископаемому. Геологический разрез участка «Брекчия» приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Геологический разрез участка «Брекчия»

Породы	Глубина подошвы, м	Категория пород по буримости	Мощность слоя, м
Туфы	9	VIII	9
Туфогравелит, туфобрекчии полимиктовые	115	IX	106
Брекчии эксплозивные	117	VIII	2
Брекчии полимиктовые	188	VIII	71
Брекчии эксплозивные	192	VIII	4
Брекчии полимиктовые	215	VIII	23

Закрепление стенок скважины предусматривается обсадной колонной до глубины 12 м. Производим тампонирование затрубного пространства до 12 м.

Бурение в интервале от 0 до 12 м осуществляется алмазной коронкой А4ДП диаметром 93 мм. После отбуривания интервала, устанавливаются обсадные трубы диаметром 89 мм до глубины 12 м. Будем использовать 13 труб по 1 м с ниппельным соединением.

В интервале от 12 до 215 м бурение производится комплексом ССК-76 с коронкой КАСК-4С диаметром 76 мм.

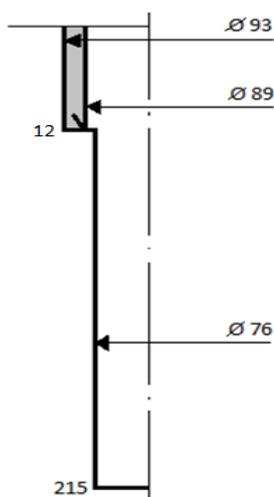


Рисунок 2.1 – Типовая конструкция скважины

Описание скважин шифрами по классификации Юшкова А. С.: 93/89 (12) 76 (215).

### 2.3.3. Построения профиля скважины

Скважины будут буриться одноствольные. Построение профилей скважин производится исходя из величины естественного искривления, которое на данном участке составляет  $1^\circ/100$  м.

Угол встречи рудного тела определяется [2]:

$$\beta = \theta_{\text{в}} + \theta_{\text{пл}} = \theta_{\text{в}} + (90 - \gamma), \quad (2.3)$$

где  $\theta_{\text{в}}$  – зенитный угол скважины на глубине  $L_1 = 115$  м, при встрече первого пласта полезного ископаемого, град;  $\theta_{\text{пл}}$  – зенитный угол пласта, град;  $\gamma$  – угол падения пласта,  $\gamma = 50^\circ$ .

$$\theta_0 = \theta_{\text{в}} - \frac{(L_1 - L_2) \cdot i}{100}, \quad (2.4)$$

где  $i$  – интенсивность естественного зенитного искривления,  $i = 1^\circ/100$  м;

$L_2$  – глубина последней обсадной колонны,  $L_2 = 12$  м;  $\theta_0$  – начальный зенитный угол,  $\theta_0 = 15^\circ$ .

$$\theta_{\text{в}} = \theta_0 + \frac{(L_1 - L_2) \cdot i}{100} = 15 + \frac{(115 - 12) \cdot 1}{100} = 16,03 \text{ град};$$
$$\theta_{\text{пл}} = 90 - 50 = 40 \text{ град};$$
$$\beta = 40 + 16,03 = 56,03 \text{ град}.$$

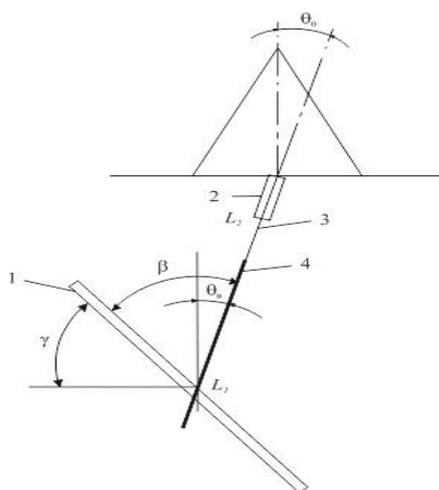


Рисунок 2.2 – Профиль скважины:

1 – первый пласт полезного ископаемого; 2 – обсадная колонна; 3 – ствол скважины ниже последней обсадной колонны; 4 – касательная к оси скважины в точке встречи с кровлей пласта

## 2.4. Выбор буровой установки

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

Глубина залегания полезного ископаемого позволяет использовать для бурения передвижные буровые установки. Назначение скважин заключается в разведке рудного золота, следовательно, необходимо отбирать керн для дальнейшего исследования. Породы, слагающие разрез представлены VIII и IX категориями пород по буримости. Всем геолого-техническим условиям удовлетворяет передвижная буровая установка УКБ4-300/500.

Буровая установка УКБ4-300/500 (рисунок 2.3) предназначена для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые до глубины 300 м твердосплавными коронками диаметром 93 мм и до глубины 500 м алмазными коронками диаметром 59 мм.

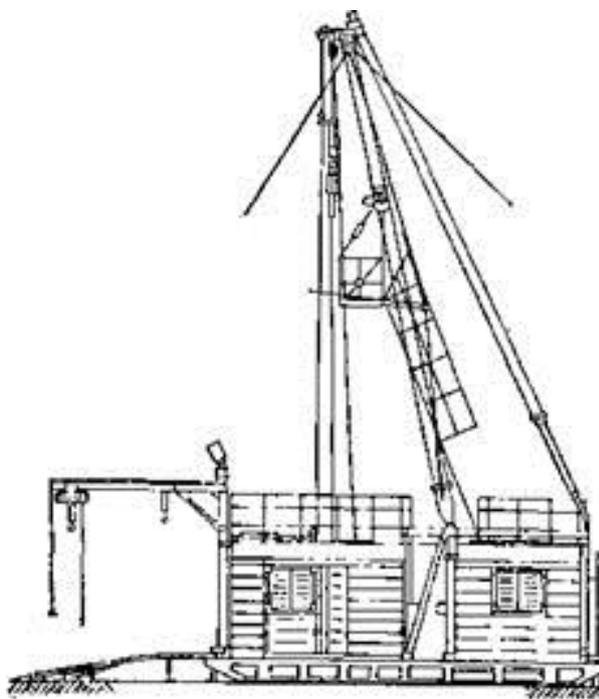


Рисунок 2.3 – Буровая установка УКБ4-300/500

Передвижная буровая установка УКБ4-300/500 содержит следующие узлы, смонтированные в одном блоке: буровой станок СКБ-4, насос НБ-160/6,3, мачту БМТ-4 с основанием, средства малой механизации спуско-подъемных

операций (СПО), буровое здание ПБЗ-4, комплект оборудования, обеспечивающий создание нормальных условий работы обслуживающему персоналу. Техническая характеристика буровой установки УКБ4-300/500 представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика буровой установки УКБ4-300/500

Параметры установки	УКБ4-300/500
1	2
Глубина бурения (м) коронками диаметром:	
93 мм	300
59 мм	500
Начальный диаметр скважины, мм	151
Конечный диаметр, мм	93/59*
	* – для алмазных коронок
Угол наклона скважины, град	0-360
Габаритные размеры установки, м:	
в рабочем положении	13,2×4,2×14,7
в транспортном положении	15,1×3,2×4,1
Масса установки, т	14
Буровой станок	СКБ-4
<i>Система подачи бурового снаряда:</i>	
тип	Гидравлический с автоперехватом
усилие подачи, развиваемое вращателем, тс:	
вниз	4
вверх	6
скорость подачи шпинделя, м/мин:	
вверх	0,83
вниз	1,1
скорость холостой подачи шпинделя вверх (быстрый подъем), м/мин	2,65
<i>Лебедка:</i>	
грузоподъемность, т:	
номинальная	2,5
максимальная	3,2
тип каната	14.5-Г-1-Н-180
скорость навивки каната на барабан, м/с	1; 1,5; 2,5; 4,0
канатоемкость барабана, м:	
рабочая	37
полная	76
<i>Лебедка для съемного керноприемника:</i>	
грузоподъемность, т	
	0,5
скорость навивки каната на барабан, м/с	1; 1,5; 2,5; 4,0
канатоемкость барабана, м	
	520
диаметр каната, мм	
	4,8
Дизельная электростанция АЭСК-40 мощностью, кВт	
	40

### 2.4.1. Буровой станок

Буровой станок СКБ-4 (рисунок 2.4) укомплектован вращателем и лебедкой планетарного типа. Станок СКБ-4 характеризуется широким диапазоном изменения частоты вращения шпинделя (8 частот, от 155 до 1600 об/мин), плавной работой гидравлического механизма подачи бурового снаряда при бурении в перемежающихся по твердости, трещиноватых и кавернозных породах, что обеспечивается напорным золотником гидросистемы и дросселем на сливе из гидроцилиндров, усовершенствованной системой автоматического перехвата шпинделя на ведущей трубе без остановки его вращения. Станок бурит с использованием бурового снаряда со съемным керноприёмником, для чего увеличено проходное отверстие шпинделя до 57 мм и предусмотрена установка лебедки съемного керноприёмника.

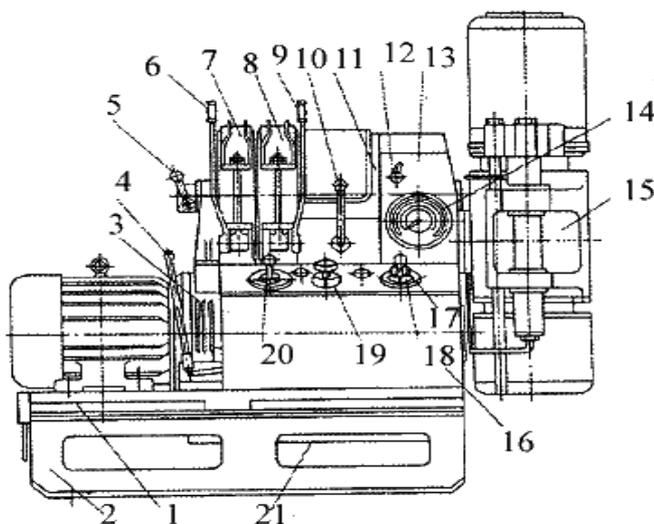


Рисунок 2.4 – Буровой станок СКБ-4:

- 1 – станина; 2 – рама; 3 – сцепление; 4 – рукоятка сцепления;  
5 – рукоятка включения лебедки; 6, 9 – рычаги тормозов подъема и спуска; 7, 8 – тормоза подъема и спуска; 10 – рычаг коробки передач; 11 – лебедка;  
12 – рукоятка раздаточной коробки; 13 – трансмиссия; 14 – указатель давления;  
15 – вращатель; 16 – гидросистема станка с автоперехватом;  
17 – дроссель; 18 – прибор управления; 19 – регулятор подачи;  
20 – распределитель; 21 – цилиндр перемещения станка

Вращатель имеет два патрона для работы с бурильными трубами: верхний постоянно замкнутый пружинно-гидравлический патрон, служащий для зажима бурильных труб и процессе бурения, а нижний постоянно разомкнутый гидравлический патрон, предназначенный для зажима и удержания бурильных труб в процессе перехвата. В верхнем патроне зажим бурильных труб обоймой с кулачками производится усилием цилиндрических спиральных пружин, а освобождение труб – с помощью гидроцилиндра, поршень которого под давлением масла поднимает обойму, раздвигая кулачки. В нижнем патроне зажим труб производится работой гидроцилиндра, а освобождение их – усилием пружин при снятии давления в гидроцилиндре.

Гидравлическая система СКБ-4 обеспечивает работу всех гидрофицированных узлов бурового станка: подачу, подъем и опускание бурового инструмента, работу гидропатронов, перемещение стайка по раме, автоматический перехват бурового снаряда в процессе бурения без остановки вращения и выполнение других операций. Система имеет индивидуальный электропривод и приводится в действие сдвоенным лопастным маслонасосом 8Г12-22А с производительностью 12 и 18 л/мин. Техническая характеристика бурового станка СКБ-4 представлена в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Техническая характеристика бурового станка СКБ-4

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

## 2.4.2. Буровой насос

Буровой насос НБ-160/6,3 (рисунок 2.5) предназначен для обеспечения циркуляции промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин буровыми установками. Техническая характеристика представлена в таблице 2.5.

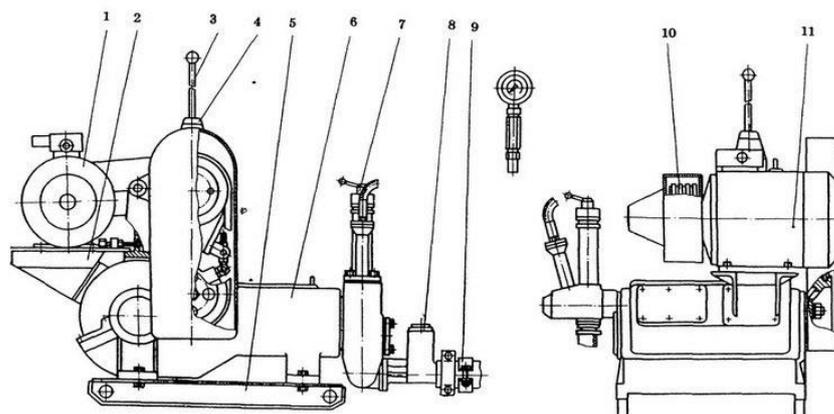


Рисунок 2.5 – Буровой насос НБ-160/6,3:

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

Таблица 2.5 – Техническая характеристика бурового насоса НБ-160/6,3

Параметры	Буровой насос НБ-160/6,3
Производительность, л/мин	32; 55; 88; 125; 162
Максимальное давление, МПа	6,3; 6,3; 6,3; 5,5; 3,0
Число ступеней регулирования подачи	5
Диаметр плунжера (втулок), мм	45; 70
Число плунжеров (поршней), шт	3
Тип промывочной жидкости	Вода, глинистый раствор
Электродвигатель:	
марка	4АМ132М4
мощность двигателя, кВт	11
Масса (без рамы и двигателя), кН	400

### 2.4.3. Выбор бурильных труб

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

При колонковом бурении через бурильную колонну на ПРИ, непосредственно воздействующий на породу забоя, передается осевое усилие, необходимое для внедрения разрушающих элементов в породу, и крутящий момент для преодоления сил сопротивления со стороны забоя. Кроме того, колонна бурильных труб является каналом для подведения к ПРИ очистного агента, с помощью которого осуществляется очистка забоя от продуктов разрушения и вынесения их на поверхность, а также для охлаждения ПРИ. Также в случае бурения комплексами ССК бурильная колонна выполняет функцию защитного кожуха для извлечения керноприемника на поверхность.

Для обсадной колонны выберем трубы ниппельного соединения по ГОСТ 6238-52 (таблица 2.6). Так как диаметр скважины равен 76 мм, то примем диаметр обсадной колонны 89 мм. При внутреннем диаметре ниппеля 78 мм, эта труба позволит свободно пройти бурильным трубам.

Таблица 2.6 – Технические характеристики обсадных труб ниппельного соединения

Параметры	Обсадная труба ниппельного соединения
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

Бурение будет производиться с ССК, то выберем ССК-76. Бурильные трубы ССК отличаются наружной и внутренней гладкоствольностью, что необходимо для свободного перемещения керноприемника внутри труб и для максимального приближения наружного диаметра. Наличие двух упоров резьбы в соединении обеспечивает более равномерное распределение нагрузки по виткам и большую герметичность.

Трубы ССК изготавливаются из легированной стали 38ХНМ со следующими механическими свойствами: предел текучести – 5500 кгс/см<sup>2</sup>; относительное удлинение – 12%.

Кроме базового варианта ССК-76Б в практике бурения разведочных скважин применяют снаряды с вибратором ССК-76В (рисунок 2.6, *а*), с эжектором (рисунок 2.6, *б*) или в комплексе с вибратором и эжекторной приставкой ССК-76ЭВ (рисунок 2.6, *в*).

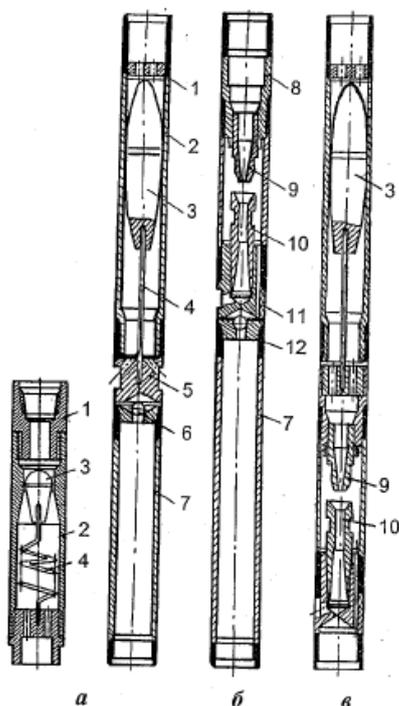


Рисунок 2.6 – Конструктивные элементы ССК-76 (ВИТР):

*а* – блок вибратора; *б* – блок эжектора; *в* – комплексный блок:

- 1 – резьбовая втулка; 2 – корпус вибратора; 3 – боек (ударник);
- 4 – пружина (стержень) вибратора; 5 – переходник; 6 – шаровой клапан;
- 7 – присоединительный патрубок; 8 – переходник; 9 – сопло эжектора (насадка); 10 – смеситель; 11 – переходник; 12 – резиновое уплотнение

Назначение вибратора – снижение вероятности заклинивания керна в керноприемной трубе при действии вибраций, создаваемых ударником, закрепленным на тонком металлическом стержне. Удары генерируются при движении потока промывочной жидкости, приводящей в колебательные движения ударник 3, наносящий удары по корпусу 2 с частотой до 3000 ударов

в минуту. В результате углубка за рейс и техническая скорость бурения возрастают на 30 и 20% соответственно.

Эжекторная приставка, встроенная в ССК, создает при бурении обратный (восходящий) поток промывочной жидкости в керноприемной трубе, что также приводит к снижению вероятности заклинивания керна и повышению процента его выхода [3].

Техническая характеристика ССК-76 представлена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Техническая характеристика ССК-76

Параметры	ССК-76
Диаметр трубы, мм:	
наружный	70
внутренний	60,4
Толщина стенки, мм	4,8
Длина, м	1,5; 3; 4,5
Масса 1 м, кг	7,7
Тип соединения	Труба в трубу
Материал трубы	Сталь 38ХНМ
Предел текучести для стали 38ХНМ (для ССК-76)	5500 кГс/см <sup>2</sup>
Зазор между бурильными трубами и стенкой скважины, мм	3,2
Кривизна трубы, мм/м	0,4
Размер алмазной коронки, мм:	
наружный диаметр	76
внутренний диаметр	48
Наружный диаметр алмазного расширителя, мм	76,4
Угол наклона скважин, град	90...75
Длина керноприемника, м	1,7; 3,2
Режим бурения:	
максимальная частота, об/мин	1000
предельная осевая нагрузка, даН	1800
Промывочная жидкость	Вода, эмульсионные, слабые глинистые растворы
Расход промывочной жидкости, л/мин	25...70
Средний ресурс комплекса при усредненных условиях бурения, тыс. м	7,5

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

Буровая установка УКБ4-300/500 укомплектована мачтой типа БМТ-4, ствол которой состоит из металлической трубы с двумя подкосами. Продольный телескопический подкос позволяет регулировать наклон мачты при бурении. Подъем мачты в рабочее положение и опускание ее для транспортировки производится с помощью двух гидравлических домкратов, работающих от автономной гидросистемы буровой установки.

Особенность мачт БМТ – наличие вынесенного за пределы рабочей зоны А-образного портала, на который шарнирно опирается трубчатый несущий ствол мачты.

Таблица 2.8 – Технические параметры БМТ-4

Параметры	Буровая мачта БМТ-4
Рабочая высота мачты, м	13
Длина свечи, м	9,5
Оснастка талевой системы	1×1к и 1×2
Грузоподъемность, кН: номинальная/максимальная	32/50
Глубина бурения, м	500
Предельные углы наклона скважины, град	90...60
Габариты основания, м	10,7...5,4

Буровое здание ПБЗ-4 представляет собой объемную металлоконструкцию, обшитую алюминиевыми панелями с теплоизоляционной прослойкой. Здание имеет специальный выдвижной тамбур для увеличения рабочей площадки при ведении буровых работ. В транспортном положении выдвижной тамбур убирается во внутрь здания, чем обеспечивается уменьшение транспортного габарита. Отопление здания электрическое, рассчитанное на поддержание в здании температуры не ниже 15°С в холодное время года. Буровое здание ПБЗ-4 защищает буровую бригаду и оборудование от

воздействия атмосферных осадков и окружающей температуры воздуха, создает комфортные условия для обслуживающего персонала.

Таблица 2.9 – Техническая характеристика ПБЗ-4

Показатели	Значение
Полезная площадь, м <sup>2</sup>	21
Объем помещения, м <sup>3</sup>	48
Габаритные размеры без основания, м	7,5×3,16×2,55
Масса, т:	
без оборудования	2,9
с оборудованием	4

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

### **2.5.1. Проходка горных пород**

На проектируемом участке коренные породы с высокой твердостью находятся на глубине не превышающие 2 м, то использование твердосплавных коронок не целесообразно.

По приведенному разрезу (таблица 2.2) видно, что разрез имеет два однородных интервала от 0 до 12 м и от 12 до 215 м. Отбор керна осуществляется по всему разрезу месторождения.

Бурение интервала от 0 до 12 м (направление) будет производится алмазной коронки А4ДП диаметром 93 мм. Данный интервал сложен породами VIII...IX категориями по буримости.

Интервал от 12 до 215 м будет сложен породами VIII...IX категориями по буримости. Для бурения данного интервала применим комплекс ССК-76 с алмазной коронкой КАСК-4С диаметром 76 мм и расширителем РАСК.

Технические характеристики алмазной коронки А4ДП приведены в таблице 5.2, алмазной коронки КАСК-4С приведены в таблице 5.5.

Расчет технологических режимных параметров бурения будет рассматриваться в специальной части.

### **2.5.2. Промывочная жидкость**

Одним из факторов, влияющий на процесс бурения, на успешность строительства скважины, минимизацию затрат времени является правильный выбор бурового раствора.

В качестве бурового раствора в нашем случае будем использовать глинистый раствор на основе технической воды. Все глинопорошки поставляются в бумажных мешках массой по 40 кг, мешки маркируются, каждая партия глинопорошка должна иметь паспорт с указанием даты изготовления и качественных показателей глинопорошка.

Необходимый глинистый раствор должен обладать следующими качественными показателями:

- вязкость – 22 с;
- плотность – 1,25 г/см<sup>3</sup>;
- водоотдача – 14 см<sup>3</sup>/30 мин;
- толщина корки не более 2 мм;
- стабильность – 0,01 г/см<sup>3</sup> содержание песка – 1%.

Для приготовления бурового раствора будем использовать глиномешалку МГ2-4.

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

Для выше указанной конструкции скважины будут применены обсадные трубы диаметром 89×78 мм.

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

Тампонирующее геологоразведочных скважин производится для решения следующих задач: закрепления устья скважины; герметизации кольцевых зазоров между обсадными трубами и стенками скважины; изоляции

горизонтов, поглощающих промывочную жидкость; закрепления интервалов с обваливающимися и деформирующимися стенками скважин; разобщения отдельных горизонтов (пластов) в стволе скважины; создания искусственного забоя в стволе скважины.

Практика бурения геологоразведочных скважин показывает, что эффективность работ по тампонированию обуславливается в основном геолого-техническими условиями разреза месторождения, физико-химическими свойствами тампонирующих материалов и смесей, наличием и совершенствованием технических средств по проведению тампонирования и технологией тампонирования скважин. В данных геологических условиях тампонирование затрубного пространства требуется в интервале от 0 до 12 м. Тампонаж будет производиться путем применения бентонитовой глины и КМЦ.

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

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

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

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

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

## 2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

### 2.7.1. Проверочные расчеты мощности буровой установки

Привод бурового станка включается в работу или для бурения, или для проведения СПО. Мощность привода рассчитывается исходя из необходимой мощности на бурение скважины, обычно на конечной глубине.

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

Буровая установка – УКБ4-300/500 в своем составе имеет дизельную электростанцию АЭСК-40 с мощностью 40 кВт. Дизельная электростанция питает все элементы буровой установки.

#### 1) Проверочный расчет мощности привода бурового станка на бурение

Суммарная мощность определяется по формуле [1, с. 70]:

$$N_{\text{б}} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \quad (2.5)$$

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

#### *Потери мощности в станке*

Затраты мощности для привода самой силовой кинематики станка  $N_{\text{ст}}$  (в кВт) находится как [1, с. 71]:

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot n), \quad (2.6)$$

где  $N_{\text{дв}}$  – мощность привода,  $N_{\text{дв}} = 22$  кВт;  $n$  – частота оборотов шпинделя,  $n = 1100$  об/мин (таблица 2.4).

$$N_{\text{ст}} = 22 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 1100) = 4,55 \text{ кВт}.$$

### Мощность на вращение буровой колонны

При высоких частотах вращения по формуле [1, с. 71]:

$$N_{\text{тр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8}) \cdot (1 + 0,6 \cdot i) \cdot \left[ \frac{0,9 + 0,02 \cdot \delta}{1 + 0,013 \cdot \delta} \right] \cdot \left[ \frac{D \cdot q}{(EI)^{0,16}} \right] \cdot n^{1,85} \cdot L^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin \theta_{\text{ср}}) + 2 \cdot 10^{-7} \delta \cdot n \cdot G \right\}, \text{ кВт}, \quad (2.7)$$

где  $L$  – длина буровой колонны,  $L = 215$  м;  $K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности (1,1 – при применении нормальных глинистых растворов);  $K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины (каверны желоба, наличие обсадных труб) на затраты мощности (1 – для нормального геологического разреза);  $K_3$  – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для соединения «труба в трубу»);  $K_4$  – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности (1,1 – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»);  $K_5$  – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение труб о стенки скважины (1,0 – для стальных труб) [1, с. 72];  $i$  – интенсивность естественного искривления скважины,  $i = 1^\circ/100$  м;  $n$  – частота оборотов шпинделя,  $n = 1100$  об/мин (таблица 2.4);  $E$  – модуль продольной упругости бурильных труб,  $\text{кГс/см}^2$  ( $2 \cdot 10^6$  – для стальных труб);  $G$  – усилие подачи,  $G = 1300$  даН (таблица 5.8);  $D$  – наружный диаметр ПРИ,  $D = 76$  мм;  $q$  – вес 1 метра труб,  $q = 7,7$  кГс (таблица 2.7);  $I$  – экваториальный момент инерции бурильных труб,  $\text{см}^4$  (рассчитываем по формуле 2.8);  $\theta_{\text{ср}}$  – средний зенитный угол скважины, град (рассчитываем по формуле 2.9);  $\delta$  – зазор, между стенками скважины и бурильными трубами, мм (рассчитываем по формуле 2.10).

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ,  $\text{см}^4$  [1, с. 80]:

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (2.8)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ,  $d = 7,0$  см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ,

$d_1 = 6,04$  см (таблица 2.7).

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (7,0^4 - 6,04^4) = 52,53 \text{ см}^4.$$

Расчёт среднего зенитного угла производится по формуле [1, с. 73]:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_0 + 0,005 \cdot i \cdot (L_{\text{СКВ}} - L_1), \text{ град}, \quad (2.9)$$

где  $\theta_0$  – начальный зенитный угол,  $\theta_0 = 15^\circ$ ;  $i$  – интенсивность естественного искривления скважины,  $i = 1^\circ/100$  м;  $L_{\text{СКВ}}$  – глубина скважины,  $L_{\text{СКВ}} = 215$  м;  $L_1$  – длина начального прямолинейного (обсаженного) участка,  $L_1 = 12$  м.

$$\theta_{\text{ср}} = 15 + 0,005 \cdot 1 \cdot (215 - 12) = 16,015 \text{ град.}$$

Зазор, между стенками скважины и бурильными трубами определяется по формуле [1, с. 73]:

$$\delta = 0,5 \cdot (D - d_n), \text{ мм}, \quad (2.10)$$

где  $D$  – диаметр скважины по расширителю,  $D = 76,4$  мм;  $d_n$  – наружный диаметр БТ,  $d_n = 70$  мм (таблица 2.7).

$$\delta = 0,5 \cdot (76,4 - 70) = 3,25 \text{ мм};$$

$$N_{\text{тр}} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8}) \cdot (1 + 0,6 \cdot 1) \cdot \left[ \frac{0,9 + 0,02 \cdot 3,25}{1 + 0,013 \cdot 3,25} \right] \cdot \left[ \frac{76 \cdot 7,7}{(2 \cdot 10^6 \cdot 52,53)^{0,16}} \right] \cdot 1100^{1,85} \cdot 215^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin 16,015) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 3,25 \cdot 1100 \cdot 1300 \right\} = 8,41 \text{ кВт.}$$

*Мощность на разрушение забоя*

Определяется по формуле [1, с. 74]:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \left( \mu_0 + \frac{16,7 \Omega v_{\text{мех}}}{n} \right) \cdot (D_1 + D_2) \cdot G \cdot n, \text{ кВт}, \quad (2.11)$$

где  $\mu_0$  – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о породу;  $\Omega$  – коэффициент, учитывающий физико-технические свойства горных пород и характер их разрушения (таблица 2.10);  $v_{\text{мех}}$  – механическая скорость бурения, м/ч (таблица 2.11);  $n$  – частота оборотов шпинделя,  $n = 1100$  об/мин (таблица 2.4);  $G$  – усилие подачи,  $G = 1300$  даН (таблица 5.8);  $D_1$  – наружный диаметр коронки,  $D_1 = 76$  мм;  $D_2$  – внутренний диаметр коронки,  $D_2 = 48$  мм (таблица 2.7).

Таблица 2.10 – Значения коэффициентов  $\Omega$  и  $\mu_0$  для различных коронок

№ п/п	Тип коронки	$\Omega$	$\mu_0$
1	Алмазная импрегнированная	5,0...8,0	0,05...0,1
2	Алмазная однослойная коронка	2,4...3,5	0,03...0,05
3	Алмазная однослойная коронка при ударно-вращательном бурении	1,6	0,03
4	Твёрдосплавная коронка	2,0	0,1
5	Твёрдосплавная коронка типа ГПИ	0,32	0,04
6	Коронки других типов	–	–

Таблица 2.11 – Значения  $v_{\text{мех}}$  для различных пород

Категория ГП по буримости	$v_{\text{мех}}$ , м/ч	Категория ГП по буримости	$v_{\text{мех}}$ , м/ч
I	23,0...30,0	VII	1,9...2,0
II	11,0...15,0	VIII	1,3...1,9
III	5,7...10,0	IX	0,75...1,2
IV	3,5...5,0	X	0,5...0,75
V	2,5...3,5	XI	0,3...0,5
VI	1,5...2,5	XII	0,15...0,25

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left(0,05 + \frac{16,7 \cdot 3,5 \cdot 1,3}{1100}\right) \cdot (76 + 48) \cdot 1300 \cdot 1100 = 3,27 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{г}} = 4,55 + 8,41 + 3,27 = 16,23 \text{ кВт}.$$

У бурового станка СКБ-4 мощность двигателя 22 кВт, который питается от дизельной электростанции. Рассчитанная мощность привода соответствует мощности выбранного бурового станка.

## 2) Расчет мощности привода насоса

Мощность привода насоса рассчитывается по формуле [1, стр. 84]:

$$N_{\text{н}} = 0,016 \cdot \frac{Q \cdot H}{\eta}, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

где  $Q$  – подача бурового насоса,  $Q = 88$  л/мин (таблица 5.8);

$H$  – давление на выходе насоса,  $H = 6,3$  МПа (таблица 2.5);  $\eta$  – КПД насоса,

$\eta = 0,8 \dots 0,75$ .

$$N_{\text{н}} = 0,016 \cdot \frac{88 \cdot 6,3}{0,8} = 9,09 \text{ кВт}.$$

Буровой насос НБ-160/6,3 имеет собственный электродвигатель мощностью 11 кВт, который питается от дизельной электростанции. Рассчитанная мощность привода соответствует мощности выбранного насоса.

Затрачиваемая мощность на бурение и на работу насоса равна 25,32 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

### 2.7.2. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

#### *Расчет и выбор схемы талевой системы*

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

Таблица 2.12 – Исходные данные

Исходные данные	
Длина колонны (L), м	215
Средний зенитный угол ( $\theta$ ), град	15
Коэффициент доп. сопротивлений ( $\alpha_2$ )	1,2
Удельный вес ПЖ ( $\gamma_{ж}$ ), г/см <sup>3</sup>	1,25
Мощность двигателя (N), кВт	22
Коэффициент перегрузки ( $\lambda$ )	1,1
Тип мачты	БМТ-4
Грузоподъемность лебедки ( $Q_{л}$ ), тс	3,2
Тип бурового станка	СКБ-4
Типоразмер бурильных труб	ССК-76
Длина свечи ( $l_{св}$ ), м	9,5
Вес 1 м бурильных труб, кГс	7,7
Масса элеватора, кг	26
Масса наголовника, кг	4

Число рабочих ветвей определяется по формуле [2]:

$$m = \frac{Q_{кр. \Sigma}}{Q_{л} \eta}, \quad (2.13)$$

где  $Q_{кр. \Sigma}$  – нагрузка на крюке при подъеме колонны бурильных труб из скважины, кГс;  $Q_{л}$  – грузоподъемность лебедки,  $Q_{л} = 3200$  кГс (таблица 2.3);  $\eta$  – КПД талевой системы.

$$Q_{кр.Σ} = Q_{кр.δ} + G_δ, \quad (2.14)$$

где  $Q_{кр.δ}$  – вес бурового снаряда с учетом динамических сил, кГс;  $G_δ$  – вес подвижного груза с учетом динамических сил, кГс.

$$Q_{кр.δ} = Q_{кр} \left( 1 + \frac{V}{gt} \right), \quad (2.15)$$

где  $Q_{кр}$  – чистый вес бурового снаряда, кГс;  $V$  – тах скорость подъема элеватора согласно ТБ,  $V = 2,0$  м/с;  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $t$  – время разгона элеватора ( $t = 1,8$  с).

$$Q_{кр} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot q \cdot L \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{жк}}{\gamma_m} \right) \cdot \cos \theta_{cp} \cdot (1 + f \cdot \text{tg} \theta_{cp}), \quad (2.16)$$

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

$\alpha_2$  – коэффициент дополнительных сопротивлений,  $\alpha_2 = 1,2$ ;  $q$  – вес 1 метра труб,  $q = 7,7$  кГс (таблица 2.7);  $L$  – глубина скважины,  $L = 215$  м;

$\gamma_{жк}$  – удельный вес промывочной жидкости,  $\gamma_{жк} = 1,25$  г/см<sup>3</sup>;  $\gamma_m$  – удельный вес металла,  $\gamma_m = 7,85$  г/см<sup>3</sup>;  $f$  – коэффициент трения,  $f = 0,3$ ;  $\theta_{cp}$  – средний зенитный угол скважины,  $\theta_{cp} = 16,015^\circ$  (рассчитали по формуле 2.9).

$$G_δ = G \left( 1 + \frac{V}{gt} \right), \quad (2.17)$$

где  $G$  – вес подвижного груза, кГс.

$$G = m_{п} + m_{а}, \quad (2.18)$$

где  $m_{э}$  – масса элеватора, кГс;  $m_{п}$  – масса наголовника, кГс (значения берем из таблицы 2.16).

$$G = 26 + 4 = 30 \text{ кГс};$$

$$Q_{кр.Σ} = \left[ \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot q \cdot L \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{жк}}{\gamma_m} \right) \cdot \cos \theta_{cp} \cdot (1 + f \cdot \text{tg} \theta_{cp}) + G \right] \cdot \left( 1 + \frac{V}{gt} \right); \quad (2.19)$$

$$Q_{кр.Σ} = \left[ 1,0 \cdot 1,2 \cdot 7,7 \cdot 215 \cdot \left( 1 - \frac{1,25}{7,85} \right) \cdot \cos 16,015 \cdot (1 + 0,3 \cdot \text{tg} 16,015) \right] + 30 \cdot \left( 1 + \frac{2}{9,81 \cdot 1,8} \right) = 1777,08 \text{ кГс}.$$

КПД талевой системы, зависящий, в свою очередь, от числа рабочих ветвей  $m$ , поэтому при определении принимается ориентировочно (таблица 2.13), а затем уточняется.

$$\frac{Q_{кр.\Sigma}}{Q_l} = \frac{1777,08}{3200} = 0,555.$$

Таблица 2.13 – Таблица для определения КПД талевой системы (ориентировочно)

$\frac{Q_{кр.\Sigma}}{Q_l}$	до 1	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6
$\eta$	0,966	0,950	0,934	0,918	0,903	0,888

Принимаем  $\eta = 0,966$ .

$$m = \frac{1777,08}{3200 \cdot 0,966} = 0,574.$$

Принимаем число рабочих ветвей  $m = 1$ , т.к. расчетная получилась  $m = 0,66$ .

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

*Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии*

Для талевой системы на прямом канате (кГс), нагрузка на вышку, определяется по формуле [2]:

$$Q_0 = Q_{кр} + P_l \text{ кГс,} \quad (2.20)$$

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

$$Q_{кр} = \alpha_1 \cdot q \cdot L \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right) \text{ кГс,} \quad (2.21)$$

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

$q$  – вес 1 метра труб,  $q = 7,7$  кГс (таблица 2.7);  $L$  – глубина скважины,

$L = 215$  м;  $\gamma_{ж}$  – удельный вес промывочной жидкости,  $\gamma_{ж} = 1,25$  г/см<sup>3</sup>;  $\gamma_{м}$  – удельный вес металла,  $\gamma_{м} = 7,85$  г/см<sup>3</sup>.

$$Q_{кр} = 1,0 \cdot 7,7 \cdot 215 \cdot \left(1 - \frac{1,25}{7,85}\right) = 1434 \text{ кГс.}$$

Учитывая, что направление действия сил  $P_{л}$  и  $P_{н}$  практически вертикально и в статическом состоянии все струны ТС нагружены равномерно, принимаем:

$$P_{л} = \frac{Q_{кр} + G}{m}, \text{ кГс,} \quad (2.22)$$

где  $G$  – вес подвижного груза,  $G = 30$  кГс (рассчитали по формуле 2.18);

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

$$P_{л} = \frac{1434 + 30}{1} = 1463,1 \text{ кГс;}$$

$$Q_o = 1434 + 1463,1 = 2897,1 \text{ кГс.}$$

Усилия в рабочей ветви при подъеме бурового инструмента обозначается  $P_1$ , в лебедочном конце каната  $P_{л}$ :

$$P_1 = \frac{P_{л}}{\beta}, \quad (2.23)$$

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

Вес бурового снаряда определяется из выражения:

$$Q_{кр.Σ} = P_{л} \frac{\beta^m - 1}{\beta^m (\beta - 1)}, \quad (2.24)$$

Исходя из этого  $P_{л}$  определяется:

$$P_{л} = Q_{кр.Σ} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \quad (2.25)$$

где  $Q_{кр.Σ}$  – нагрузка на крюке при подъёме колонны бурильных труб из скважины,  $Q_{кр.Σ} = 1777,08$  кГс;  $\beta$  – коэффициент сопротивления ролика, величина которого обусловлена трением в подшипниках и трением каната о желобок ролика,  $\beta = 1,03 \dots 1,04$ ;  $m$  – число рабочих струн талевого системы,  $m = 1$ .

$$P_{л} = 1777,08 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 1848,16 \text{ кГс,}$$

$$P_1 = \frac{1848,16}{1,04} = 1777,08 \text{ кГс.}$$

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

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

$$P_1 = Q_{кр.Σ} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \quad (2.27)$$

$$P_n = 1777,08 \cdot \frac{1,04 - 1}{1,04 \cdot (1,04 - 1)} = 1708,73 \text{ кГс,}$$

$$P_1 = 1777,08 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 1848,16 \text{ кГс.}$$

#### *Определение грузоподъемности мачты*

Грузоподъемность в статическом состоянии определяется по формуле [2]:

$$Q_o = Q_{кр} + G + P_n, \text{ кГс;} \quad (2.28)$$

где  $Q_{кр}$  – полный вес бурового снаряда в статическом состоянии,  $Q_{кр} = 1434$  кГс (рассчитали по формуле 2.21);  $G$  – вес подвижного груза,  $G = 30$  кГс (рассчитали по формуле 2.18);  $P_n$  – усилие в лебедочном конце каната,

$P_n = 1463,1$  кГс (рассчитали по формуле 2.22).

$$Q_o = 1434 + 30 + 1463,1 = 2926,7 \text{ кГс.}$$

#### *Определение грузоподъемности талевой системы*

Грузоподъемность однострунной ТС определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{102 N_o \eta \eta_{ТС}}{V_{кр.i}}, \quad (2.29)$$

где  $N_o$  – номинальная мощность двигателя,  $N_o = 22$  кВт (таблица 2.3);  $\eta$  – КПД передачи от вала двигателя до барабана лебедки,  $\eta = 0,85$ ;  $\eta_{ТС}$  – КПД талевой системы;  $V_{кр.i}$  – скорость подъема талевого блока, м/с.

КПД талевой системы определяется по формуле:

$$\eta_{TC} = \frac{\beta^m - 1}{m\beta^m(\beta - 1)}, \quad (2.30)$$

где  $\beta$  – коэффициент сопротивления ролика, величина которого обусловлена трением в подшипниках и трением каната о желобок ролика,  $\beta = 1,03 \dots 1,04$ ;  $m$  – число рабочих струн талевой системы,  $m = 1$ .

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

Скорость подъема талевого блока определяется по формуле:

$$V_{кр.i} = \frac{V_{min}}{m}, \text{ м/с} \quad (2.31)$$

где  $V_{min}$  – минимальная скорость навивки каната на барабан лебедки,  $V_{min} = 1$  м/с (таблица 2.3);  $m$  – число рабочих струн талевой системы,  $m = 1$ .

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

$$Q_i = \frac{102 \cdot 22 \cdot 0,85 \cdot 0,962}{1} = 1834,92 \text{ кГс};$$

$$Q_i > Q_{кр};$$

$$1834,92 \text{ кГс} > 1434 \text{ кГс}.$$

Максимальный вес снаряда в статическом состоянии ( $Q_{кр} = 1434$  кГс) не превышает грузоподъемность талевой системы ( $Q_i = 1834,92$  кГс) – следовательно, талевая система пригодна для подъема данного снаряда.

#### *Расчет талевого каната*

Расчет и выбор талевого каната производятся по статическому разрывному усилию каната, определяемому по формуле [2]:

$$R_k \geq kP_{л.маx} \text{ кГс}, \quad (2.32)$$

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

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

$$P_{л.маx} = \frac{1000 \cdot N_0 \cdot \lambda \cdot \eta}{V_{маx}}, \quad (2.33)$$

где  $N_0$  – номинальная мощность двигателя,  $N_0 = 22$  кВт (таблица 2.3);

$\lambda$  – коэффициент перегрузки двигателя,  $\lambda = 1,1$ ;  $\eta$  – КПД передачи от вала двигателя до барабана лебедки,  $\eta = 0,85$ ;  $V_{max}$  – максимальная скорость навивки каната на барабан лебедки,  $V_{max} = 4$  м/с (таблица 2.3).

$$P_{л\cdot max} = \frac{1000 \cdot 22 \cdot 1,1 \cdot 0,85}{4} = 5142,5 \text{ кГс};$$

$$R_k = 2,5 \cdot 5142,5 = 12856,25 \text{ кГс}.$$

На основе расчетов можно выбрать канат по таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Техническая характеристика стальных канатов [1, с. 90]

Диаметр каната, мм	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, кГс/см <sup>2</sup>				
	140	160	170	180	200
Разрывное усилие каната, кГс					
Канат двойной свивки типа ТК конструкции 6×19 + 1о.с.					
13,0	6860	7830	8320	8560	9330
14,5	8660	9890	10490	10790	11790
16,0	10690	12190	12990	13390	14590
17,5	12890	14730	15680	16140	17640
19,5	15440	17640	18730	19330	21090
21,0	18090	20680	21990	22690	24730
22,5	20990	23980	25490	26280	28680
24,0	24090	27530	29230	30180	32880
25,5	27430	31330	33270	34270	37420
27,0	30930	35370	37580	38720	42220
Канат двойной свивки типа ТК конструкции 6×37 + 1о.с.					
11,5	–	5740	6100	6250	6790
13,5	–	8230	8760	8950	9760
15,5	9830	11190	11890	12190	13240
22,5	19990	22880	24330	24880	27030
24,5	24230	27690	29430	30130	32730
27,0	28880	33030	35080	35980	39020
29,0	33870	38720	41170	42170	45760

Канат двойной свивки типа ТК конструкции 6×19 + 1о.с. (6 – число прядей, 19 – число проволок в прядях, 1о.с. – один органический сердечник) диаметром 16 мм более подходит, чем другие канаты.

### 2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

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

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод о том, что колонна БТ в процессе бурения скважин будет работать с дополнительной осевой нагрузкой, т.к. вес колонны бурильных труб ( $Q_{кр} = 1434$  кГс) не превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 1600 кГс. Следовательно, расчёт производится только для нижнего сечения.

*Расчет колонны бурильных труб в нижнем сечении*

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

Запас прочности определяется по формуле [1, с. 77]:

$$n_{II-II} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_\Sigma} \geq 1,7, \quad (2.34)$$

где  $[\sigma_T]$  – предел текучести материала БТ,  $[\sigma_T] = 5500$  кГс/см<sup>2</sup> (таблица 2.7);  $\sigma_\Sigma$  – суммарное напряжение в нижней части БТ, кГс/см<sup>2</sup>.

Суммарное напряжение согласно теории прочности [1, с. 77]:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{из})^2 + 4\tau^2} \geq [\sigma_T], \quad (2.35)$$

где  $\sigma_{сж}$  – напряжение сжатия, кГс/см<sup>2</sup>;  $\sigma_{из}$  – напряжение изгиба, кГс/см<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – касательные напряжение, кГс/см<sup>2</sup>.

Напряжение сжатия [1, с. 77]:

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{ос}}{F}, \quad (2.36)$$

где  $P_{ос}$  – максимальная осевая нагрузка на ПРИ,  $P_{ос} = 1600$  кГс (таблица 5.8);

$F$  – площадь сечения БТ, см<sup>2</sup> [1, с. 79].

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2), \quad (2.37)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ,  $d = 7,0$  см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ,  $d_1 = 6,04$  см (таблица 2.7).

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (7,0^2 - 6,04^2) = 9,83 \text{ см}^2;$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{1600}{9,83} = 162,77 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба [1, с. 80]:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{\pi^2 EI \varphi}{l^2 W_{\text{из}}} \leq [\sigma_{\text{из}}], \text{ кгс/см}^2, \quad (2.38)$$

где  $E$  – модуль Юнга,  $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$ ;  $I$  – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ,  $\text{см}^4$ ;  $l$  – длина полуволны прогиба, см;  $W_{\text{из}}$  – осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы,  $\text{см}^3$ ;  $\varphi$  – стрела прогиба, см.

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4) \text{ см}^4, \quad (2.39)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ,  $d = 7,0$  см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ,  $d_1 = 6,04$  см (таблица 2.7).

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (7,0^4 - 6,04^4) = 52,53 \text{ см}^4.$$

$$\varphi = \frac{D-d}{2} \text{ см}, \quad (2.40)$$

где  $D$  – диаметр скважины по расширителю,  $D = 7,64$  см;  $d$  – наружный диаметр БТ,  $d = 7,0$  см (таблица 2.7).

$$\varphi = \frac{7,64 - 7,0}{2} = 0,32 \text{ см}.$$

Длина полуволны прогиба:

$$l = \frac{10}{\omega} \cdot \sqrt{-0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{E \cdot I \cdot \omega^2}{10^3 \cdot q \cdot g}}}, \quad (2.41)$$

где  $q$  – вес 1 м буровых труб,  $q = 7,7$  кгс (таблица 2.7);  $g$  – ускорение силы тяжести,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $z$  – длина участка колонны от забоя скважины до вращателя,  $z = L = 215$  м;  $E$  – модуль Юнга,  $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$ ;  $I$  – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ,  $I = 52,53 \text{ см}^4$  (рассчитали по формуле 2.39);  $\omega$  – угловая скорость вращения,  $\text{с}^{-1}$ :

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (2.42)$$

где  $n$  – частота оборотов шпинделя,  $n = 1100$  об/мин (таблица 2.4).

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1100}{30} = 115,19 \text{ с}^{-1}.$$

$$l = \frac{10}{115,19} \cdot \sqrt{(-0,5) \cdot 215 + \sqrt{0,25 \cdot 215^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 52,53 \cdot 115,19^2}{10^3 \cdot 7,7 \cdot 9,81}}} = 5,62 \text{ см}.$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы:

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d^4 - d_1^4)}{d}, \text{ см}^3; \quad (2.43)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ,  $d = 7,0$  см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ,  $d_1 = 6,04$  см (таблица 2.7).

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} * \frac{(7,0^4 - 6,04^4)}{7,0} = 15 \text{ см}^3.$$

Длина полуволны прогиба меньше длины одной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г.М. принимаем  $l = 5,62$  см [2, с. 80].

$$\sigma_{из} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 52,53 \cdot 0,32}{5,62^2 \cdot 15} = 360,67 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение кручения [1, с. 81]:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \text{ кгс/см}^2, \quad (2.44)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент, кгс·см;  $W_{кр}$  – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см<sup>3</sup>.

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n}, \text{ кгс} \cdot \text{см}, \quad (2.45)$$

где  $N$  – затраты мощности, кВт;  $n$  – частота оборотов шпинделя,  $n = 1100$  об/мин (таблица 2.4).

$$N = 1,5 \cdot N_{pz}, \text{ кВт}, \quad (2.46)$$

где  $N_{pz}$  – мощность на разрушение забоя,  $N_{pz} = 3,27$  кВт (рассчитали по формуле 2.11).

$$N = 1,5 \cdot 3,27 = 4,905 \text{ кВт};$$

$$M_{кр} = 97400 * \frac{4,905}{1100} = 434,32 \text{ кГс} \cdot \text{см};$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(d^4 - d_1^4)}{d}, \text{ см}^3, \quad (2.47)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ,  $d = 7,0$  см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ,  $d_1 = 6,04$  см (таблица 2.7).

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} * \frac{(7,0^4 - 6,04^4)}{7,0} = 30,02 \text{ см}^3;$$

$$\tau = \frac{434,32}{30,02} = 14,47 \text{ кГс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(162,77 + 360,67)^2 + 4 \cdot 14,47^2} = 524,24 \frac{\text{кГс}}{\text{см}^2}.$$

Запас прочности:

$$n_{II-II} = \frac{5500}{524,24} = 10,49 \geq 1,7.$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **2.9. Выбор источника энергии**

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

Силовые приводы подразделяются на:

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

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

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

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

Буровая установка – УКБ4-300/500 в своем составе имеет дизельную электростанцию АЭСК-40 с мощностью 40 кВт (рисунок 2.7), который питает все элементы буровой установки.

Дизельная электростанция АЭСК-40 производится в кожухе на итальянском двигателе Iveco N45AM2. Термодинамический цикл – дизель 4-тактный, впуск воздуха атмосферный; количество и размещение цилиндров – 4 цилиндра в ряд, диаметр цилиндра и ход поршня 104×132 мм; объем двигателя 4,5 л; клапанов на цилиндр – 2; прямой впрыск; регулятор скорости – механический; охлаждение – жидкость; картер маховика SAE-3. Технические характеристики приведены в таблице 2.15.



Рисунок 2.7 – Дизельная электростанция АЭСК-40

Таблица 2.15 – Технические характеристики дизельной электростанции АЭСК-40

Параметры	Дизельная электростанция АЭСК-40
1	2
Термодинамический цикл	Дизель 4-тактный
Мощность электростанции, кВт:	
номинальная	40
резервная	44
<b>Двигатель:</b>	
производитель двигателя	FPT
модель двигателя	N45AM2
количество и размещение цилиндров	4 цилиндра в ряд
тип впуска	Атмосферный

1	2
система впрыска	Прямой впрыск
объем двигателя, л	4,5
расход топлива при 50 % нагрузке, л/час	6,4
расход топлива при 80 % нагрузке, л/час	9,2
расход топлива при 100 % нагрузке, л/час	11,3
<b>Генератор:</b>	
производитель генератора	Marelli
модель генератора	MJB-200 MA4
<b>Габариты и вес (шумозащитный кожух):</b>	
габариты, мм	2100 900 1150
ёмкость бака, л	70
масса, кг	1150

## 2.10. Механизация спуско-подъемных операций

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

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

Выполняются эти операции с помощью лебедки станка, управляемой бурильщиком, и комплекта приспособлений для СПО.

Для работы с комплексами ССК используются, кроме обычных, специальные инструменты и приспособления: проходные переходники-сальники, трубодержатели, трубозавороты, ключи, подсвечники, ловитель (подъемник или овершот).

При работе с гладкоствольными бурильными трубами комплекса ССК используют полуавтоматические элеваторы МЗ-50-80. Колонну при СПО подвешивают на устье с помощью гидравлического трубодержателя типа ТР2-12,5. При свинчивании и развинчивании бурильных труб будем использовать гладкозахватные ключи КГ или шарнирные многозвенные ключи.

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

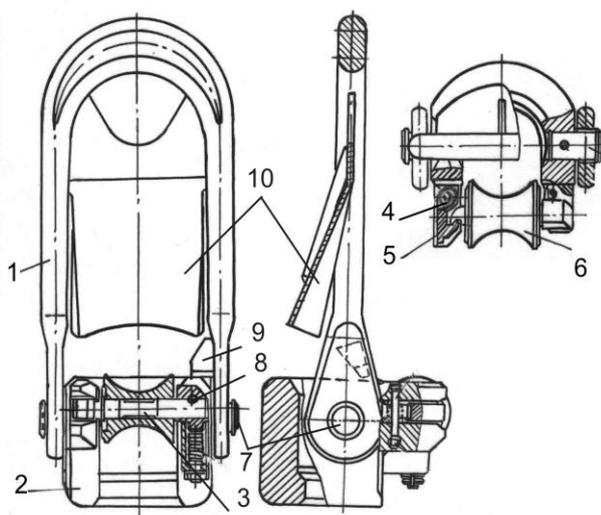


Рисунок 2.8 – Полуавтоматический элеватор МЗ-50-80:

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

При подъёме свечи затвор с элеватора снимают. Заводят его сбоку трубы под наголовник, поднимают свечу и перемещают её на подсвечник. При спуске элеватора конец свечи скользит по отражателю, элеватор отклоняется в сторону

открытого зева и выходит из контакта с трубой. Элеватор спускают вниз за следующей свечой.

Таблица 2.16 – Техническая характеристика элеватора МЗ-50-80

Параметры	МЗ-50-80
1	2
Грузоподъёмность, кН (максимальная)	125
Габаритные размеры, мм:	
в плане	230×238
высота	660
Масса, кг	26
Максимальная скорость элеватора,	2
Масса наголовника, кг	4
Тип бурильной колонны	СБТН СБТМ ССК
Способ захвата колонны	Под наголовник седлом в корпусе элеватора

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

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

Перед перевозкой и после неё, перед забуриванием производится осмотр бурового оборудования: станка, насоса, двигателя внутреннего сгорания. При перевозке бурильные трубы и другое оборудование складывается в вагон с буровым инструментом.

Буровая установка со станком представляет собой единый блок с мачтой и буровым зданием, установленный на санном основании.

Для перевозки буровой установки используется бульдозер Т-170.

Перевозка буровой установки осуществляется с соблюдением соответствующих правил техники безопасности.

### **2.12. Ликвидация и консервация 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.

После согласования со всеми службами производится ликвидация скважины. Ликвидация скважины – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление нарушенной скважиной естественного состояния горных пород с целью охраны недр. Скважины, не достигшие проектной глубины или не выполнившие своего геологического задания по причине невозможности продолжать бурение в данное время из-за аварий или осложнений, отсутствия геологического обоснования дальнейшего бурения, технических возможностей бурового оборудования, могут быть законсервированы или ликвидированы.

Консервация скважины – это комплекс работ по сохранению буровой скважины при временном преднамеренном прекращении её бурения.

Ликвидация скважины предусматривает проведение подготовительных и заключительных работ. К подготовительным работам относятся контрольный замер глубины скважины по элементам бурильной колонны, подготовка скважины к геофизическим исследованиям, заключительные геофизические и гидрогеологические исследования. При заключительном этапе извлекаются обсадные трубы (по возможности и, если это не нарушает технологии последующего ликвидационного тампонирования), ликвидационное тампонирование не производится, так как разрез сложен крепкими породами и отсутствуют водоносные горизонты. Скважина закрывается деревянной пробкой. На месте скважины устанавливается опознавательный знак (репер) с указанием номера скважины, профиля и года бурения. Оформляют акт на ликвидацию скважины, демонтируют и перевозят оборудование. Рабочая площадь выравнивается бульдозером после окончания бурения скважин на каждом профиле и их закрытия. Производится рекультивация земель.

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

### 3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Лицензионный участок площадью 7,8 км<sup>2</sup> расположен в Турачакском районе Республики Алтай в 13 км от п. Артыбаш, имеет статус геологического отвода 7,76 км<sup>2</sup> и предварительно горного отвода 0,04 км<sup>2</sup>, по глубине ограничен горизонтом 630 м.

Климат района резко континентальный с жарким (до +35°C) летом в июне-августе и холодными зимами (до -35...40°C) в ноябре-марте. Снег выпадает уже во второй половине сентября или начале октября. Среднегодовое количество осадков 1 м. Преобладающие ветра западные (по данным метеостанции п. Артыбаш).

На месторождении «Брекчия» проводятся разведочные работы рудного золота. Бурение скважин производится передвижной буровой установкой УКБ4-300/500.

#### 3.1. Производственная безопасность

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

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

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

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дат</b>				
<b>Разраб.</b>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17	<b>Социальная ответственность</b>	<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
<b>Руковод.</b>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17			78	136
<b>Консульт.</b>		<i>Немцова О. А.</i>		06.17		<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		
<b>И. о. зав. каф.</b>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17				

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

Часть производственных систем геологоразведочного оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 3.1 [8, 9].

Таблица 3.1 – Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		
		Опасные	Вредные	Нормативные документы
1	Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования	Движущиеся машины и механизмы грузоподъемного оборудования	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Повреждения в результате контакта с насекомыми. Повышенная запыленность рабочей зоны.	ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.008-78. Биологическая безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2	Бурение скважин и вспомогательные работы	Движущиеся машины и механизмы различного оборудования. Давление в пневмосистеме. Статическое электричество. Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб. Поражение электрическим током.	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Превышение уровня шума и вибрации. Недостаточное освещение рабочей зоны. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. Повреждения в результате контакта с насекомыми.	ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация СНиП П-12-77. Защита от шума. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда.

### 3.1.1. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

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

При разработке ПНР необходимо предусмотреть все требования по производству строительно-монтажных работ:

- предусмотреть ограждение опасных зон;
- указать места прохода людей и движения транспорта;
- на строительной площадке должны устанавливаться указатели проездов и проходов, предупредительные знаки, надписи об опасных зонах и правила поведения в них;

- рабочие места монтажников должны быть оборудованы приспособлениями, обеспечивающими безопасность и надежность выполнения работ;

- не допускать беспорядочного хранения материалов, изделий и оборудования.

Для соблюдения пожарной безопасности на территории объекта выделяется место для курения, оборудованное противопожарным инвентарем и скамейками.

Временные бытовые помещения и склады должны быть оснащены огнетушителями.

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

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

Острые кромки, заусеницы и шероховатость 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.

Мероприятия по устранению причин механических травм:

- согласно ГОСТ 12.2.062-81 необходима проверка наличия защитных ограждений, закрывающих доступ к движущимся частям машин и механизмов;
- плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;
- проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств;
- очистка узлов и деталей от наружной грязи;
- проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения;
- необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты (таблица 3.2) [8, 9].

Таблица 3.2 – Индивидуальные средства защиты

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

Мероприятия по устранению поражений электрическим током:

- все оголённые токоведущие части закрываются в шкафы или устанавливаются на высоте;
- устройство заземления;
- применение малого напряжения питания согласно ССБТ ГОСТ 12.1.009-76;
- устройство зануления установки;
- использование защитных изолирующих средств;

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

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

Для защиты от поражения электрическим током используется система заземления, которая представляет собой контур шнуровых заземлений. Общее сопротивление заземления не должно превышать 4-х Ом для обеспечения безопасности работ [11, 12].

#### *Расчет заземления*

Рассчитывается сопротивление одного электропровода производится по формуле:

$$R_{\text{э}} = 0,336 * \left(\frac{\rho}{L}\right) * \left(Lg\left(\frac{2L}{d}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) * Ln\left(4h + \frac{L}{4h} - L\right)\right), \quad (3.1)$$

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

$$R_{\text{э}} = 0,336 * \left(\frac{80}{3}\right) * \left(Lg\left(\frac{2 * 3}{0,05}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) * Ln\left(4 * 1 + \frac{3}{4 * 1} - 3\right)\right) = 21,14 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{R_{\text{доп}}}, \quad (3.2)$$

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

$$n = \frac{21,14}{4} = 5,28 \text{ шт.}$$

Принимаем  $n = 5$  шт.

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = 0,336 \cdot \left(\frac{\rho}{L_n}\right) \cdot Lg \left(2 \cdot \frac{(L_n)^2}{(L_0 \cdot h_n)}\right) \cdot \eta, \quad (3.3)$$

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

$$L_n = 1,05 \cdot 2 \cdot L, \quad (3.4)$$

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

$$L_0 = L_n \cdot n, \quad (3.5)$$

$$L_0 = 6,3 \cdot 5 = 31,5 \text{ м.}$$

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

Общее заземление контура определяется по формуле:

$$R = \frac{1}{\left(\left(\frac{n_{вэ}}{R_э}\right) \cdot n\right) + \left(\frac{n_{эт}}{R_n}\right)}, \quad (3.6)$$

где  $n_{вэ}$  – коэффициент, учитывающий взаимное экранирование,  $n_{вэ} = 0,8$ ;  $n_{эт}$  – коэффициент экранирования труб,  $n_{эт} = 0,8$ .

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

$R < R_{\text{доп}}$ , из чего следует, что рассчитанная схема заземления пригодна для использования. Схема заземления приведена на рисунке 3.1.

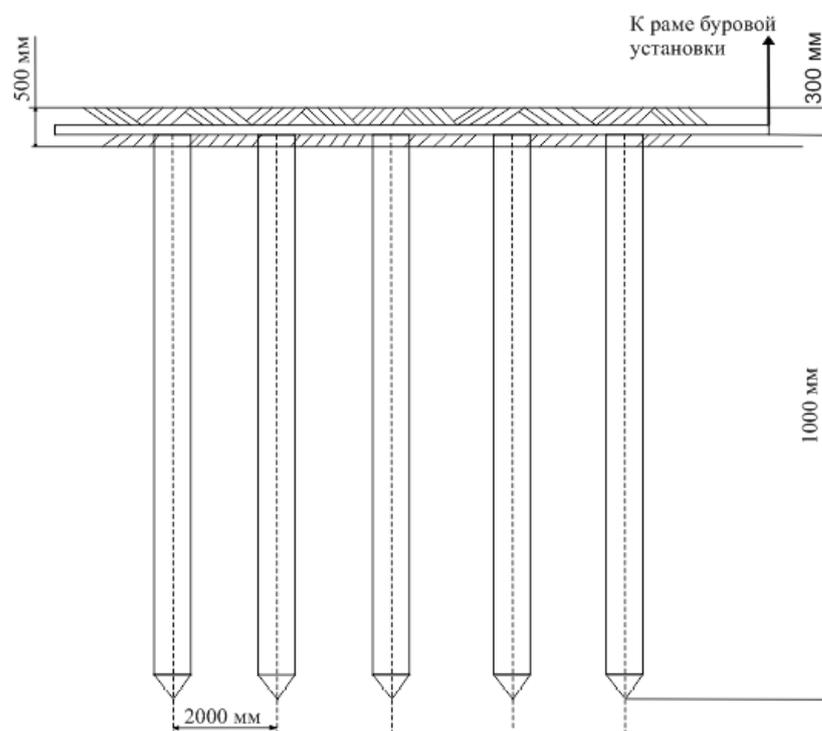


Рисунок 3.1 – Схема заземления

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

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

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

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

- снабжение работающих исправным инструментом, спецодеждой и спецобувью;
- использование на всех видах работ, где это необходимо, предохранительных поясов, защитных очков, рукавиц, резиновых перчаток и других средств индивидуальной защиты;
- оформление плакатов, предупреждающих надписей, других средств наглядной агитации по промышленной безопасности и охране труда [14].

### **3.1.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению**

*Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении*

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

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

Оптимальные микроклиматические условия – это такое сочетание параметров микроклимата, которое при длительном воздействии на человека обеспечивает ощущение теплового комфорта и создает предпосылки для высокой работоспособности.

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

Нормы температуры и влажности в рабочей зоне приведены в таблице 3.3 [10].

Таблица 3.3 – 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

#### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

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

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

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение.

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

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

Нормы освещения и расположение светильников на буровой установке приведены в таблице 3.4 [15].

Таблица 3.4 – Нормы освещения

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

#### *Повышенный уровень шума и вибрации*

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

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

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

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;
- установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию;
- необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 80 дБА (СанПиН 2.2.2.3359-16);
- использование средств индивидуальной защиты от шума (наушники, вкладыши), работающие по принципу поглощения шума [13, 16].

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

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника [19].

*Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны*

Во всех помещениях концентрация токсичных газов, паров и пыли в воздухе должна соответствовать «Предельно допустимым концентрациям вредных газов, паров, пыли и других аэрозолей в воздухе рабочей зоны производственных помещений», устанавливаемым СНиП 245-741.

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

С точки зрения БЖД при оценке состояния воздушной среды наибольшее значение имеет:

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

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

3) Присутствие в воздухе механических и токсических примесей. При проведении различных технологических процессов в воздух выделяются твердые и жидкие частицы, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы аэродисперсные системы – аэрозоли. Аэрозолями называют воздух или газ, содержащие в себе взвешенные твердые или жидкие частицы. Аэрозоли принято делить на дым и туман. Дымы – это системы, состоящие из воздуха или газа и распределенных в них частиц твердого вещества, а туманы – системы, образованные воздухом или газом и частицами жидкости.

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

### **3.2. Экологическая безопасность**

На защиту и восстановление земельных участков должны быть составлены и утверждены проекты и сметы, предусматривающие следующие мероприятия подготовленные до процесса бурения, по охране в процессе бурения скважины и по восстановлению земельных участков [17, 21].

Таблица 3.5 – Вредные воздействия на окружающую среду и недра, и природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах

Природные ресурсы, компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
1	2	3
Земля и земельные ресурсы	Уничтожение и повреждение почвенного слоя сельхозугодий и других земель	Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель
	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники и т. д. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора и др.
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов (металлолом, керн, отвалы подземных горных выработок)
	Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности	Засыпка горных выработок
	Уничтожение сельскохозяйственной растительности	Оплата потрав
Лес и лесные ресурсы	Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова	Мероприятия по охране почв
	Лесные пожары	Уборка и уничтожение порубочных остатков и другие меры ухода за лесосекой
	Оставление недорубов, захламление лесосек	Оборудование пожароопасных объектов, создание минерализованных полос. Использование вырубленной древесины
	Порубка древостоя при оборудовании буровых площадок, коммуникаций, поселков и др.	Попенная плата. Соблюдение нормативов отвода земель в заселенных территориях

Продолжение таблицы 3.5

Вода и водные ресурсы	Загрязнение производственными сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора: сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение или захоронение мусора
	Загрязнение бытовыми стоками	Очистные сооружения для бытовых стоков
	Механическое и химическое загрязнение водотоков в результате сталкивания отвалов	Рациональное размещение отвалов, сооружение специальных эстакад, засыпка выработок в русле
	Загрязнение подземных вод при смещении различных водоносных горизонтов	Ликвидационный тампонаж буровых скважин
Недра	Нарушение естественных свойств геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважины. Гидрогеологические, гидрохимические и инженерно-геологические наблюдения в скважинах и выработках
	Не комплексное изучение недр	Оборудование и аналитические работы на сопутствующие компоненты, породы вскрыши и отходы будущего производства. Тематические и научно-исследовательские работы по повышению комплексности изучения недр
	Неполное использование извлеченных из недр полезных компонентов	Организация рудных отвалов и складов, хранение образцов и проб шлихового золота и пр. ценных компонентов
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 др. представителей животного мира, случайное уничтожение	Проведение комплекса природоохранных мероприятий, планирование работ с учетом охраны животных. Профилактическая работа
	Браконьерство	

### 3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

- природные;
- техногенные;
- военные.

Для района работ наиболее вероятными являются ЧС 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 установлен в 8...10 м от рабочего места бурильщика.

Нормативная документация:

- ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов»;
- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность, общие требования»;
- ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность, общие требования»;
- ОНТП 24-86 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений».

Перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Противопожарный инвентарь

№ п/п	Наименование	Количество
1	Огнетушители пенные ОП-4	2 шт.
2	Огнетушители углекислотные ОУ-2	2 шт.
3	Ящик с песком емкостью 0,5 м <sup>3</sup>	1 шт.
4	Емкость с водой 250 л.	1 шт.
5	Комплект шанцевого инструмента: лопаты багры ломы топоры	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.

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

Резервуары с горючим необходимо хранить на расстоянии не ближе 50 м от буровой установки, также необходимо учитывать рельеф местности. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы, при

возникновении пожара, разлившаяся горючая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке.

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 [17, 20].

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

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

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

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

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:

- при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;
- в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;
- при введении в действие новых или переработанных правил, инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда,

которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

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

### **3.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

При проведении буровых работ буровые установки обеспечиваются контрольно-измерительной аппаратурой, средствами механизации и автоматизации, согласно существующим требованиям. Буровые площадки должны иметь соответствующие размеры для размещения оборудования и проезда транспорта. Перед началом опасных работ (перевозка вышки, ликвидация аварий и осложнений и т.д.) буровым мастером (или лицом, его заменяющим) проводится дополнительный инструктаж по безопасному ведению работ [18].

## 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА

### 4.1. Организация ремонтной службы

ОАО «Недра Кузбасса» имеет механическую мастерскую с необходимым количеством металлообрабатывающих станков, кузнечный и сварочный цех.

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

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

### 4.2. Организация энергоснабжения

Энергоснабжение буровой, а также жилых вагон-домов будет осуществляться при помощи дизельной электростанции АЭСК-40 с мощностью 40 кВт. Этот способ является самым удобным и целесообразным с экономической точки зрения, т. к. подключение к сетям ЛЭП невозможно из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Снабжение дизеля топливом будет осуществляться из ёмкости объёмом 5000 литров, с периодичностью раз в неделю. Заправка ёмкости будет производиться путём завоза дизтоплива на буровую автотранспортом ГАЗ.

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дат</b>		<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
Разраб.		Варламов А.В.		06.17	<i>Вспомогательные и подсобные цеха</i>		96	136
Руковод.		Шмурыгин В. А.		06.17				
И. о. зав. каф.		Ковалев А. В.		06.17				
						<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		

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

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

Для водоснабжения базы и буровой установки используется «водовозка» на базе автомобиля «Урал». На буровую вода завозится несколько раз в сутки и сливается в специальную емкость – зумпф объемом 9 м<sup>3</sup>, который располагается около буровой.

Для приготовления бурового раствора будем использовать глиномешалку МГ2-4. В процессе бурения закачивается буровой раствор в скважину.

### **4.4. Транспортный цех**

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

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

Перевозка буровых установок между проектными скважинами на профилях, а также проезд технологического транспорта, будет производиться, в основном, по технологическим дорогам участка «Брекчия».

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

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

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

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

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

3. Ведение ежедневного учёта выполняемых работ;

4. Передача распоряжений руководителей организации.

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

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

## 5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ БУРЕНИЯ СЕРИЙНЫМИ АЛМАЗНЫМИ КОРОНКАМИ

### 5.1. Алмазные коронки и их технические характеристики

Для бурения горных пород, сложенных чередующимися отложениями, метаформизированными более твердыми сланцами, алевролитами VI...VII категорий с пропластками песчаников VII...VIII категорий, рационально использовать коронки, армированные алмазами 100...60 шт/г. Благодаря меньшей крупности алмазов эти коронки, имеют более высокую насыщенность при одинаковом по сравнению с предыдущим вариантом общем содержании алмазов, что способствует повышению работоспособности коронок. Эта модификация получила индекс 15А3.

Конструктивная особенность коронок заключается в том, что каждый зубок матрицы образован конусообразной поверхностью и имеет в плане вид трапеции, длинное основание которой армировано по контуру крупными алмазами и служит режущей кромкой (рисунок 5.1, а). Передний угол профиля зубка равен  $75^\circ$ , задний –  $10^\circ$  (к плоскости забоя).

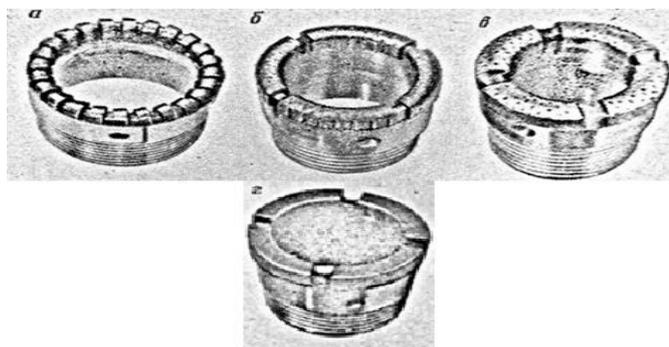


Рисунок 5.1 – Алмазные коронки:

- а – зубчатая однослойная коронка типа 15А3; б – однослойная коронка типа А4ДП (Д); в – однослойная коронка типа 14А3 с утолщенной матрицей; г – импрегнированная коронка типа И4ДП (Д)

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>	Специальная часть. Оптимизация режимов бурения серийными алмазными коронками					
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17				99	136	
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17				<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		

Техническая характеристика коронок приведена в таблице 5.1. Матрица коронки (твердостью 25...30 HRC) в вершине зуба импрегнирована мелкими алмазами зернистостью 1000...750 шт/г, которые предохраняют крупные алмазы от интенсивного износа, скола и выпадения. Число зубков в коронке увеличено. Импрегнированная мелкими алмазами часть матрицы участвует в разрушении горных пород, в частности при бурении твердых и абразивных пропластков. У зубчатого типа коронок усилено крепление матрицы к корпусу коронки. Если в коронках типа МВС-2Р матрицу приваривали практически к торцу короночного кольца, то у коронок типа 3А корпус имеет пикообразный длинный выступ, углубленный в матрицу, который служит дополнительной внутренней опорой, предохраняющей матрицу от излома или скалывания.

Таблица 5.1 – Техническая характеристика алмазных зубчатых коронок типа 15А3 (по В. А. Баюнчикову)

Типо-размер коронки	Категория по буримости	Характеристика алмазов				Общая масса алмазов в коронке, г	Число зубков в коронке
		объемных		подрезных			
		зернистость, шт/г	масса, г	зернистость, шт/г	масса, г		
1	2	3	4	5	6	7	8
15А3-59	VI-VII, реже VIII	100-50/1000-750	1,4-1,2/0,7-0,6	100...60	0,5-0,4	2,8-2,4	18
15А3-76	VI-VII, реже VIII	100-50/1000-750	1,8-1,54/1,0-0,92	100...60	0,7-0,5	3,4-2,8	24
15А3-93	VI-VII, реже VIII	100-60/1000-750	2,8-2,6/1,0	100...60	1,2-1,0	5,0-4,8	30
15А3-112	VI-VII, реже VIII	100-60/1000-750	3,4-3,2/1,2	100...60	1,4-1,2	6,0-5,6	26

*Примечания:*

*1. В числителе даны сведения для объемного слоя алмазов, в знаменателе – для импрегнированного. 2. Объемный слой – химически полированные алмазы, импрегнированный слой – дробленные; подрезные алмазы – овалированные.*

Для бурения пород VIII...X категорий по буримости созданы высокоэффективные коронки типа А4ДП (рисунок 5.1, б). В этих коронках элементами, обеспечивающими их высокую работоспособность, служат

полированные алмазы, улучшенный состав матрицы, прогрессивная технология изготовления. За счет этих элементов гарантируются высокая точность размеров и качество коронок, повышенная адгезия матричного состава к алмазам, высокая прочность и износостойкость матрицы, надежное соединение матрицы с корпусом коронки. Конструкция коронок позволяет в перспективе повысить эффективность применения мелких алмазов (300...450 шт/г) в однослойных коронках. Техническая характеристика однослойных алмазных коронок А4ДП представлена в таблице 5.2.

Коронки А4ДП показывают высокую эффективность в породах VIII...X категорий. Другой областью эффективного применения однослойных коронок являются весьма твердые породы XI...XII категорий по буримости, распространенные на железорудных месторождениях (в частности, кварциты гематито-магнетитового комплекса пород).

Таблица 5.2 – Техническая характеристика коронок А4ДП (по А. Л. Николасу)

Тип коронки	Диаметр коронки, мм		Площадь поверхности торца матрицы, см <sup>2</sup>	Характеристика алмазов			
				объемных		подрезных	
	наружный	внутренний		зернистость, шт/г	общее число алмазов	зернистость, шт/г	общее число алмазов, шт
1	2		3	4	5	6	7
А4ДП-46	46	31	12,4	250-100	180/144	250-150	36/32
А4ДП-59	59	42	17,2	100-50	176/152	100-50	44/52
				150-100	208/208	150-100	52/52
				250-150	260/236	250-150	52/56
				300-200	300/300	300-200	60/60
А4ДП-76	76	58	22,7	100-50	192	100-50	48
				150-100	216/216	150-100	54/54
А4ДП-93	93	73	31,2	100-50	320	100-50	64

*Примечания:*

*1. В коронках диаметрами 76 и 93 мм при зернистости объемных алмазов 100-50 шт/г используют алмазы, полированные химическим способом. Во всех остальных случаях можно применять объемные алмазы, полированные или механическим, или химическим способом. В числителе даны значения показателей для объемных алмазов, полированных механическим способом; в знаменателе – то же, для полированных химическим способом.*

Коронки А4ДП при бурении в малоабразивных, не затачивающих матрицу и алмазы, железистых породах высокой твердости также заполировываются после двух-трех рейсов, не получая заметного износа. Поэтому в отличие от серийных их можно доработать до рационального уровня износа в других породах, более абразивных, тем самым наиболее полно использовав ресурс (стойкость) этих коронок.

Для бурения трещиноватых пород VIII...X категорий по буримости разработана специализированная однослойная коронка типа 14А3 (АКУ) (рисунок 5.1, в), отличающаяся повышенной прочностью матрицы к вибрациям, ударным нагрузкам и другим механическим воздействиям. Коронки имеют матрицу твердостью 20...25 HRC. Алмазы в коронке уложены по радиальной схеме с дополнительным усилением внутренней кромки матрицы. Отличительными конструктивными особенностями коронки являются большая ширина торца, меньший радиус закругления торцевой поверхности и повышенная насыщенность алмазами внутренней кромки матрицы. Техническая характеристика коронок 14А3 приведена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Техническая характеристика алмазных коронок типа 14А3 для бурения трещиноватых пород

Показатели	14А3-59	14А3-76	14А3-93
1	2	3	4
Внутренний диаметр матрицы, мм	38	54	69
Толщина матрицы, мм	10,5	11,0	12,0
Радиус закругления торца матрицы, мм	7,0	7,5	8,5
Масса алмазов в г при зернистости, шт/г:			
150...100	2,88...1,92	4,14...2,76	4,96...3,30
200...150	2,2...1,6	3,96...2,48	4,52...3,26

В процессе обработки коронок 14А3 в трещиноватых породах их матрица изнашивается равномерно, что свидетельствует о рациональной раскладке алмазов. У новых коронок почти не наблюдается скола секторов, трещин в

матрице и других видов механического износа, наблюдающихся в аналогичных условиях у серийных коронок (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Распределение алмазных коронок типа 14А3 по видам износа матрицы (по П. П. Пономареву)

Вид износа матрицы коронки	Число отработанных коронок, %	
	14А3	серийные однослойные
1	2	3
Нормальный (равномерный) износ	≥40	≈15
Кольцевые канавки по кромкам матрицы	30...40	30...40
То же, по торцу матрицы	5...10	10...15
Абразивный размыв матрицы (корпуса)	10...15	15...20
Скол секторов, трещины в матрице, другие виды механического износа	≈2-3	≥30

Для бурения трещиноватых абразивных и высокоабразивных горных пород X...XI, частично XII категорий по буримости разработаны коронки И4ДП (импрегнированные с матрицей 4-го типа, изготавливаемые с горячей допрессовкой, армированные полированными алмазами, рисунок 5.1, з). Разработаны коронки следующих диаметров: 46/31; 59/42 и 76/58 мм. В качестве подрезных камней используют овализованные алмазы, подвергнутые механической полировке, зернистостью 200...150 шт/г. Объемный слой импрегнируют алмазным зерном А-80, подвергнутым химической полировке или неполированным.

Коронки И4ДП отличаются следующими конструктивными особенностями:

- 1) Насыщенность алмазов в импрегнированном слое увеличена на 25 % по сравнению с серийными коронками 02ИЗ;
- 2) При высокой износостойкости матрицы её ударная вязкость осталась на уровне вязкости матриц 02ИЗ;
- 3) Конструкция и технология соединения матрицы с корпусом коронки обеспечивают его надежность и прочность;

4) Профиль торца матрицы – прямой с радиусными закруглениями по периферии наружного и внутреннего диаметров;

5) Подрезные алмазы, подвергнутые полированию, предохраняются от скалывания твердосплавными вставками, располагаемыми в начале каждого сектора по обеим боковым поверхностям матрицы;

6) Материал матрицы, как и в коронках А4ДП, обладает повышенной адгезией к алмазу;

7) Допустимое отклонение в размерах диаметров коронок выдерживается в пределах  $\pm 0,1$  мм. В отличие от коронок А4ДП матрица импрегнированных коронок не имеет выступающих ребер для подрезных алмазов. Коронки изготавливают в графитопластовых прессформах, изготавливаемых, в свою очередь, токарной обработкой или прессованием. Импрегнированный слой создается смешиванием алмазов с шихтой отдельно для каждого сектора коронки, причем для обеспечения достаточной равномерности распределения объемных алмазов они перемешиваются дополнительно в каждом из секторов прессформы с шихтой, увлажненной этиловым спиртом или бензином [4].

Алмазные коронки для бурения комплексом ССК (рисунок 5.2) имеют утолщенную матрицу и удлиненный корпус с внутренней резьбой. Диаметр коронок: наружный – 76 мм; внутренний – 48 мм. Коронки выпускают со ступенчатой формой матрицы (рисунок 5.2, а) и зубчатой (рисунок 5.2, б). Первый тип коронок имеет матрицу твердостью 25...35 НРС. Ступенчатая матрица создает несколько плоскостей обнажения и облегчает разрушение породы. Объемные алмазы имеют выпуск около 30 % линейного размера кристаллов. Зернистость алмазов – 60...20 шт/кар. Расположение алмазов однослойное и импрегнированное. Коронки предназначены для бурения горных пород VII...X категорий по буримости [7].

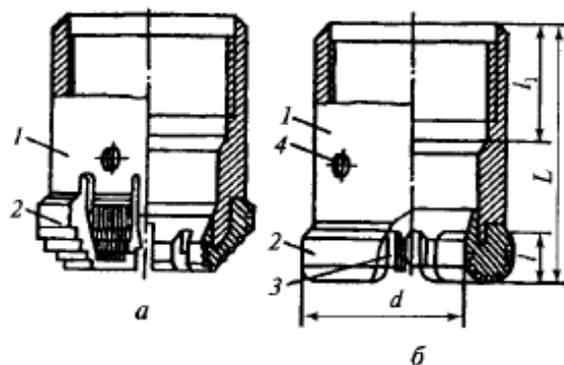


Рисунок 5.2 – Конструкция коронок для ССК-76:

*a, б* – ступенчатые и зубчатые формы матриц:

1 – корпус; 2 – матрица; 3 – промывочный клапан;

4 – отверстие под ключ

Технические характеристики алмазных коронок для ССК-76 представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Технические характеристики алмазных коронок для ССК-76

Тип коронки	Конструктивные признаки коронки	Число секторов (зубьев, резцов)	Размеры алмазов, шт/кар			Масса алмазов, кар
			объемных		под-резных	
			пилот	степени (конус)		
1	2	3	4	5	6	7
КАСК-4С	Четырехступенчатая однослойная	8	30...20	30...20	30...20	14,1...21,2
КАСК-К	Конусная однослойная	8	30...20	30...20	30...20	14,4...21,6
КАСК-3	Зубчатая с импрегнированным слоем	20	20...12 или 12...8 и 400...150	–	20...12	16,0...22,9
КАСК-Р	Резцовая	40	5...2	–	20...12	9,2...20,7

### 5.3. Оптимизация параметров режима алмазного бурения

Алмазное бурение может быть высокоэффективно только при определенном сочетании параметров режима бурения, обеспечивающих

высокую механическую скорость бурения и проходку на коронку до её износа при малом расходе алмазов на 1 м бурения.

При выборе частоты вращения алмазной коронки следует руководствоваться следующими общими положениями:

– наибольшие значения частоты вращения следует задавать при бурении неглубоких скважин (до 500 м) и монолитных и слаботрешиноватых породах коронками малого диаметра (до 59 мм) и при бурении импрегнированными коронками;

– пониженные значения частоты вращения задаются при бурении весьма твердых кварцевых ожелезненных пород типа яшм, джеспелитов, роговиков; сильнотрешиноватых, раздробленных пород, прослоев пород, значительно отличающихся по твердости; глубоких скважин (свыше 2000 м), скважин большого диаметра (76 мм и выше) и искривлённых отклонителями, а также при использовании коронок, армированных крупными алмазами (зернистость 5...10 шт/карат или крупнее, при низком выходе керна [5].

На рисунке 5.3 представлены графические зависимости механической скорости бурения импрегнированными алмазными коронками диаметром 59 и 76 мм от осевой нагрузки. Анализ этих зависимостей показывает, что механическая скорость бурения с ростом частоты вращения возрастает и имеет максимум при осевой нагрузке 2400 даН [6].

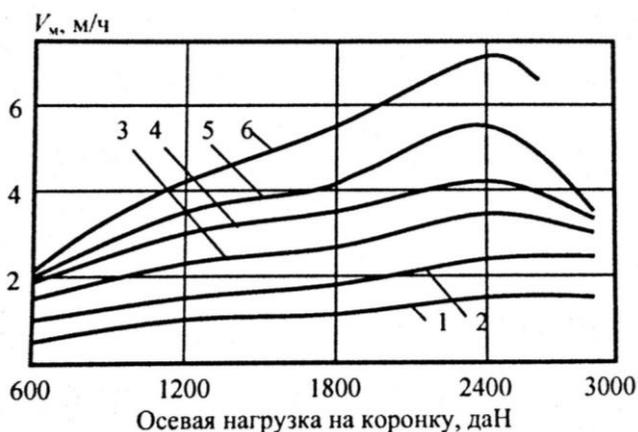


Рисунок 5.3 – График зависимости механической скорости бурения от осевой нагрузки при частоте вращения бурового инструмента: 1 – 200 мин<sup>-1</sup>; 2 – 400 мин<sup>-1</sup>; 3 – 600 мин<sup>-1</sup>; 4 – 800 мин<sup>-1</sup>; 5 – 1000 мин<sup>-1</sup>; 6 – 1200 мин<sup>-1</sup>

При повышении частоты вращения бурового инструмента уменьшается глубина внедрения алмазного резца в породу и, соответственно, глубина борозды разрушения породы. Причины этого состоят, прежде всего, в сокращении времени на развитие деформаций и снижении результирующего напряжения разрушения в породе и соответственно глубины внедрения резца в породу. В результате снижения результирующего напряжения разрушения повышается сопротивляемость породы резанию-скалыванию и раздавливанию, возрастает тангенциальное усилие резания-скалывания породы  $F_m$ , что является причиной снижения глубины внедрения резца в породу.

Установлено, что с ростом частоты вращения механическая скорость бурения возрастет, но темп прироста механической скорости бурения по мере повышения частоты вращения уменьшается при росте частоты вращения от 200 до 1200 мин<sup>-1</sup> (от 0,95...0,7 до 0,7...0,5). При этом темп приращения механической скорости бурения с ростом частоты вращения для более твердых пород ниже, чем для менее твердых горных пород [5].

Каждому значению частоты вращения соответствует определенная оптимальная осевая нагрузка на буровой инструмент, обеспечивающая максимум механической скорости бурения. При росте частоты вращения снаряда осевую нагрузку увеличивают для повышения напряжения разрушения породы, которое снижается при повышении скорости перемещения резцов коронки. При достижении критического значения частоты вращения бурового снаряда при постоянном значении осевой нагрузки на алмазную коронку снижение механической скорости бурения сопровождается интенсивным микроизнашиванием и заполированием торца алмазной коронки. Для предотвращения начинающегося процесса заполирования коронки следует несколько увеличить осевую нагрузку на инструмент, а затем вновь повысить частоту вращения и подачу очистного агента. Таким образом, путем последовательных шагов следует установить оптимальное сочетание частоты вращения и осевой нагрузки.

Рекомендованные частоты вращения и значения осевых усилий, рекомендованные ВИТР, приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Рекомендованные параметры режима бурения алмазным буровым инструментом горных пород различной твердости

Категория по буримости и твердость ГП	Зернистость объемных алмазов, шт/карат	Осевая нагрузка, даН (по данным ВИТР)	Расход воды, л/мин					
			30		50		70	
			$N_{пр},$ кВт	$\omega_{пр},$ мин <sup>-1</sup>	$N_{пр},$ кВт	$\omega_{пр},$ мин <sup>-1</sup>	$N_{пр},$ кВт	$\omega_{пр},$ мин <sup>-1</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
VI, VII – 1-2,5 ГПа	10-20	400–800	26	400–1400	33	400–1800	39	400–2100
		500–1000	24	350–1100	27	350–1250	1	350–1450
VIII, IX – 2,5-4 ГПа	20-30	600–1200	16	300–1100	20	300–1300	23	300–1500
			19	250–1050	1	250–1150	4	250–1350
	40-50	800–1300	12	200–1400	14	200–1700	16	200–2000
			13	150–1250	5	150–1400	7	150–1600
IX-XI – 4-5,5 ГПа	120-150	800–1300 1200–1700	7	450–550	8	450–650	9	450–750
			8	400–500	9	400–550	1	400–600
	150-400		11	500–600	13	500–750	15	500–850
			14	500–550	5	500–600	7	500–700
XI, XII – 5,5-7,0 ГПа	400-800	1200–2000	27	750–1300	33	750–1600	38	750–1900
			37	800–1200	1	800–1350	8	800–1600
	800-1200	1500–2300	39	800–1600	48	800–1900	56	800–2200
			55	1000–1500	1	1000–1700	0	1000–1900

Примечания:

1. В числителе значения для коронок диаметром 59, в знаменателе – 76 мм.

2. При зернистости алмазов 10...20 шт/карат предельные мощности для коронок 59 мм выше, чем для коронок 76 мм, из-за повышенного содержания объемных алмазов.

Осевые нагрузки в начале бурения новой коронкой должны быть понижены. По мере приработки коронки, увеличения зоны разрушения горной породы и зашламования забоя скважины следует повышать осевую нагрузку с одновременным повышением частоты вращения инструмента и расхода очистного агента.

Начало повышения осевой нагрузки обычно совпадает с началом падения механической скорости бурения, менее интенсивного для импрегнированного

бурового инструмента и более интенсивного для однослойного, т. к. последние содержат более крупные алмазы, для которых по мере износа площадь контакта с породой увеличивается более интенсивно. Поэтому с увеличением площади контактов объемных алмазов с породой на забое скважины следует увеличивать осевую нагрузку на алмазный инструмент: для однослойных коронок до 2...2,2 раза, для импрегнированных – до 1,3 раза [6].

Влияние осевой нагрузки на процесс разрушения горных пород при алмазном бурении наглядно представлено на рисунке 5.4, где даны зависимости механической скорости бурения и износа коронки 02ИЗ-46 от удельной нагрузки на коронку при частоте вращения 700...800 мин<sup>-1</sup>.

Анализ зависимостей показывает, что механическая скорость бурения имеет максимум, а износ – минимум при удельной нагрузке на коронку 15 Н/мм<sup>2</sup>. При дальнейшем повышении нагрузки на коронку механическая скорость бурения сначала уменьшается, а затем возрастает, что сопровождается повышением расхода алмазов. Визуальное наблюдение за характером износа резцов показало, что алмазы, работавшие при повышенных нагрузках (зона II на рисунке 5.4) имели трещины и сколы, в то время у коронок, работавших при параметрах режима бурения, соответствующих зоне I на рисунке 5.4, чрезмерного износа матрицы и разрушения алмазов не наблюдалось [5].

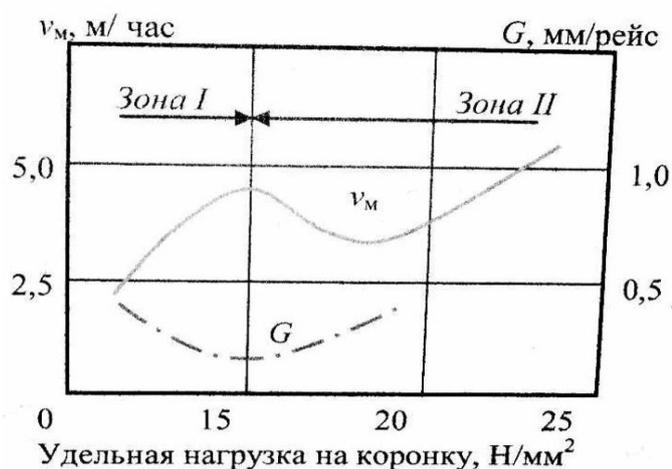


Рисунок 5.4 – Графики зависимости механической скорости бурения и износа коронки от удельной нагрузки на коронку

С целью исследования совместного влияния частоты вращения и осевой нагрузки на изнашивание инструмента построены графики (рисунок 5.5), на которых данные об износе алмазов аппроксимировались зависимостью типа  $P_{oc} * \omega = const$ .

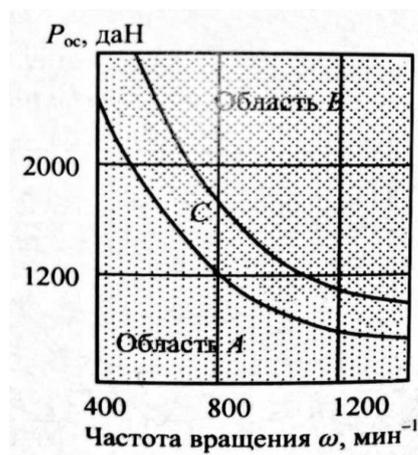


Рисунок 5.5 – График зависимости износа коронок от сочетания режимных параметров – осевого усилия и частоты вращения  $P_{oc} * \omega$

Анализ зависимости показывает, что коронки, бурение которыми осуществлено при параметрах режима бурения, находящихся в области графика A, не имеют аномального износа и, напротив, у коронок, отработка которых осуществлена в соответствии с параметрами режима бурения из области графика B, все алмазы имели видимые повреждения. В области C наблюдались коронки, получившие аномальный износ и не имеющие такового.

Сопоставление графиков рисунок 5.4 и 5.5 позволяет сделать вывод о том, что область графиков A (рисунок 5.5) соответствует сочетаниям параметров режима бурения, лежащих слева (зона I) от первого максимума зависимости механической скорости бурения от осевой нагрузки (рисунок 5.4), а область B соответствует сочетаниям параметров частоты вращения и осевой нагрузки при значениях осевой нагрузки, лежащих справа от этого максимума (зона II).

Наличие области C свидетельствует о различном качестве изготовления коронок и влиянии случайных факторов [6].

### 5.3. Расчет режимных параметров бурения на участке «Брекчия»

Расчеты были произведены на данном участке месторождения для того, чтобы выбрать оптимальные режимы бурения алмазной коронкой.

Участок «Брекчия» площадью 7,8 км<sup>2</sup> расположен в Турачакском районе Республики Алтай в 13 км от п. Артыбаш.

Бурения геологоразведочных скважин будет производиться передвижной буровой установкой УКБ4-300/500.

По приведенному разрезу (таблица 2.2) видно, что разрез имеет два однородных интервала от 0 до 12 м и от 12 до 215 м. Отбор керна осуществляется по всему разрезу месторождения.

Бурение интервала от 0 до 12 м (направление) будет производиться алмазной коронки А4ДП диаметром 93 мм. Данный интервал сложен породами VIII...IX категориями по буримости.

Интервал от 12 до 215 м будет сложен породами VIII...IX категориями по буримости. Для бурения данного интервала применим комплекс ССК-76 с алмазной коронкой КАСК-4С диаметром 76 мм и расширителем РАСК.

Технические характеристики алмазной коронки А4ДП приведены в таблице 5.2, алмазной коронки КАСК-4С приведены в таблице 5.5.

Для расчетов нам понадобятся некоторые справочные данные, которые представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Справочные данные для расчета режимных параметров бурения

Категория горных пород по буримости	Удельная нагрузка $G_y$ , кН	Окружная скорость $v$ , м/с	Расход промыв. жидкости $q$ , 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

Правильно выбранные параметры режима бурения обеспечивают достижение высоких показателей бурения: повышение механической скорости,

увеличение проходки за рейс и снижение стоимости 1 м бурения. Режимными параметрами, определяющими показатели бурения, являются: осевая нагрузка на коронку, частота вращения ПРИ и расход промывочной жидкости. Оптимальными режимными параметрами считаются такие, при которых обеспечиваются максимальные механическая скорость бурения и проходка за рейс.

Для выбранных коронок рассчитывается осевая нагрузка, частота вращения и расход промывочной жидкости.

Осевая нагрузка на коронку  $G_0$  (кН) определяется по формуле [1, с. 44]:

$$G_0 = \alpha \times G_y \times S, \quad (5.1)$$

где  $G_y$  – удельная нагрузка рабочей площади торца коронки, кН/см<sup>2</sup> (таблица 5.7);  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород (для монолитных малоабразивных пород  $\alpha = 1$ , для трещиноватых и сильноабразивных  $\alpha = 0,7 \div 0,8$ );  $S$  – рабочая площадь торца алмазной коронки (за вычетом площади промывочных каналов), см<sup>2</sup>:

$$S = \beta \times \frac{\pi}{4} \times (D_H^2 - D_B^2), \quad (5.2)$$

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки, см;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки, см;  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов,  $\beta = 0,8$ .

Частота вращения коронки  $n$  (об/мин) определяется по формуле [1, с. 44]:

$$n = \frac{20 \times v}{D_c}, \quad (5.3)$$

где  $v$  – окружная скорость вращения коронки, м/с (таблица 5.7);  $D_c$  – средний диаметр коронки, м:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2}, \quad (5.4)$$

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки, м;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки, м.

Расход промывочной жидкости  $Q$  (л/мин) определяется по формуле [1, с. 44]:

$$Q = q \times D_H \times k, \quad (5.5)$$

где  $q$  – удельный расход жидкости на 1 см диаметра коронки, л/мин (таблица 5.7);  $D_H$  – наружный диаметр коронки, см;  $k$  – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород; для монолитных и малоабразивных пород  $k = 1$ , для абразивных и сильноабразивных пород  $k = 1,3 \dots 1,4$ .

*Коронка А4ДП, интервал 0...12 м, категория пород по буримости – VIII.*

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

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

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 9,3$  см;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки,  $D_B = 7,3$  см (таблица 5.2);  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов,  $\beta = 0,8$ .

$$S = 0,8 \times \frac{\pi}{4} \times (9,3^2 - 7,3^2) = 20,8 \text{ см}^2.$$

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

$$G_0 = \alpha \times G_y \times S,$$

где  $G_y$  – удельная нагрузка рабочей площади торца коронки,  $G_y = 0,7$  кН/см<sup>2</sup> (таблица 5.7);  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород (сильноабразивных  $\alpha = 0,7 \div 0,8$ ).

$$G_0 = 0,7 \times 20,8 \times 0,8 = 11,7 \text{ кН}.$$

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

$$n = \frac{20 \times v}{D_c} = \frac{20 \times 3}{0,083} = 723 \text{ об/мин},$$

где  $v$  – окружная скорость вращения коронки,  $v = 3$  м/с (таблица 5.7);

$D_c$  – средний диаметр коронки, м:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2},$$

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 0,093$  м;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки,  $D_B = 0,073$  м (таблица 5.2).

$$D_c = \frac{0,093 + 0,073}{2} = 0,083 \text{ м}.$$

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

$$Q = q \times D_H \times k,$$

где  $q$  – удельный расход жидкости на 1 см диаметра коронки,  $q = 8$  л/мин (таблица 5.7);  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 9,3$  см (таблица 5.2);  $k$  – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород (для абразивных и сильноабразивных пород  $k = 1,3 \dots 1,4$ ).

$$Q = 8 \times 9,3 \times 1,3 = 96,7 \text{ л/мин.}$$

*Коронка КАСК-4С, интервал 12...115 м, категория пород по буримости – IX.*

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

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

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 7,6$  см;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки,  $D_B = 4,8$  см (таблица 2.7);  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов,  $\beta = 0,8$ .

$$S = 0,8 \times \frac{\pi}{4} \times (7,6^2 - 4,8^2) = 21,8 \text{ см}^2.$$

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

$$G_0 = \alpha \times G_y \times S,$$

где  $G_y$  – удельная нагрузка рабочей площади торца коронки,  $G_y = 0,75$  кН/см<sup>2</sup> (таблица 5.7);  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород (сильноабразивных  $\alpha = 0,7 \div 0,8$ ).

$$G_0 = 0,75 \times 21,8 \times 0,8 = 16,1 \text{ кН.}$$

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

$$n = \frac{20 \times v}{D_c} = \frac{20 \times 3,2}{0,062} = 1032 \text{ об/мин,}$$

где  $v$  – окружная скорость вращения коронки,  $v = 3,2$  м/с (таблица 5.7);

$D_c$  – средний диаметр коронки, м:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2},$$

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 0,076$  м;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки,  $D_B = 0,048$  м (таблица 2.7).

$$D_c = \frac{0,076 + 0,048}{2} = 0,062 \text{ м.}$$

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

$$Q = q \times D_H \times k,$$

где  $q$  – удельный расход жидкости на 1 см диаметра коронки,  $q = 8$  л/мин (таблица 5.7);  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 7,6$  см (таблица 2.7);  $k$  – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород (для абразивных и сильноабразивных пород  $k = 1,3 \dots 1,4$ ).

$$Q = 8 \times 7,6 \times 1,3 = 79,1 \text{ л/мин.}$$

*Коронка КАСК-4С, интервалы 115...117 м, 117...188 м, 188...192 м, 192...215, категория пород по буримости – VIII.*

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

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

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 7,6$  см;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки,  $D_B = 4,8$  см (таблица 2.7);  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов,  $\beta = 0,8$ .

$$S = 0,8 \times \frac{\pi}{4} \times (7,6^2 - 4,8^2) = 21,8 \text{ см}^2.$$

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

$$G_0 = \alpha \times G_y \times S,$$

где  $G_y$  – удельная нагрузка рабочей площади торца коронки,  $G_y = 0,6$  кН/см<sup>2</sup> (таблица 5.7);  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород (сильноабразивных  $\alpha = 0,7 \div 0,8$ ).

$$G_0 = 0,6 \times 21,8 \times 0,8 = 13 \text{ кН.}$$

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

$$n = \frac{20 \times v}{D_c} = \frac{20 \times 3}{0,062} = 968 \text{ об/мин,}$$

где  $v$  – окружная скорость вращения коронки,  $v = 3$  м/с (таблица 5.7);

$D_c$  – средний диаметр коронки, м:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2},$$

где  $D_H$  – наружный диаметр коронки,  $D_H = 0,076$  м;  $D_B$  – внутренний диаметр коронки,  $D_B = 0,048$  м (таблица 2.7).

$$D_c = \frac{0,076+0,048}{2} = 0,062 \text{ м.}$$

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

$$Q = q \times D_n \times k,$$

где  $q$  – удельный расход жидкости на 1 см диаметра коронки,  $q = 8$  л/мин (таблица 5.7);  $D_n$  – наружный диаметр коронки,  $D_n = 7,6$  см (таблица 2.7);

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

$$Q = 8 \times 7,6 \times 1,3 = 79,1 \text{ л/мин.}$$

Для наглядности сведем все данные в единую таблицу 5.8.

Таблица 5.8 – Сводная таблица режимных параметров бурения скважины алмазным ПРИ

№ п/п	Интервал, м	Категория по буримости	Тип ПРИ	Диаметр коронки $D_n$ , мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
					удельная $G_y$	расчетная $G_p$	уточненная $G_o$	окружная $V$ , м/с	расчетная $n$ , об/мин	уточненная $n$ , об/мин	$q_T$ , л/мин ea 1 см $D_n$	расчетная $Q$	уточненная $Q$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0...12	Туфы, VIII	А4ДП	93	0,7	11,7	12	3	723	710	8	96,7	88
2	12...115	Туфогра-велит, туфо-брекчии полимик-товые, IX	КАСК-4С	76	0,75	16,1	16	3,2	1032	1100	8	79,1	88
3	115...117	Брекчии экспло-зивные, VIII	КАСК-4С	76	0,6	13	13	3	968	1100	8	79,1	88
4	117...188	Брекчии полимик-товые, VIII	КАСК-4С	76	0,6	13	13	3	968	1100	8	79,1	88

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	188... 192	Брекчии экспло- зивные, VIII	КАСК-4С	76	0,6	13	13	3	968	1100	8	79,1	88
6	192... 215	Брекчии полимик- товые, VIII	КАСК-4С	76	0,6	13	13	3	968	1100	8	79,1	88

Исходя из таблицы 5.8, видно, что оптимальной частотой вращения алмазной коронки будет максимальная частота вращения 1100 об/мин, при которой:

- мощность буровой установки и прочность колонны достаточны, чтобы обеспечить бурение на оптимальной нагрузке на коронку;
- обеспечивается требуемый выход керна;
- обеспечивается минимальный расход алмазов на 1 м бурения.

По полученным расчетам строим график (рисунок 5.6), который отражает влияние частоты вращения и осевой нагрузки на темп прироста механической скорости бурения в сопоставлении с ростом частоты вращения бурового инструмента.

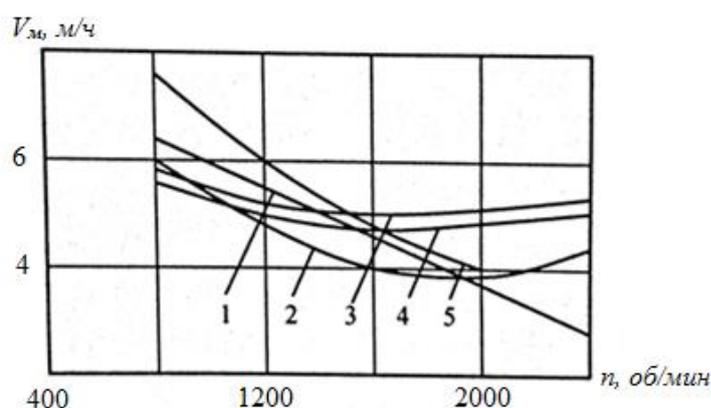


Рисунок 5.6 – График зависимости отношения темпа прироста механической скорости бурения  $V_m$  к темпу прироста частоты вращения бурового инструмента от частоты вращения  $n$  при значениях осевой нагрузки на инструмент: 1 – 4 кН; 2 – 8 кН; 3 – 12 кН; 4 – 16 кН; 5 – 20 кН

Полученные графики показывают, что темп прироста механической скорости бурения с ростом частоты вращения минимален при наименьшей (4 кН) и наибольшей (20 кН) осевых нагрузках.

В первом случае, очевидно, осевая нагрузка (4 кН) недостаточна для объемного разрушения породы, а во втором – нагрузка чрезмерна (8 кН), что привело к зашламованию забоя.

При осевых нагрузках 12 кН и 16 кН и частоте вращения 710 об/мин темп роста механической скорости бурения начинает опережать темп роста частоты вращения. Именно эти параметры режима бурения, а именно осевая нагрузка 12...16 кН и частота вращения 710...1100 об/мин в данном случае являются оптимальными. Эти режимы бурения соответствуют оптимальным условиям объемного разрушения породы, при котором важны оба основных параметра режима бурения.

Каждому значению частоты вращения соответствует определенная оптимальная осевая нагрузка на буровой инструмент, обеспечивающая максимум механической скорости бурения. При росте частоты вращения снаряда осевую нагрузку увеличивают для повышения напряжения разрушения породы, которое снижается при повышении скорости перемещения резцов коронки. При достижении критического значения частоты вращения бурового снаряда при постоянном значении осевой нагрузки на алмазную коронку снижение механической скорости бурения сопровождается интенсивным микрознашиванием и заполированием торца алмазной коронки. Для предотвращения начинающегося процесса заполирования коронки требуется несколько увеличить осевую нагрузку на инструмент, а затем вновь повысить частоту вращения и подачу очистного агента.

Алмазные коронки А4ДП и КАСК-4С более подходят по техническим характеристикам к приведенному разрезу. Бурение этими коронками наиболее эффективнее, чем другими алмазными коронками.

## 6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

ООО «Недра Кузбасс» находится в п. Елань Новокузнецкого района Кемеровская область.

Вышестоящая организация – Министерство природных ресурсов РФ.

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

Форма собственности организации – федеральная собственность.

Предприятие имеет современные отечественные и зарубежные буровые станки и установки, способные выполнить бурение скважин различного назначения в любых горно-геологических и климатических условиях. Располагает серией буровых станков шведской фирмы «Atlas Copco» – мирового лидера в производстве горного и геологоразведочного оборудования, другим буровым и вспомогательным оборудованием. Предприятие имеет возможность выполнить разведку твердых полезных ископаемых, подземных вод, создать сеть наблюдательных скважин для мониторинга, пробурить технические скважины различного назначения.

Данное буровое предприятие располагает следующим буровым оборудованием: Diames-262, Diames-282, Explorac R-50, JKS Boyles B-40 («Atlas Copco», Швеция), УКБ4-300/500, УКБ-4СА, ПБУ-800.

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дат</b>		<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
Разраб.		Варламов А.В.		06.17	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>			
Руковод.		Шмурыгин В. А.		06.17			119	136
Консульт.		Кочеткова О. П.		06.17		<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		
И. о. зав. каф.		Ковалев А. В.		06.17				

## 6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

### 6.2.1. Технический план

В таблице 6.1 приведены виды и объемы работ, предусмотренных проектом.

Таблица 6.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	2	3	4
1	<i>1. Подготовительный период и проектирование</i>		
2	<i>1.1. Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований</i>		
3	Сбор информации посредством выписки текста	100 стр.	28
4	То же, посредством выписки таблиц	100 стр.	7
5	То же, посредством выборки чертежей для сканирования	100 черт.	1,5
6	<i>1.2. Составление предварительных графических материалов</i>		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:5000	чертеж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:5000	чертеж	1
9	Составление текстовой части проекта на геологические работы	проект	2
10	<i>2. Полевые работы</i>		
11	<i>2.1. Буровые работы</i>		
12	Бурение передвижной буровой установкой УКБ4-300/500 с применением ССК-76	п. м	5755
13	<i>2.2. Опробование</i>		
14	Отбор керновых проб из керна скважин	пог. м	4069
15	Обработка керновых проб	проб	4069
16	<i>2.3. Геофизические исследования</i>		
17	Геофизические исследования в скважинах (два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия)	пог. м	5755

## 6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

### Проектно-сметные работы

Расчет затрат времени на проведение проектно-сметных работ приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расчет затрат времени на проектно-сметные работы

№ п/п	Вид работ	Ед. изм.	Объем	Нормат. документ	Затраты времени, смен	
					На ед.	На объем
1	2	3	4	5	6	7
1	Сбор информации посредством выписки текста	100 стр.	28	ССН-1-1 табл. 17	1,08	30,24
2	То же, посредством выписки таблиц	100 стр.	7	-/-	1,19	8,33
3	То же, посредством выборки чертежей для сканирования	100 черт.	1,5	-/-	0,22	0,33
4	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:5000	2,8 дм2	1	ССН-1-2 табл. 16	1,85	1,73
5	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:5000	2,8 дм2	1	-/-	1,85	1,73
6	Составление текстовой части проекта на геологические работы	проект	2	Опыт работ	4	8
	Итого					50,36

Определение продолжительности работ определяется по формуле:

$$T_{\text{пр}} = (\text{всего смен}/n)/25,4, \text{ месяц} \quad (6.1)$$

где  $n$  – количество человек, занятых на проведение работ ( $n = 3$ ); 25,4 – количество рабочих смен в месяц при односменной работе.

Определение продолжительности проектно-сметных работ:

$$T_{\text{пр}} = \frac{50,36}{3} = 0,66 \text{ месяц.}$$

Срок выполнения задания 1 месяц. Расчетное время выполнения 0,66 мес.

Резерв выполнения задания – 0,33 мес.

### Буровые работы

Расчет затрат времени на бурение скважин буровой установкой УКБ4-300/500 рассчитывается с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Объем бурения – 5755 пог. м, количество скважин – 55.

Таблица 6.3 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины стационарной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объём, ст-см.
1	2	3	4	5	6	7	8
55 скважин							
1	VIII	93	495	0,18	ССН 93, т.5	1,1	98,01
2	IX	76	4405	0,17	ССН 93, т.5	1,1	823,74
3	VIII	76	48	0,16	ССН 93, т.5	1,1	8,45
4	VIII	76	768	0,16	ССН 93, т.5	1,1	135,17
5	VIII	76	8	0,16	ССН 93, т.5	1,1	1,41
6	VIII	76	31	0,17	ССН 93, т.5	1,1	5,8
Итого:							$\Sigma = 1072,58$ ст-см.

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

Затраты времени на бурение всего объема скважин (55 скв.)  $N_{бур} = 1072,58$  ст-см.

Расчёт затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровых установок:

$$N_{м-д} = H_{м-д} \cdot n, \quad (6.2)$$

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

$$N_{м-д} = 0,65 \cdot 55 = 35,75 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

– промывка

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{пром}} \cdot n, \quad (6.3)$$

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

$$N_{\text{всп}} = 0,07 \cdot 55 = 3,85;$$

– крепление скважин обсадными трубами

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{обс}} \cdot n, \quad (6.4)$$

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

$$N_{\text{всп}} = 0,008 \cdot 55 \cdot 75 = 33 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{\text{ппр}} = \frac{N_{\text{бур}}}{103} \cdot 4; \quad (6.5)$$

$$N_{\text{ппр}} = \frac{1072,58}{103} \cdot 4 = 41,65 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах:

– каротаж

$$N_{\text{кар}} = H_{\text{общ}} \cdot H_{\text{кар}}, \quad (6.6)$$

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

$$N_{\text{кар}} = 5755 \cdot 4,96/1000 = 28,54 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{бур}} + N_{\text{м-д}} + N_{\text{всп}} + N_{\text{ппр}} + N_{\text{кар}}; \quad (6.7)$$

$$N_{\text{общ}} = 1072,58 + 35,75 + 3,85 + 33 + 41,65 + 28,54 = 1215,37 \text{ ст-см.}$$

*Отбор и обработка проб*

Объем работ – 4069 проб (пог. м), категория пород – VIII.

Затраты времени на отбор керновых проб машинный, категория пород –

VIII (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, измеритель – 100 м керна) составят  $\frac{4069}{100} \times$

2,44 = 97,65 смен или 1,65 мес.

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

- геолог 2 категории –  $0,1 \times 97,65 = 3,24$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 97,65 = 97,65$  чел/дн;
- рабочий 3 разряда –  $1 \times 97,65 = 97,65$  чел/дн.

Обработка проб из керна буровых скважин. Объем работ – 4069 проб (пог. м), масса пробы 2...5 кг, категория пород – VIII.

Затраты времени на обработку керновых проб машинно-ручной способ, категория пород VIII (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 46, измеритель 100 проб) составят  $\frac{4069}{100} \times 2,56 = 104,16$  смен или 1,7 мес.

Затраты труда (ССН, вып. 1, ч. 5, табл. 47) составят:

- геолог 2 категории –  $0,03 \times 104,16 = 3,12$  чел/дн;
- техник 2 категории –  $0,33 \times 104,16 = 34,37$  чел/дн;
- дробильщик –  $1 \times 104,16 = 104,16$  чел/дн.

*Геофизические исследования в скважинах (два зонда КС, ГК-ГТК, кавернометрия)*

Объем работ – 5755 м.

Затраты времени (согласно ССН-93, ч. 5, табл. 14) составят  $\frac{5755}{1000} \times 4,96 = 28,54$  смен.

Затраты труда (ССН-93, ч. 5, табл. 21) составят:

- каротажник IV разряда –  $1 \times 28,54 = 28,54$  чел/дн;
- машинист подъемника каротажной станции V разряда –  $1 \times 28,54 = 28,54$  чел/дн;
- рабочий III разряда –  $1 \times 28,54 = 28,54$  чел/дн.

### **6.2.3. Расчет производительности труда на бурение скважин**

Расчёт фактической коммерческой скорости:

$$P_{мес} = (Q / N_{общ}) \cdot 60, \quad (6.8)$$

где  $P_{мес}$  – производительность труда буровой бригады за месяц;  $Q$  – объем бурения, м;  $N_{общ}$  – общие затраты времени; 60 – количество ст-см. в месяце при работе буровой в две смены.

$$P_{мес} = (5755 / 1215,37) \cdot 60 = 284,11 \text{ м/мес.}$$

Планируемое время ( $T_{пл}$ ) для выполнения работ целым количеством бригад (отрядов) рассчитывается по формуле:

$$T_{пл} = Q / (P_{мес} \cdot n_{бр}); \quad (6.9)$$

где  $P_{мес}$  – производительность труда буровой бригады за месяц;  $Q$  – объем бурения, м;  $n_{бр}$  – количество буровых установок ( $n_{бр} = 4$ ).

$$T_{пл} = 5755 / (284,11 \cdot 4) = 5,06 \text{ мес.}$$

Срок выполнения задания 5 месяцев. Расчетное время выполнения – 5,06 мес. Резерв времени – 2,3 мес.

### 6.3. Планирование и организация работ

#### 6.3.1. Планирование и расчет фондов по статьям затрат

При определении сметной стоимости по видам геологоразведочных работ используется СНОР-93. Сметная стоимость работ, не предусмотренных справочником, определяется по сметно-финансовым расчетам (СФР).

Поправочные коэффициенты:

- к расходам на заработную плату и социальный налог – 1,15;
- к расходам на материалы и амортизацию – 1,2.

Таблица 6.4 – Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5)

№	Статьи основных расходов	Чистое бурение $Q = 5755 \text{ м.};$ $N_{бур} = 1072,58 \text{ ст-см.}$		Монтаж-демонтаж $N_{м-д} = 35,75 \text{ ст-см.}$		Вспомогательные работы $N_{всп} = 33 \text{ ст-см.}$	
		По СНОР	С учетом $K_{зн}$	По СНОР	С учетом $K_{зн}$	По СНОР	С учетом $K_{зн}$
1	2	4	5	6	7	8	9
1	Основная заработная плата	2526	2905	3446	3963	2526	2905
2	Единый социальный налог	985	1133	1351	1554	985	1133

1	2	4	5	6	7	8	9
3	Материалы	9090	10453	11999	13799	4545	5227
4	Амортизация	1033	1188	2847	3274	1033	1188
	Итого на расчётную единицу, руб./ст-см		15679		22590		10453
	Итого основных расходов на объём, руб.		16816981,8		807592,5		344949

### 6.3.2. Организационная структура подразделения

Производственная структура партии – цеховая, поскольку данное предприятие имеет постоянные и сезонные объемы работ.



Рисунок 6.1 – Организационная структура ООО «Недра Кузбасс»

Цеховая структура предполагает, что цели и задачи, поставленные перед предприятием в целом, выполняются специализированными подразделениями – цехами.

Цеховая организация производства может быть совмещена с линейно-функциональным управлением. В таком случае цехом руководит начальник соответствующего отдела или главный (ведущий) специалист предприятия.

Основные преимущества данной структуры – более полное использование знаний персонала, высокий уровень специализации и концентрации производства, что приводит к глубокой проработке и

обоснованию технологических процессов и методики проведения ГРР, обеспечивает высокое качество работ на основе применения системы заказчик – подрядчик и взаимную экономическую ответственность за выполнение порученных работ.

При данной организационной структуре уменьшается срок выполнения работ, так как все виды работ, связанных с ремонтом оборудования, геофизическими и геологическими исследованиями.

### 6.3.3. Календарный план

Работы будут выполняться согласно календарному плану, представленному в таблице 6.5. Начало работ планируется на 1 апреля 2018 года. Окончание – на 20 ноября 2018 года. При своевременном и качественном выполнении работ рабочим выплачиваются премии.

Таблица 6.5 – Календарный план выполнения работ

№	Виды работ	Исходная информация		Месяц							
		Время	Кол-во бригад (чел.)	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
1	Организация буровых работ	30 дн.	3 чел.								
2	Транспортировка	5 дн.	6 чел.								
4	Буровые работы, монтаж-демонтаж, вспомогательные работы, отбор керновых проб	185 дн.	1 бриг. 4 чел.								
5	Ликвидация скважин	10 дн.	6 чел								

Отбор керновых проб будет производиться совместно с буровыми работами.

#### **6.3.4. Организация производства по видам работ**

##### *Организация работы вспомогательных цехов*

На территории базы ООО «Недра Кузбасс» располагаются: офисы, гаражи, стоянка для буровых установок и складские помещения.

Планово-предупредительные ремонты (ППР) производятся в дни простоя, когда отсутствуют заказы. При сооружении скважин по проектам ППР проводится перед началом, и после выполнения работ.

##### *Режим труда и отдыха*

Продолжительность рабочей недели, режим рабочего времени и отдыха определяется правилами внутреннего трудового распорядка, графиками сменности, утверждаемыми работодателем с учетом мнения профсоюзного органа, а также с учетом специфики работы.

Для обеспечения непрерывного технологического процесса бурения скважин, проведения опытных гидрогеологических и геофизических исследований и комплекса сопутствующих работ на предприятии используется вахтовый метод.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Для отдельных работников устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени, а также по соглашению работника и работодателя неполный рабочий день или неполная рабочая неделя, кроме случаев, предусмотренных действующим законодательством.

Работа за пределами нормальной продолжительности рабочего времени производится как по инициативе работника (совместительство), так и по инициативе работодателя, (сверхурочные работы) в порядке, предусмотренным действующим законодательством.

Привлечение к сверхурочным работам в выходные и праздничные дни производится работодателем с письменного согласия работника и с учетом мнения профсоюзного органа, кроме случаев, предусмотренных Трудовым кодексом по письменному распоряжению работодателя.

Сверхурочные работы не должны превышать 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год. Работы ведутся только в дневное время.

По распоряжению работодателя, в случае производственной необходимости, работники эпизодически могут привлекаться к выполнению своих трудовых функций за пределами нормальной продолжительности рабочего времени.

Продолжительность работ (смен) накануне праздничных дней уменьшается на 1 час.

В течение ежедневной работ (смены) работникам предоставляется перерыв для отдыха и питания в соответствии утвержденным распорядком дня, который используется по своему усмотрению и в рабочее время не включается.

На непрерывно действующих производствах и отдельных видах работ, где по условиям производства (работы) невозможно сокращение продолжительности ежедневной работы (смены) в ночное время, переработка компенсируется предоставлением дополнительного времени отдыха или с согласия работника, с оплатой по нормам, установленных для сверхурочных работ.

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется работникам продолжительностью 28 календарных дней.

Очередность предоставления ежегодных отпусков определяется графиком, утвержденным работодателем с учетом мнения профсоюзного органа и утвержденного не позднее, чем за 2 недели до истечения календарного года.

Отдельным категориям работников, помимо гарантированного законодательством, предоставляется преимущественное право предоставления отпуска в летнее или другое удобное для них время:

- работникам, имеющим 2-х и более детей в возрасте до 14 лет;
- работникам, имеющим ребенка-инвалида.

Супругам, работающим в одной организации, предоставляется право одновременного ухода в отпуск.

Если один из них имеет отпуск большей продолжительности, то другой может взять соответствующее число дней отпуска без сохранения заработной платы.

Дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется:

- работникам с ненормированным рабочим днем;
- за работу с вредными и тяжелыми условиями труда.

Ежегодный минимальный и дополнительный отпуска суммируются, и по желанию работника с согласия руководителя организации могут предоставляться по частям в течение рабочего года.

Для решения неотложных социально-бытовых вопросов, связанных с охраной здоровья, выполнением родственного долга и по другим уважительным причинам по личному письменному заявлению с разрешения руководства организации предоставляются краткосрочные отпуска без сохранения заработной платы, кроме случаев, предусмотренных Трудовым кодексом.

#### *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.

С целью повышения стимулирующего значения фонда материального поощрения его размер и методика образования поставлены в зависимость от показателей основной деятельности геологических организаций. Показатели, определяющие размер фонда материального поощрения, называются фондообразующими.

Стимулирование труда влияет, прежде всего:

- на сроки выполнения работ;
- на производительность труда;
- на качество труда;
- на снижение затрат;
- на рост квалификации кадров и, в конечном счете, на увеличение прибыли геологоразведочного предприятия.

В производственных геологических организациях применяются следующие виды премирования:

- текущее;
- за годовые итоги деятельности организации;
- за выполнение особо важных заданий;
- за получение положительных геологических результатов;
- за завершение геологического задания.

Все виды премирования производятся за счёт средств фонда материального поощрения, образуемого из прибыли. На текущее премирование направляется часть средств из ФЗП.

## 6.4. Расчет сметной стоимости

### 6.4.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ-1)

Таблица 6.6 – Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем работ	Единичная сметная расценка, руб.	Сметная стоимость объема работ, руб.
1	2	3	4	5	6
	<b>Основные расходы</b>				<b>23265518,4</b>
	<b>А. Собственно геологоразведочные работы:</b>				<b>19409049,9</b>
	1. Проектно-сметные работы				53251,31
	2. Полевые работы:		$\sum_{бр}$		18364135,3
	- буровые работы	ст-см	5755	15679	16816981,8
	- монтаж и демонтаж буровой установки	уст.	35,75	22590	807592,5
	- каротаж	м	5755	9385	54012
<b>I</b>	- керновое опробование	м	4069	8370	340600
	- вспомогательные работы	ст-см	33	10453	344949
	3. Организация полевых работ	%	$3 \cdot \sum_{бр}$		550924,1
	4. Ликвидация полевых работ	%	$2,4 \cdot \sum_{бр}$		440739,2
	<b>Б. Сопутствующие работы и затраты</b>				<b>3856468,5</b>
	1. Транспортировка грузов	%	$15 \cdot \sum_{бр}$		2754620,3
	2. Строительство временных зданий	%	$3 \cdot \sum_{бр}$		550924,1
	3. Транспортировка бригад на участок работ	%	$3 \cdot \sum_{бр}$		550924,1
<b>II</b>	<b>Накладные расходы</b>	%	$30 \cdot \sum_I$		<b>6979655,52</b>
<b>III</b>	<b>Плановые накопления</b>	%	$30 \cdot \sum_{I+II}$		<b>9073552,18</b>
<b>IV</b>	<b>Компенсированные затраты:</b>				<b>1402931,1</b>
	1. полевое довольствие	%	$3 \cdot \sum_I$		<b>697965,55</b>
	2. премии рабочим	%	$3 \cdot \sum_I$		<b>697965,55</b>
	3. консультации специалистов				<b>4000</b>
	4. рецензия отчета				<b>3000</b>
<b>V</b>	<b>Подрядные работы:</b>				<b>30000</b>
	1. геолого-экологическое обследование территории				<b>20000</b>
	2. топографо-геодезические работы				<b>10000</b>

Продолжение таблицы 6.6

1	2	3	4	5	6
<b>VI</b>	<b>Резерв</b>	%	$3 \cdot \Sigma_1$		<b>697965,55</b>
<b>Всего по объекту</b>					<b>41449622,75</b>
<b>НДС – 18%</b>					<b>7460932,1</b>
<b>Всего по объекту</b>					<b>48910554,85</b>

**6.4.2 Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ**

Таблица 6.7 – Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы

№ п/п	Вид расходов	Единицы измерения	Количество	Дневная ставка	Сметная стоимость в рублях
1	2	3	4	5	6
1	Старший инженер-геолог	чел-дн	20	689	13780
2	Инженер-геолог	чел-дн	20	476	9520
3	Техник-геолог	чел-дн	14	421	5894
4	Итого основная заработная плата				29194
5	С районным коэффициентом (1,15%)				33573,1
6	Дополнительная заработная плата (7,9%)				2652,28
7	Итого с дополнительной заработной платой				36225,38
8	Отчисление на социальное страхование (27%)				9780,85
9	Затраты на материалы (5%)				1811,27
10	Затраты на услуги (15%)				5433,81
	<b>Всего основных расходов</b>				<b>53251,31</b>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнено создание проекта сооружения скважин при проведении разведочных работ на участке «Брекчия» (Турачакский район, Республика Алтай).

В геологическом разделе произведено описание расположения проектируемых скважин, стратиграфический разрез, произведены подсчеты запасов полезного ископаемого.

В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, произведен выбор технологии и техники для строительства скважин на участке «Брекчия». В работе представлено полное описание выбранной буровой установки УКБ4-300/500 и используемого бурового оборудования, а также выполнены расчеты режимных параметров бурения. Произведены все проверочные расчеты выбранного бурового оборудования.

В разделе социальной ответственности приведены – анализ вредных и опасных производственных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению.

В специальной части проекта произведен выбор оптимальных режимов бурения алмазными коронками А4ДП и КАСК-4С.

					<b>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</b>		
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дат</b>	<b>Заключение</b>		
<b>Разраб.</b>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17			
<b>Руковод.</b>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17			
<b>И. о. зав. каф.</b>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17			
					<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
						134	136
					<b>ТПУ ИПР гр. 222В</b>		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
- 2) Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие по курсовому проектированию / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 246 с.
- 3) Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: учебное пособие / С. С. Сулакшин; – Томск: Издательство НТЛ, 2000. – 284 с.
- 4) Техника и технология высокоскоростного бурения / Г. А. Блинов, Л. Г. Буркин, О. А. Володин и др. М., Недра, 1982. – 408 с.
- 5) Проектирование скважин на твердые полезные ископаемые: Учеб. пособие / В. В. Нескоромных. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 327 с.
- 6) Оптимизация в геологоразведочном производстве: учебник / В. В. Нескоромных, В. Г. Храменков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 256 с.
- 7) 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.
- 8) ГОСТ 12.1.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 9) ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.

					<i>ДП-2069305-21.05.03-БС-3110-2017-01</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Варламов А.В.</i>		06.17			
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В. А.</i>		06.17			
<i>И. о. зав. каф.</i>		<i>Ковалев А. В.</i>		06.17			
					<i>Список литературы</i>		
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						135	136
					<i>ТПУ ИПР гр. 222В</i>		

- 10) СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1996.
- 11) ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 12) ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 13) СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
- 14) ГОСТ 12.1.030-81: Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
- 15) СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
- 16) ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 17) Белов С.В., А.В. Ильницкой А.В., Морозова Л.Л., Павлихин Г.П., Якубович Д.М., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. МГТУ им. Н.Э. Баумана.
- 18) ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
- 19) ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
- 20) ГОСТ 12.4.221-2002. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования.
- 21) Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ ГРР 2005 г.