

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность – 21.05.03 «Технология геологической разведки»
Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых
Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Технология и техника сооружения разведочных скважин при разведке полиметаллического месторождения "Шалкия" (Республика Казахстан, Кзылординский район)

УДК 550.822.7.622.24:553.3'3/9(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Скрипкин Дмитрий Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геолого-методическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Тимофей Васильевич	к.г.-м.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

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

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович	-		

СОГЛАСОВАНО:

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

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность – 21.05.03. «Технология геологической разведки»
Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Скрипкин Дмитрий Дмитриевич

Тема работы:

Технология и техника сооружения разведочных скважин при разведке полиметаллического месторождения Шаклия (Республика Казахстан, Кызылординский район)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Еланское месторождение медно-никелевых руд
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цеха. 3. Экспериментальная буровая установка ZBO S15.
Перечень графического материала	1. Геологическая карта. 2. Геологический разрез. 3. Геолого-технический наряд. 4. Схема размещения бурового оборудования.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Тимофей Васильевич,
Социальная ответственность	Задорожная Татьяна Анатольевна.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая Ольга Вячеславовна.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович	–		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Скрипкин Дмитрий Дмитриевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Скрипкину Дмитрию Дмитриевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Полевые работы на разведочной стадии геологоразведочных работ. Сооружение разведочных скважин при разведке полиметаллического месторождения «Шалкия», Казахстан, Кызылординский район.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><i>Вредные факторы:</i> – Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. – Недостаточная освещенность рабочей зоны. – Повреждения в результате контакта с насекомыми. – Повышенный уровень шума и вибраций. <i>Опасные факторы:</i> – Движущиеся машины и механизмы различного оборудования. – Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб. – Поражение электрическим током. Мероприятия производственной безопасности.</p>
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p>– Уничтожение и повреждение почвенного слоя. – Загрязнение почвы. – Уничтожение растительности. – Загрязнение подземных вод. Мероприятия экологической безопасности.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Одной из самых вероятных ЧС являются пожары. Мероприятия противопожарной безопасности.</p>

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> – Специальные правовые нормы трудового законодательства. – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
---	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Скрипкин Дмитрий Дмитриевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Скрипкину Дмитрию Дмитриевичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Специалитет	Специальность	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. СНН-92, СНН-93, Форма СМ6 сметно-финансовый расчет
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 инженерных решений (ИР)	Свод видов и объемов геологоразведочных работ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Сформировать календарный план выполнения работ
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая Ольга Вячаславовна	К.Э.Н., ДОЦЕНТ		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Скрипкин Д.Д.		

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	11
REPORT	12
ВВЕДЕНИЕ	13
Термины и сокращения	14
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	16
1.1. Географо-экономические условия проведения работ	16
1.1.1. Административное положение объекта работ	16
1.1.2. Рельеф	17
1.1.3. Климат	17
1.1.4. Растительность. Животный мир	18
1.1.5. Гидросеть	18
1.1.6. Пути сообщения	19
1.1.7. Коэффициенты, определяемые условиями проведения работ	20
1.2. Обзор ранее проведённых геологоразведочных работ	20
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ	22
1.3.1. Геолого-структурная характеристика	22
1.3.1.1. Стратиграфическая и литологическая характеристика района работ	22
1.3.2. Интрузивные образования	26
1.3.3. Тектоника	26
1.4. Поисковые признаки оруденения	27
1.5. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ	27
1.5.1. Топо-маркшейдерские работы	28
1.5.2. Предварительная разведка	29
1.5.3. Площадные геолого-съёмочные	30
1.5.4. Буровые работы	31
1.5.5. Инклинометрия скважин и выход керна	31
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ	32
2.1. Организация буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения	32
2.2. Выбор способов бурения скважин	32

2.3. Разработка типовых конструкций скважин.....	33
2.3.1. Методика проектирования конструкции разведочных скважин на твердые полезные ископаемые	34
2.3.2. Определение конечного диаметра скважин	36
2.3.3. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению	38
2.4. Выбор буровой установки.....	39
2.4.1. Буровой насос W1122	42
2.4.2. Выбор бурильных труб.....	43
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения.....	46
2.5.1. Проходка горных пород.....	46
2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому.....	50
2.5.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения	52
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин	55
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования	56
2.7.1. Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка	56
2.7.2. Расчет мощности привода насоса.....	60
2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты	62
2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность.....	66
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин.....	70
2.9. Выбор источника энергии	74
2.10. Механизация спуско-подъемных операций	75
2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры	75
2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования	76
2.13. Ликвидация скважин.....	77
3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	78
3.1. Введение.....	78
3.2. Производственная безопасность	78

3.2.1. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	80
3.2.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	89
3.3. Экологическая безопасность.....	93
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	97
3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	99
3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	99
3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	100
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ.....	101
4.1. Организация ремонтной службы.....	101
4.2. Организация энергоснабжения	102
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов.....	102
4.4. Транспортный цех	103
4.5. Связь и диспетчерская служба.....	104
5. Специальная часть, экспериментальная буровая установка ZBO S15 завода бурового оборудования	105
5.1. Буровая установка ZBO S15.....	105
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	117
6.1. Календарный план работ	117
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	118
6.2.1. Технический план геологоразведочных работ	118
6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ Подготовительные работы и проектирование	119
6.2.3. Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т. д.), продолжительности выполнения отдельных работ.....	124
6.3. Расчет сметной стоимости работ.....	125
6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат	125
6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
Список использованной литературы.....	130

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа Скрипкина Дмитрия Дмитриевича на тему «Технология и техника сооружения разведочных скважин при разведке полиметаллического месторождения «Шалкия» (Республика Казахстан, Кызылординский район)».

Выпускная квалификационная работа содержит 110 страницы, 30 таблиц, 45 рисунков, 40 источников и 6 приложений.

Цель работы: создание проекта на сооружение разведочных скважин при проведении разведочных работ на участке «Шалкия» (Республика Казахстан, Кызылординский район).

В процессе проектирования проводились: выбор бурового оборудования; внедрение новой экспериментальной буровой установки ZBO S15; 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 2010, графический материал выполнен в программе CorelDRAW X8, таблицы и диаграммы составлены программе Microsoft Office Excel 2010, презентация выполнена в программе Microsoft Office PowerPoint 2013.

REPORT

Graduation qualification work by Skripkin Dmitrii Dmitrievich on the topic "Technology and technology of construction of exploratory wells for exploration of the polymetallic deposit "Shalkiya" (Republic of Kazakhstan, Kyzylorda Region)".

Graduation qualification work contains 110 pages, 30 tables, 45 figures, 40 sources and 6 applications.

The purpose of the work: the creation of a project for the construction of exploratory wells during the exploration work on the site "Shalkiya" (Republic of Kazakhstan, Kyzylorda Region).

In the design process, the following was carried out: selection of drilling equipment; the introduction of a new experimental drilling rig ZBO S15; verification calculation of the selected equipment; calculation of mode parameters; analysis of harmful and dangerous factors in conducting geological prospecting works and measures for their prevention; selection of auxiliary equipment and organization of work; estimate and financial calculation.

Graduation qualification work was done in the text editor of Microsoft Office Word 2010, the graphic material was made in the program CorelDRAW X8, tables and diagrams were made up in Microsoft Office Excel 2010, the presentation was performed in the program Microsoft Office PowerPoint 2013.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе будет разработан проект по проведению разведочных работ на территории полиметаллического месторождения «Шалкия», с подсчетом запасов полезного ископаемого по категориям С2 и С1, а также для проведения буровых работ будет применена новая экспериментальная буровая установки ZBO S15 завода бурового оборудования.

Целью дипломного проектирования является решение конкретных задач при проведении геологоразведочных работ на месторождении «Шалкия». При этом необходимо обосновать и выбрать технические средства, технологию, методику и организацию геологоразведочных работ, которые будут использоваться при проведении разведочных работах и обеспечат максимально качественное изучение полезного ископаемого.

Термины и сокращения

Буровой насос — насос, применяемый на бурильных установках с целью обеспечения циркуляции бурового раствора в скважине. Для промывки используется высокое давление, которое создаёт этот насос. Буровой насос бывает двух и трёхцилиндровый.

Буровая установка — комплекс машин и механизмов, предназначенный для бурения, крепления скважин, а также шахтных стволов.

Геологоразведочная скважина — служит для изучения месторождений полезных ископаемых или с целью изучения геологического строения определенного района.

Инклинометрия это методика определения угла отклонения оси скважины (он образуется пересечением оси скважины и абсолютной вертикали) и азимута ее искривления по отношению к устью.

Колонковое бурение — применяют для бурения скважин преимущественно с отбором керна, т.е. в основном при разведке твердых полезных ископаемых и бурении некоторых разновидностей эксплуатационно-технических скважин, в том числе из подземных горных выработок (группы а — прямоугольной формы, г — сводчатой), залегающих в пределах возможности (целесообразности) сооружения шахт и карьеров.

Очистные агенты предназначены для очистки забоя от частиц выбуренной породы и вынос их на поверхность потоком очистного агента, охлаждать породоразрушающий инструмент в процессе бурения.

Породоразрушающий инструмент — часть колонкового набора, который непосредственно разрушает горную породу при бурении скважины.

Полезное ископаемое — это минеральное и органическое образование земной коры, химический состав и физические свойства которого позволяет эффективно использовать его в сфере материального производства

Разведочная скважина – бурится с целью оконтуривания и определения запасов полезного ископаемого на данном месторождении.

БУ – буровая установка

БТ – буровые трубы

ГКЗ – государственная комиссия по запасам полезных ископаемых

ВИТР – всесоюзный институт техники разведки

КПД – коэффициент полезного действия

ОПС – обязательное пенсионное страхование

ПРИ – породоразрушающий инструмент

ПЖ – промывочная жидкость

ССК – колонковый набор со съёмным керноприёмником

ТБСУ – трубы бурильные стальные универсальные

ЧИМ – метод частичного извлечения металлов

ЧС – чрезвычайные ситуации

1.1.2. Рельеф

На территории Кызылординской области выражен низкогорный грядово-гивистый рельеф, в районе западной оконечности Сырдарьинского Каратау сформировался грядово-увалистый рельеф.

Рельеф района месторождения в северо-восточной части территории гористый с абсолютными отметками до 400 м и относительными превышениями до 100 м. Юго-западная часть участка представляет собой слабо всхолмленную равнину с абсолютными отметками 250-300 м. Антропогенная трансформация микрорельефа в границах зоны санитарной охраны в настоящее время достигает примерно 30% от площади зоны.

1.1.3. Климат

Климат района резко континентальный и характеризуется значительными колебаниями температуры воздуха в течение суток и года. По данным метеостанции Аккум самым жарким месяцем является июль (до +40-46 °С), наиболее холодным – январь (до -30 °С). Максимум осадков приходится на март-апрель, минимум – на июль и август месяцы. Среднее многолетнее количество осадков в год составляет 183 мм. Для района характерны сухие северо-восточные и юго-западные ветры, иногда переходящие в ураганные пыльные бури, продолжающиеся несколько суток.

Среднегодовое количество осадков составляет 151 мм. Преобладающее направление ветров в зимнее время северно-восточное, северное, восточное. В летнее время характерны ветры северного и северо-восточного направлений. Штили преобладают в холодное время года. По метеорологическим показателям, потенциал загрязнения атмосферы является неблагоприятным. Кроме того, кроме самого рудника в непосредственной близости от его участка есть несколько других существенных источников выбросов и карьеров по добыче щебня. Измеряемые показатели качества воздуха соответствует требованиям РК,

но не сопоставимы с требованиями Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) из-за разницы во времени осреднения измеряемых концентраций примесей. Концентрации SO_x и NO_x не должны быть существенными из-за небольшого количества источников выбросов, но могут быть локальные превышения нормативов содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе в результате осуществляемой деятельности по дроблению горной массы на предприятиях по производству щебня.

1.1.4. Растительность. Животный мир

Растительность преимущественно степная трава и низкорослые кустарники. На территории области распространены тугайные и саксауловые леса. Тугайные леса развиваются на прирусловых валах реки Сырдарьи и прерывистой узкой лентой, имеющей ширину до 20 м. По преобладающему составу древесных растений леса бывают лоховые, ивовые, туранговые, лохово-ивовые и т.д. В настоящее время тугайные леса сильно сократились из-за усыхания Аральского моря и связанного с ним понижения уровня грунтовых вод, зарегулирования стока системой гидротехнических сооружений, забора больших объемов речных вод на орошение полей, лесных пожаров и ряда других экологических проблем современности. Отмечается усиление активности лоха.

В пустыне много хищных (лисица-корсак, волк и др.) и копытных (сайгак) животных, а также грызунов, птиц (рябки и др.), в дельте Сырдарьи акклиматизирована ондатра.

1.1.5. Гидросеть

Гидросеть района развита слабо. Все речки, ручьи маловодны и впадают в р. Сыр-Дарья. Наиболее крупными из них являются Жидели, Кельте, Акуюк и их притоки. Основными источниками питания ручьев являются родники. Наиболее многоводные из них связаны с трещинно-

карстовыми водами палеозойских пород. Воды гидрокарбонатно-магниевонатриевые с минерализацией не более 0,5 г/л.

Основным гидрогеологическим подразделением на месторождении «Шалкия» и в его районе является комплекс карбонатных пород. Водоносная зона карбонатных пород образует единичный бассейн трещинно-карстовых вод, который вытянут в широтном направлении на расстояние более 30 км в виде полосы шириной от 4,1 до 14 км. Водовмещающие породы характеризуются значительной неоднородностью по уровню водопритоков и величине напора воды.

Ближайший к месторождению водозабор «Куттыкожа» расположен в 3 км к юго-востоку от северо-западного участка месторождения и используется для промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения действующего рудника. Эксплуатационные запасы подземных вод водозабора «Куттыкожа» утверждены в количестве 4 600 м³/сутки. Основное питание бассейн получает за счёт инфильтрации атмосферных осадков на всей площади своего распространения и фильтрации поверхностного стока реки Акуюк и ручья Шалкиясай. По состоянию изученности на 1 февраля 2007 г. эксплуатационные запасы подземных вод сенонских отложений верхнего мела Шалкийского месторождения участка, водозабор Жанакорган, переутверждены для технического водоснабжения в количестве 20,7 тысяч м³/сутки на 25-ти летний срок эксплуатации.

1.1.6. Пути сообщения

У месторождения имеется собственная железная дорога протяженностью 27 км, собственные электролинии – 16 км, собственная подстанция с 2-мя трансформаторами по 40 МВт каждый, обеспеченность водой, развитая подземная инфраструктура.

1.1.7. Коэффициенты, определяемые условиями проведения работ

Районный коэффициент в Оренбургской области 1,15.

1.2. Обзор ранее проведённых геологоразведочных работ

Месторождения «Шалкия» было открыто в 1959 году Турланской ГФП «Казгеофизтреста», в результате масштабных работ по геологическому картированию региона.

В 1963 г. Каратауской ГРЭ на объекте были начаты геологоразведочные работы, целью которых была разведка месторождения и оценка размеров и качества рудных тел. В результате этих работ в 1979 г. ГКЗ СССР были утверждены геологические запасы Северо-Западного участка месторождения.

В 1981 г. головной проектный институт «Гипроцветмет» (г. Москва) разработал проект «Строительство рудника на месторождении Шалкия». Этот проект предусматривал строительство подземного рудника производительностью по добыче 3 млн. тонн в год.

Также, в период 1981-1983 гг. по результатам детальной геологоразведки, было выявлено Юго-Восточное рудное тело месторождения, по которому, в дальнейшем, были проведены работы по детальной разведке.

По окончании всех работ, была произведена оценка всего месторождения, на основании которой в 1994 г. ГКЗ РК были утверждены и поставлены на государственный баланс запасы обоих участков месторождения.

Тем временем, строительство подземного рудника «Шалкия» было начато в 1980 году. Промышленное освоение месторождения начато в 1982 году, но по экономическим причинам прекращено в 1994 году. За этот период было попутно добыто примерно 1,7 млн. тонн руды. Построенная инфраструктура предназначалась для добычи 3 млн. тонн руды в год. Более 250 млн. долл. США было вложено в Советский период в капитальное

строительство подземного рудника «Шалкия». До 1994 года были сооружены стволы шахт, пройдены подземные горные выработки, построены подъездная железная и автомобильная дороги, линия электропередачи, подстанция 220 кВт и жилой посёлок.

В 2008 году добыча была остановлена, рудник законсервирован.

25 июня 2014 года владение акциями АО «ШалкияЦинк ЛТД» перешло к АО «Самрук-Казына», после чего 11 июля 2014 года акции Общества были переданы в уставный капитал АО «Тау-Кен Самрук». В том же году компания «Outotec» осуществила обновление и доработку базового проектирования новой обогатительной фабрики. Также, с этого момента была проведена расконсервация рудника и возобновлены работы по подготовке запасов к дальнейшей отработке.

В 2015 году, в связи с переходом Республики Казахстан на международные стандарты отчетности в геологической сфере, была проведена работы по оценке ресурсов согласно стандартам кодекса JORC 2012. На основании полученных ресурсов разрабатывался отчет Feasibility Study (международный аналог традиционного технико-экономического обоснования), который был завершен в 2016 году. При этих работах были задействованы международные компании, имеющие огромный опыт.

В связи с тем, что, все существующие оценки месторождения, в силу тех или иных причин, не отражают потенциала месторождения, в 2017 году иницируются работы по разведочному колонковому бурению, целью которой будет подтверждение ресурсов и запасов месторождения, а так же выяснение геотехнических условий, с использованием лучших международных практик.

1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ

1.3.1. Геолого-структурная характеристика

Полиметаллическое месторождение Шалкия представлено протяженными пластовыми рудными телами, залегающими в пачке темно-серых массивных и слоистых доломитов, которые подстилаются известняками и перекрываются доломитовыми известняками.

Руды представляют собой пылевидную вкрапленность сульфидов в доломитах (галенита, пирита и сфалерита), текстуры руд послойно-вкрапленные, прожилково-вкрапленные, ритмично-слоистые. Цинк преобладает над свинцом, элементы-примеси представлены Cd, Ag, As и Ge. Месторождение залегает в грабен-синклинали и приурочено в области ее центриклинального замыкания к грабену, ограниченному сбросами и надвигами и осложненному сбросами. По запасам свинца и цинка месторождение очень крупное.

1.3.1.1. Стратиграфическая и литологическая характеристика района работ

Девонские отложения представлены двумя толщами, значительно отличающимися по литологическому составу. Нижняя (тюлькубашская свита) относится к нерасчлененному среднему и верхнему девону и по составу является терригенной (красно – бурые, мелко- и крупнозернистые песчанники, конгломераты – брекчии), верхняя приурочена к фаменскому ярусу верхнего девона и сложена карбонатными породами.

В разрезе карбонатных отложений выделено два горизонта: джилаганатинский и жанкурганский.

Разрез карбонатных отложений в пределах месторождения начинается с нижней (подрудной) пачки джилаганатинского горизонта. По текстурным особенностям в пределах пачки выделяется три слоя:

1. Тонкослоистый – темно-серые, микро- и тонкозернистые известняки с вкрапленностью пирита, мощность 85–140 м;

2. Слоисто-комковатый – переслаивание известняков слоистых и комковатых текстур, мощность 65–120 м;

3. Комковатый слой – доломитовые известняки комковатой текстуры, мощность 70–100 м.

Выше следует отложения верхней подрудной пачки, сложенной массивными грубослоистыми темными известняками, мощность 175 м. Отложения верхней подрудной пачки перекрываются продуктивной рудовмещающей пачкой крупно- и мелкозернистых доломитов черного цвета с большим количеством линзочек, слои кремнистых пород мощность – 70–130 м.

Условно продуктивная пачка может быть разделена на три части, причем оруденение приурочено к средней части пачки, сложенной тонким переслаиванием известняков с различным содержанием доломитовой молекулы, кремнистых пород (фтанита).

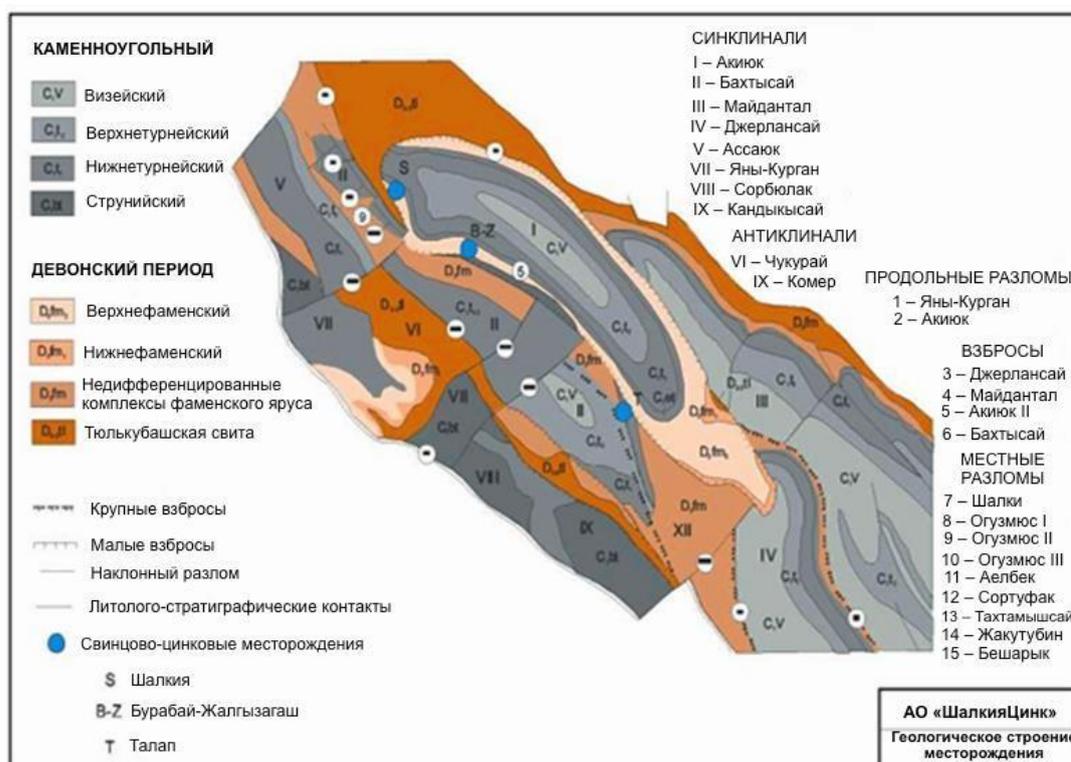


Рис. 1.2 – Геологическое строение месторождения

Месторождение сложено комплексом пород, типичным для свинцово-цинковых месторождений в карбонатных толщах. Максимальные мощности разреза карбонатной формации достигают 1400 м.

Интрузивные породы на месторождении представлены дайками слюдяных лампрофиров, близких к керсантитам. Мощность даек не превышает 2-3 м.

Все промышленно значимое стратиформное свинцово-цинковое оруденение месторождения «Шалкия» приурочено к одной рудоносной пачке средней части верхнего фамена ($D^3 fm^3b$). В отличие от подстилающих и перекрывающих отложений, представленных в основном известняками, в продуктивной пачке доломит, и кварц преобладают над кальцитом, постоянно присутствуют в заметных количествах железо, алюминий, свинец, цинк и органический углерод. В составе рудоносной пачки выделено шесть подпачек (снизу вверх):

- нижние пирит-кремнистые ритмиты, мощностью 10-30 м;
- нижние серые доломиты и известняки, мощностью 5-30 м;
- средние ритмиты продуктивные, мощностью 5-20 м;
- ритмито-доломитовые пятнистые брекчии и доломиты, мощностью 3- 15 м;
- верхние ритмиты продуктивные, мощностью 5-20 м;
- верхние темно-серые и черные доломиты, мощностью 5-30 м.

Ритмиты, являющиеся важной составной частью рудовмещающей пачки, сложены большей частью доломитами с тонко- и микрослоистыми разностями. Цвет пород от светло- до темно-серого и черного, обусловленного примесью тонкодисперсных углистых, а также глинистых и кремнистых материалов. Структура доломитов меняется от афанитовой, пелитоморфной до микрозернистой и зернистой.

Сульфидная минерализация (отдельные редкие прожилки, единичные гнездообразные скопления и вкрапленники сфалерита, галенита и пирита) выявлена практически во всех литологических разностях пород

рудовмещающей пачки; промышленное оруденение приурочено к третьей и пятой подпачкам. Минимальной рудонасыщенностью обладают первая и шестая подпачки.

Многими исследователями, изучавшими месторождение, генезис руд считается осадочно-диагенетическим. Месторождение «Шалкия» является типичным представителем стратиформных месторождений в карбонатных породах, т.е. его руды по условиям происхождения и морфологии генетически связаны с формированием вмещающих пород.

Общая протяженность месторождения – до 5 км при ширине до 1150 м. Месторождение имеет общее простирание СЗ – ЮВ с углом погружения

15- 20° (на юго-восток). По вертикали оруденение прослежено более чем на 800 м.

На месторождении выделяются Северо-Западный и Юго-Восточный участки, которые находятся один на продолжении другого по простиранию и на глубину; условная граница между участками проходит по нулевом профиле. В плане Северо-Западный участок ограничен профилем 22 на северо-западе и нулевым профилем на юго-востоке; Юго-Восточный участок в плане ограничен профилем минус 29 на юго-востоке.

На Северо-Западном участке глубина залегания рудных тел от поверхности составляет от 40-50 м до 680 м, на Юго-Восточном – от 530 м до 860 м.

На месторождении выделено два основных рудных тела: Верхнее и Нижнее. Оба рудных тела имеют пластовую форму, сопровождаются линзами.

Общими морфологическим элементом, определяющим размеры и форму Верхнего и Нижнего рудных тел, является опрокинутая синклинальная складка. Складка расчленена пострудными разломами на несколько тектонических блоков.

Размеры рудных тел Северо-Западного участка: по длине 2200–2400 м в северо-западном направлении, по ширине – до 1150 м в северо-восточном направлении, при средней вертикальной мощности 12-13,5 м.

На Юго-Восточном участке рудные тела прослежены по простиранию на 2060-3340 м, в ширину – до 890 м, средняя мощность рудных тел колеблется от 7,1 до 10,2 м.

Руды месторождения представляют свинцово-цинковый промышленный тип в углисто-кремнисто-карбонатных породах, с преобладанием цинка над свинцом. Отношение свинца к цинку колеблется от 1:2 до 1:20. Среднее содержание свинца в балансовых запасах – 1,28 %, цинка – 4,27 %.

Наибольшим распространением пользуются руды слоистой текстуры, менее развиты вкрапленные, гнездово-вкрапленные и брекчиевые.

1.3.2. Интрузивные образования

Интрузивные породы на месторождении представлены дайками слюдяных лампрофиров, близких к керсантитам. Мощность даек не превышает 2-3 м.

1.3.3. Тектоника

В структурном отношении месторождение расположено в районе наиболее осложненной части северо – западного замыкания Аккуюкской брахисинклинали. В пределах месторождения карбонатная толща фаменского яруса смята в брахискладки, рассеченные многочисленными нарушениями северо-западного, реже северо-восточного направления. Наиболее крупное из тектонических нарушений – Шалкиинский надвиг, который расчленяет участок месторождения на два тектонических блока: Северо-Западный и Юго-Восточный. Северо-Западный блок приподнят относительно Юго-Восточного не менее, чем на 400 м, вследствие этого в пределах Северо-Западного блока наблюдается наиболее глубокий

эрозионный срез. Здесь всюду обнажаются лишь отложения подрудных пачек.

1.4. Поисковые признаки оруденения

Свинцово-цинковое месторождение Шалкия является типичным представителем стратиформных месторождений. Его пространственное распространение показано на рисунке. В его геологическом строении принимают участие карбонатные образования нижнего верхнего девона, прорванные маломощными (до 3 м) дайками лампрофиров гранитодного типа, имеющими крайне незначительное распространение и немногочисленными гидротермальными жильными новообразованиями (кварцевыми жилами и зонами окварцевания) мощностью до первых метров. В зоне выветривания на месторождении выявлены гипергенно измененные (окремненные) породы брекчиевидной текстуры, приуроченные к выходам на дневную поверхность рудовмещающих образований доломито-кремнистой пачки. Эти породы имеют широкое развитие по площади и незначительное по глубине.

Оруденение локализуется в слоистых и массивных углеродисто-кремнисто-доломитовых ритмитах. Непосредственно рудовмещающей структурой является полого залегающая опрокинутая синклинальная складка, осложненная серией тектонических нарушений. Рудные тела имеют пластово-линзообразную форму и осложнены многочисленными мелкими пологими складками.

1.5. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ

Разведочные работы проводятся с целью подготовки вновь выявленных месторождений для промышленного освоения или переоценки запасов эксплуатируемых месторождений в процессе их освоения с целью расширения и укрепления МСБ действующего горного предприятия.

Методические подходы, технические средства и технология проведения разведочных работ определяются недропользователем с соблюдением норм и правил действующего законодательства в области геологического изучения недр и других условий, предусмотренных лицензией на право разведки и добычи полезного ископаемого.

Разведочные работы следует проводить в контурах, охватывающих все выявленные на месторождении рудные тела. С целью сокращения сроков на подготовку месторождения к освоению и экономии средств участки первоочередной разработки разведываются, как правило, по более высоким категориям (А и В), чем глубокие горизонты (C_1 и C_2), которые будут детализироваться уже в процессе эксплуатации.

Исключения из этого правила допускаются при разведке крупных месторождений, запасы которых обеспечивают работу предприятия на длительную перспективу. В таких случаях целесообразно разведочные работы выполнять последовательно от верхних горизонтов к нижним.

1.5.1. Топо-маркшейдерские работы

Месторождение обеспечено топоосновой масштаба 1:10000, топоосновой и фотоматериалами масштаба 1:25000 и мельче, выполненные предприятиями Роскартографии.

Площадь месторождения покрыта мензульной съемкой масштаба 1:2000 (12,5 км²). Съемка будет выполняться топопартией ПГО Южказгеология в 2018 г. в местной системе координат, сечение горизонталей через 1 м.

Привязка разведочных скважин проводилась от пунктов аналитической сети и микротриангуляции методом прямых и обратных засечек или полярным способом. Угловые измерения производились двумя круговыми приемами, теодолитами Т-30 и 2Т-5к со среднеквадратическими погрешностями не превышающими 30-ти, а линии измерялись 30-ти

метровыми стальными лентами в прямом и обратном направлениях. Расхождения в вычислении координат, определявшихся с разных пунктов, составили в плане 0,1-0,3 м. Точность аналитической привязки скважин отвечает точности графического исполнения в масштабах 1:2000 и 1:1000. Сопоставление результатов первоначальной и повторной привязки скважин приведено в таблице 1.1. Высоты скважин определялись проложением ходов технического нивелирования от пунктов микротриангуляции, нивелиром Н-З-К

Таблица 1.1 – Контроль привязки скважин

№ п/п	Номер скважин	Координаты		Расхождение в метрах		Методы определения координат
		1. Первое определение				
		2. Второе контрольное определение				
		Х	У	Х	У	
1.	Скв.652	3593,47	4710,98	-0,15	-0,02	Полярный способ
		3593,62	4711,00			Прямая засечка
2.	Скв.643	3512,40	4655,90	-0,12	+0,04	Полярный способ
		3512,52	4655,86			Прямая засечка
3.	Скв.717	3724,68	5048,53	-,016	-0,11	Прямая засечка
		3724,34	5048,64			Прямая засечка
4.	Скв.716	2376,93	5568,35	-0,07	+0,03	Прямая засечка
		2377,00	5568,32			Обратная засечка
5.	Скв.684	3494,88	5372,94	+0,04	+0,05	Обратная засечка
		3494,84	5372,89			Обратная засечка
6.	Скв.690	3677,36	5500,66	-0,01	-0,01	Прямая засечка
		3677,37	5500,67			Прямая засечка

1.5.2. Предварительная разведка

Предварительной разведкой будут установлены общие масштабы месторождения, а также будет установлено пологое залегание рудных тел. Из-за отсутствия четкого представления простирания рудных тел и в целом рудоконтролирующих структур была продолжена крестообразная система

разбуривания рудной зоны. При этом разведочные профили ориентировались по азимуту СВ-35° вкрест простирания рудных тел, а разведочные линии перпендикулярно к ним, то есть по простиранию рудных тел (вот эта особенность разведки месторождения была сохранена и на детальной стадии работ). На участке месторождения между профилями 13-21 и разведочными линиями 26-55 разведочная сеть составляла уже 80-160 м, частично 80x80 м. Остальная часть месторождения была разведана по сети 160x160, 160x200 и 160x320 м.

Предварительная разведка позволит решить следующие задачи:

- оценить запасы промышленных свинцово-цинковых руд по категории C_1 и C_2 ;
- изучить геолого-структурные особенности, морфологию рудных тел, характер оруденения и вещественный состав руд, гидрогеологическое и горно-технические условия и др.

1.5.3. Площадные геолого-съёмочные

Геологическая съёмка масштаба 1:10000 будет проводиться на топооснове соответствующего масштаба с инструментальной привязкой геологических наблюдений в пределах открытой и частично закрытой площади. Наблюдения проводятся по профилям, приложенным через 200 м вкрест простирания рудовмещающей структуры. Участки, перекрытые наносами, вскрывались шурфами и картировочными скважинами. Зоны разломов и литохимических аномалий были вскрыты канавами.

Геологической съёмкой в комплексе с площадными геофизическими работами (метод ЧИМ, магнитометрия, гравиметрия, ВЭЗ ВП, комбинированное профилирование, метод глубинного заряда, КСПК и др.) была достаточно обоснованно установлена геологическая структура рудного поля и месторождения.

1.5.4. Буровые работы

Колонковое бурение на всех стадиях геологоразведочных работ будет основным видом разведки месторождения. Разведка на глубину буровыми скважинами обосновывается следующими факторами:

- крупными размерами рудных тел, пологим их залеганием, большим распространением по латерали при значительном преобладании площади над мощностью;
- равнинным рельефом и относительно неглубоким залеганием рудных тел.

Буровая разведка по сравнению с разведкой подземными горными выработками, значительно дешевле при определении затрат на единицу разведанной товарной продукции.

Колонковое бурение производится станками ЗИФ-650, ЗИФ-1200, СКБ-5 и буровой установкой ZBO S15. Основными рабочими диаметрами будут 112, 76 и 59 мм.

На всех стадиях работ бурение по рудной зоне будет осуществляться с промывкой скважин чистой водой или малоглинистыми растворами. При гидроударном бурении и комплексом ССК систематически будет использоваться антивибрационные смазки (КАВС).

1.5.5. Инклинометрия скважин и выход керна

Инклинометрия. Определение пространственного положения осей скважин осуществляется путем проведения инклинометрии. Измеряются зенитные и азимутальные углы по точкам в основном через 20 метров.

При замерах в скважинах будут использоваться инклинометры МИ-30, МИР-36, контроль качества измерений осуществляется проведением повторных измерений. При всех измерениях в скважинах показания инклинометра будут контролироваться на УСИ-2.

Скважины в целом или их приповерхностные интервалы, в пределах которых величины зенитных углов по данным инклинометрии не превышают

2°, принимаются вертикальными. При построении разрезов части стволов скважин, отклонившиеся от линии профиля более 20 м будут показаны пунктирными линиями.

Выход керна. При проведении разведочных работ на месторождении выход керна по вмещающим породам определялся линейным способом, а по рудной зоне при опробовании керна – весовым способом.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

2.1. Организация буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения

В связи с тем, что, все существующие оценки месторождения, в силу тех или иных причин, не отражают потенциала месторождения, в 2018 году иницируются работы по разведочному колонковому бурению, целью которой будет подтверждение ресурсов и запасов месторождения, а так же выяснение геотехнических условий, с использованием лучших международных практик.

2.2. Выбор способов бурения скважин

Геологоразведочные скважины, проводятся для изучения месторождений полезных ископаемых или с целью изучения геологического строения определенного района. Геологоразведочные скважины по целевому назначению подразделяются на опорные, параметрические, структурные, поисковые, оценочные, разведочные.

Разведочные – бурят с целью оконтуривания и определения запасов полезного ископаемого на данном месторождении.

Для разведочных работ на полиметаллическом месторождении Шалкия самым оптимальным и подходящим способом бурения будет *вращательное*

колонковое бурение. Оно заключается в разрешении породы кольцевым забоем, что обеспечивает получение керна – столбика породы цилиндрической формы.

Колонковое бурение применяют для бурения скважин преимущественно с отбором керна, т.е. в основном при разведке твердых полезных ископаемых и бурении некоторых разновидностей эксплуатационно-технических скважин, в том числе из подземных горных выработок (группы а – прямоугольной формы, г – сводчатой), залегающих в пределах возможности (целесообразности) сооружения шахт и карьеров.

2.3. Разработка типовых конструкций скважин

Под *конструкцией скважины* подразумевается схема её устройства: диаметры по интервалам глубины бурения; диаметры и длина колонн обсадных труб, глубина их спуска; места цементирования. Конструкция скважины влияет на все виды работ, составляющие процесс бурения, определяет их стоимость и качественное выполнение геологического задания.

Для составления проектной конструкции скважины необходимы следующие исходные сведения: назначение и цель бурения скважины; геологическое строение данного участка; проектная длина ствола скважины и её азимутальное и зенитное направления; необходимы конечный диаметр скважины.

Описание геологического строения данного участка или района работ должно отражать литологический состав горных пород; физико-механические свойства пород и категории по буримости; трещиноватость, раздробленность, сыпучесть, плавучесть с точки зрения устойчивости ствола скважины; набухание при впитывании влаги; наличия водоносных горизонтов; наличия зон поглощения промывочной жидкости или напорных

вод; место возможных выбросов в скважину воды или газов; возможное наличие закарстованности (на каких глубинах и в каких породах). Кроме, того необходимо учитывать глубину расположения старых подземных выработок.

Выбор конкретного диаметра скважины зависит, прежде всего, от целей бурения (скважина на твердые, жидкие, газообразные полезные ископаемые или для других целей – скважина для подземного выщелачивания, инженерно-геологическая и др.).

2.3.1. Методика проектирования конструкции разведочных скважин на твердые полезные ископаемые

При бурении на твердые полезные ископаемые обычно применяют конечный диаметр буровых коронок 76, 59 или 46 мм (кроме бурения на бурения строительные материалы, каменные угли, бокситы, минеральные соли и бурения россыпях).

Для обеспечения отбора керна различными колонковыми наборами чрезвычайно сложных геологических условиях может быть принят конечный диаметр 46 мм.

С целью разработки наиболее экономичной конструкции скважины следует стремиться к уменьшению конечного диаметра скважины без ущерба для достоверности опробования, так как при этом повышается устойчивость стенок скважины, повышается производительность. Однако в сложных горно-геологических условиях (наличие зон дробления, трещиноватости, карстовых образований) при недостаточной изученности геологического разреза в начальной стадии геологоразведочных работ выбранный допустимый диаметр скважины рекомендуется оставлять запасным.

Когда геологический разрез слабо изучен или на данном участке возможны различные осложнения при бурении скважин, выбранный

конечный диаметр скважины оставляют запасным (резервным). В этом случае вся проектная конструкция скважины должна быть на один диаметр больше.

В табл. 3.1 и 3.2 приведены рекомендованные Всесоюзным институтом техники разведки (ВИТР) значения диаметров керна в зависимости от генетических типов месторождений и габаритов геофизической аппаратуры.

Таблица 3.1 – Рекомендуемые диаметры керна при разведке различных месторождений

Группа месторождений	Характер распределения компонентов и полезные ископаемые	Минимально допустимый диаметр керна, мм	Типы колонковых наборов		
			Одинарные	Двойные	Специальные
1	Весьма равномерный: наиболее выдержанные месторождения черных металлов, химического сырья (сера, мышьяк, фосфор). Большинство месторождений угля, горючих сланцев, нерудного сырья (глины, доломиты, кварциты)	22 – благоприятная текстура 32 – неблагоприятная текстура	ОКТ-34 ОКТ-44	ТДН-46	ССК-46,AQ ССК-59,BQ
2	Неравномерный: большинство месторождений цветных металлов (медь, полиметаллы, бокситы), а также сложные месторождения из I группы	22 – благоприятная текстура 32 – неблагоприятная текстура	ОКТ-34 ОКТ-44	ТДН-46	ССК-46,AQ ССК-59,BQ
3	Весьма неравномерный: месторождения редких, некоторых цветных и благородных металлов, значительная часть месторождений горнорудного сырья (слюда, асбест). Наиболее сложные месторождения цветных металлов	32 – благоприятная текстура 42 – 60 – неблагоприятная текстура	ОКТ-44 ОКТ-57 ОКТ-73 ОКТ-89	ТДН-46 ТДН-59 ТДН-76 ТДН-93	ССК-59,BQ ССК-59,BQ ССК-76,NQ КССК-76, HQ, тонко-матричные наборы ССК BQ, NQ, HQ
4	Крайне неравномерный: мелкие и весьма нарушенные месторождения редких и благородных металлов	60	—	ТДН-93	HQ PQ

Таблица 3.2 – Рекомендуемые диаметры скважин в зависимости от размера геофизических скважинных приборов

Назначение	Наружный диаметр скважинного прибора, мм	Диаметр скважины, мм
Каротажная аппаратура		
Радиометрические исследования	28–60 40	36–76 46
Магнитометрия	40	46
Термокаротаж	25–70	36–76
Резистивиметрия	25–70	36–76
Инклинометрия	70	76
Кавернометрия		
Аппаратура для изучения околоскважинного пространства	40 38–50	46 46;59
Векторная	53	59

Следует учитывать одно из основных требований к конструкции скважин при алмазном бурении: рациональное сочетание диаметров бурильных колонн и диаметров скважин (открытого ствола или внутреннего диаметра обсадной колонны). Поэтому при выборе конструкции нужно избегать применения обсадных колонн, спущенных впотай и ступенчатости открытого ствола скважины.

При бурении ССК применение потайных обсадных колонн и бурение в ступенчатом открытом стволе запрещаются.

2.3.2. Определение конечного диаметра скважин

Минимальный диаметр скважины выбирается из таблицы 3.3. Из-за того, что месторождение «Шалкия» является полиметаллическим, гидротермальным (свинцово-цинковое), поэтому принимаем конечный диаметр $dk.min$ 46 мм.

Таблица 2.3 – Минимально допустимые диаметры керна и скважин

Генетические типы месторождений и главнейшие промышленные типы руд	Допустимый диаметр керна, мм		Диаметр скважины, мм
	из зарубежной практики	рекомендуемые	
Гидротермальные месторождения			
Медно-порфириновые	—	42	59
Колчеданные	28,6	32	46
Медистые песчаники	22,2	22	36
Сидеритовые	28,6	22	36
Вольфрамомолибденовые	28,6-54,0	32-60	46-76
Оловянные	23,8-33,3	32-42	46-59
Свинцово-цинковые	28,6	32-42	46-59
Сурьмяно-ртутные и мышьяковые	—	60	76
Золотые	19,0-28,3	22-32	36-46
Уранованадьевые	19	22	36

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

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

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

Ориентировочно Δ может быть определена по формуле:

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

$$\Delta = 20 - 8 \times \ln 8 = 20 - 8 \times 2,07 = 3,44 \text{ мм};$$

$$D_{в.мин} = 42 + 3,44 = 45,44 \text{ мм}.$$

Из расчетного диаметра коронки подходит применение породоразрушающего инструмента с наружным и внутренним диаметром 59 и 46 мм.

2.3.3. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению

Под осложнением при бурении скважин следует понимать затруднение её углубления, вызванное нарушением состояния буровой скважины.

Таблица 2.4 – Геологический разрез месторождения Шалкия

Краткая характеристика пород	Категория пород по буримости	Интервал глубин, м		Мощность слоя, м
		от	до	
Мелкий щебень	III	0	7,5	7,5
Суглинок	III	7,5	15	7,5
Песчаник	III	15	24	9
Глины с прослойкой песчаника	III	24	30	6
Комковатые известняки	VII-IX	30	121	91
Комковато-слоистые известняки	VII-IX	121	275	154
Плотные доломиты	VII-IX	275	421	146
Кремнистые доломиты	VII-IX	421	513	92
Глубокослоистые доломиты	VII-IX	513	587	74
Глубокослоистые известняки	VII-IX	587	642	55

На рисунке 2.1 изображена типовая конструкция скважины, характерная для Шалкинского рудопроявления (скважина № 235).

Разведочная скважина будет буриться буровой установкой ZBO S15 и инструментом ССК. Породо-разрушающий инструмент будет как твердосплавный, так и алмазный. Начальный диаметр породо-разрушающего инструмента 76 мм. Основной рабочий диаметр 76, 59 и 46.

На всех стадиях работ бурение по рудной зоне будет осуществляться промывкой скважин чистой водой или малоглинистыми растворами.

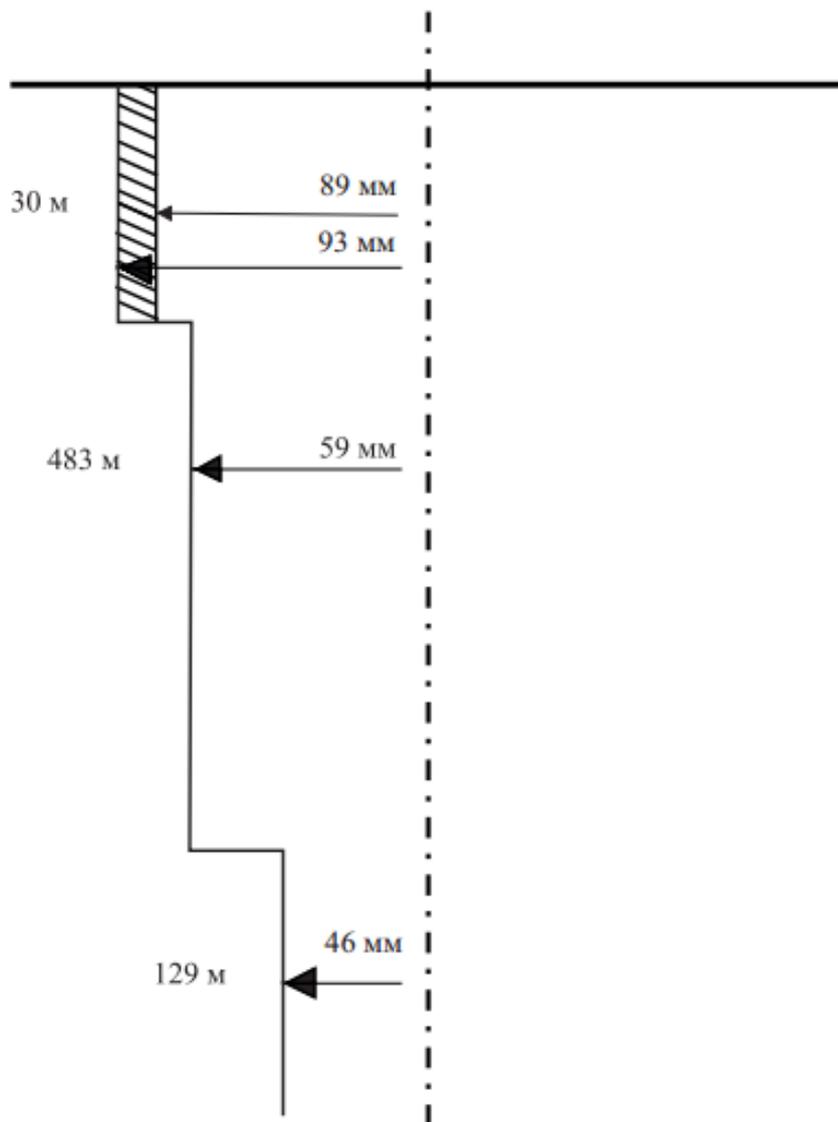


Рисунок 2.1 – Типовая конструкция скважины

2.4. Выбор буровой установки

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

Для бурения будет применяться экспериментальная буровая установка завода бурового оборудования ZBO S15 для геологоразведочного бурения методом ССК на твердые полезные ископаемые. Эффективно производить буровые работы с углами от 45 до 90 градусов. При бурении применяются твердосплавные и алмазные коронки.

Буровая установка ZBO S15 является универсальной, её можно использовать как стационарную за счет установленных на неё аутригеров, которые в свою очередь можно регулировать в системе контроля с помощью рычагов. Также ZBO S15 можно установить на любое шасси грузоподъёмностью свыше 10 тонн, с отбором мощности от двигателя самоходного шасси или с установкой дополнительного двигателя.

Установка имеет буровое здание, которое предназначено для укрытия буровой установки и дальнейшей работы в условиях частого перемещения на любые расстояния по дорогам любой категории сложности, в том числе, по бездорожью. Температура эксплуатации буровой установки варьируется от

-50 до +40°C. Армирование: жесткая конструкция рамы из швеллера, уголка и труб.

Установка ZBO S15 включает в себя:

- откидной трубодержатель;
- вращатель;
- телескопическая мачта;
- система подачи;
- основная лебедка;
- лебедка ССК (вспомогательная);
- кабельшлём;
- система контроля и регистрации ZBO Drill Control;
- дизельный двигатель Cummins QSB 6.7;
- буровой насос W1122;
- миксер бурового оборудования;
- специальное буровое здание.



Рис. 2.1 – Буровая установка ZBO S15

Техническая характеристика буровой установки ZBO S15 представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика буровой установки ZBO S15

Рекомендуемая глубина бурения, метров		
В (55,6)	1640	
N (69,9)	1260	
H (89,0)	855	
P (114,3)	555	
Угол бурения, градусов	45-90	
Габариты в рабочем положении (90°) ДхШхВ, мм	4940x2400x10220 (с гидравлическими домкратами)	
Габариты в транспортном положении ДхШхВ, мм	6860x2400x2300	
Снаряженная масса, кг	до 8000	
Мачта и система подачи		
Конструкция мачты	телескопическая, выдвигается подачей вращателя	
Установка в рабочее положение	двумя шпангами	
Усилие подъёма, кН	157	
Усилие подачи, кН	56	
Механизм подачи	гидравлический цилиндр	
Ход гидроцилиндра, м	3,25	
Рабочий угол наклона мачты, °	45-90	
Длина свечи, м	до 6	
Вращатель	проходной, с возможностью откидывания	
Диапазон скоростей	скорость, об/мин	крутящий момент, Н*м
4 передачи	114-1270	530-6000
Основной привод	Cummins QSB6.7	ММЗ Д-260.4S2.
Тип	дизельный	дизельный
Рабочий объём, л	6,7	7,12
Мощность (макс.) при 2000 об/мин, кВт (л.с.)	164 (220)	155 (210)
Буровой насос	W1122	Гидравлический

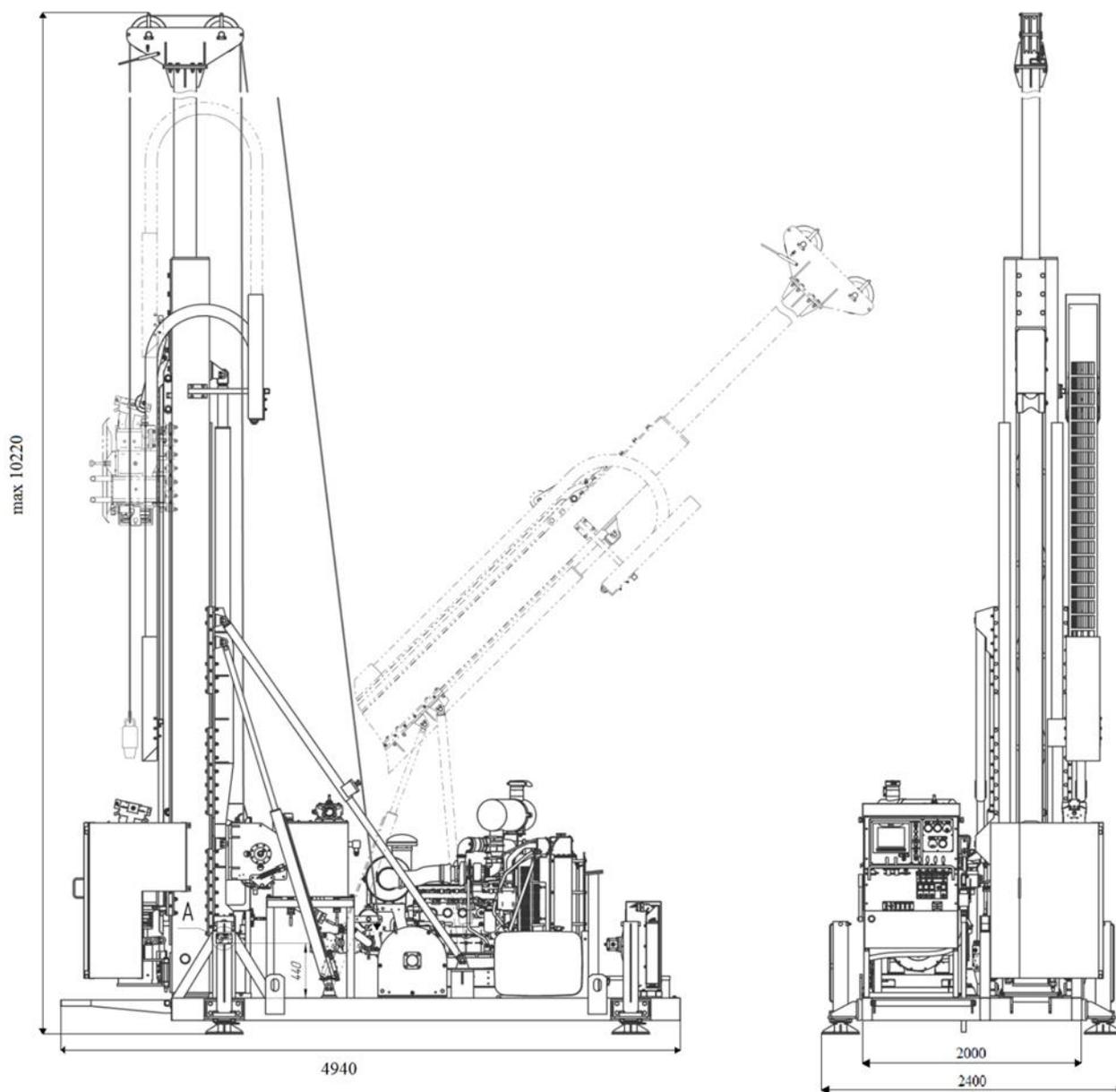


Рис. 2.2 – Габаритные размеры буровой установки

2.4.1. Буровой насос W1122

Буровой насос W1122 обеспечивает подачу и циркуляцию раствора в скважине, который в свою очередь поднимает шлам (разбуриваемую породу) на ее поверхность, тем самым очищая дно забоя. В зависимости от конструктивного исполнения все агрегаты делятся на 2-ух и 3-ех поршневые. Присоединяется к манифольду.



Рис. 2.2 – Буровой насос W1122

Таблица 2.6 –Техническая характеристика насоса W1122

Дополнительное оборудование	
Буровой насос	W1122
Расход при 610 об/мин, л/мин	136
Максимальное давление, бар	70,3
Привод	гидравлический
Миксер бурового раствора	
Частота вращения, об/мин	2000
Привод миксера	гидравлический
Система контроля и регистрации	ZBO Drill Control

2.4.2. 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 2.4). Так как диаметр скважины равен 76 мм, то примем диаметр обсадной колонны 73 мм. При внутреннем диаметре ниппеля 62 мм, эта труба позволит свободно пройти бурильным трубам.

Таблица 2.7 – Технические характеристики обсадных труб ниппельного соединения

Параметры	Обсадная труба ниппельного соединения
Наружный диаметр трубы и ниппеля, мм	$73 \pm 0,35$ мм
Толщина стенки труб, мм	$4 (5,0) \pm 0,4$
Внутренний диаметр ниппеля, мм	62
Длина трубы, мм	1000...1500
Масса одной трубы, кг	8,58

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

Трубы ССК изготавливаются из легированной стали 38ХНМ со следующими механическими свойствами: предел текучести – 3300 кГс/см²;

относительное удлинение – 12 %. Техническая характеристика ССК-59 представлена в таблице 2.5

Таблица 2.8 – Технические характеристики ССК-59

Параметры	ССК-59
1	2
Диаметр трубы, мм:	
наружный	55
внутренний	45,4
Толщина стенки, мм	4,8
Длина, м	1,5;3;4,5
Общая длина колонкового набора, мм	3950, 5450* Масса 1 м, кг
Тип соединения	Труба в трубу
Материал трубы	Сталь 38ХНМ
Предел текучести для стали 38ХНМ (для ССК-59)	3300 кгс/см ²
Зазор между бурильными трубами и стенкой скважины, мм	2,2 мм
Кривизна трубы, мм/м	0,3
Размер алмазной коронки, мм:	
наружный диаметр	59
внутренний диаметр	35,4
Режим бурения:	
максимальная частота, об/мин	1500
предельная осевая нагрузка, даН	1700
Промывочная жидкость	Вода, эмульсионные, слабые глинистые растворы
Расход промывочной жидкости, л/мин	20...30
Ресурс тыс. м	8

Примечание. * Соединение двух труб.

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

2.5.1. Проходка горных пород

В разрезе, приведенном в таблице 2.1 видим, что разрез имеет 1 однородный участок. Данный участок 0 до 30 метров будет буриться твердосплавной коронкой М6-93 диаметром 93 мм предназначенной для бурения преимущественно в целях разработки пород II-IV категорий по буримости.

Другой участок 30-483 метра будет буриться комплексом ССК-59 алмазной коронкой К-08 59 мм.

Последний участок 483-642 метра будет буриться 46 диаметром алмазной коронкой 02И4.

Ниже в таблице 2.6 приведены расшифровка алмазных коронок и их характеристики.

Таблица 2.9 – Расшифровка алмазных коронок

Индекс	Место индекса в маркировке	Расшифровка индексов
01, 02, 03 и т. д.	Первые две цифры	Порядковый номер конструкции коронок (номер присваивается базовым отделом по стандартизации алмазного инструмента)
А, И	После первых цифр	Расположение алмазов в коронке:
		А - однослойные, И - импрегнированные коронки
3, 4, 5	После буквы	Износостойкость и твердость матрицы (см. табл. 2.11)
Б, И, Н, К, Д, П, Т, Р	После цифры, обозначающей твердость матрицы	Качество объемных алмазов, принадлежность алмазов к группе:
		Б-Х V - группа, подгруппа «а»
		В-Х V - группа, подгруппа «а-1»
		Н-Х V - группа, подгруппа «а-2»
		К-Х V - группа, подгруппа «а-4»
		Д-Х V - группа, подгруппа «а-5»
		П-Х V - группа, подгруппа «а-6»
Т-Х V - группа, подгруппа «а-7»		
Р - рекуперированные		
2, 5, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 60 и т. д.	После букв, обозначающих сорт объемных алмазов	Минимальное число зерен алмазов в данной фракции (шт/кар) для объемных алмазов
н, к	После цифр, обозначающих зернистость объемных алмазов	Качество подрезных алмазов; расшифровка та же, что и для объемных алмазов (см. выше)
2, 5, 10, 20, 30	После букв, обозначающих сорт подрезных алмазов	Минимальное число зерен алмазов в данной фракции (шт/кар) для подрезных алмазов

Приведем технические характеристики долот, коронки и расширителя для дальнейших расчетов.

Таблица 2.7 – Характеристики породоразрушающего инструмента

Твердосплавная коронка					
Породоразрушающий инструмент	Диаметр, мм		Число резцов в коронке		
	наружный	внутренний			
M5	93	54	64		
Алмазные коронки с расширителем					
Породоразрушающий инструмент			Качество и размер алмазов, шт/кар		
			объёмных		подрезных
К - 08	59	35,4	пилот	ступени	
			XXXV группа, подгруппа а, 400 - 150	XV группа, подгруппа а, 60 - 30	XXXIV группа, подгруппа б, 60-30
02И4	46	31	объёмных		подрезных
			150-400		
Алмазный расширитель РСА-46			46,4		

Твёрдосплавная коронка M5, интервал 0-30 метров, категория пород по буримости III.

Осевая нагрузка G_0 на алмазную коронку рассчитывается по формуле:

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S; \quad (2.3)$$

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

C_y – удельная нагрузка на 1 см² рабочей площади торца коронки, кПа;

S – рабочая площадь торца алмазной коронки, см².

$$G_0 = 1 \cdot 0,7 \cdot 36,003 = 25,2 \text{ кН} = 2569,685 \text{ кгс.}$$

$$S = \beta \cdot \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2); \quad (2.4)$$

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (9,3^2 - 5,4^2) = 36,003 \text{ см}^2,$$

где D_H и D_B – соответственно, наружный и внутренний диаметры коронки, см;

β – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов (для большинства алмазных коронок $\beta = 0.8$, для зубчатых – $\beta = 0.6$).

Частота вращения (в об/мин) коронки определяется по формуле:

$$n = 20V_0/D_0, \quad (2.5)$$

где V_0 – окружная скорость вращения коронки, м/с; D_0 – средний диаметр коронки, м.

$$n = (20 \cdot 1)/0,0735 = 272 \text{ м/с}$$

$$D_0 = (D_H + D_B)/2 \quad (2.3)$$

где D_H – наружный диаметр коронки; D_B – внутренний диаметр коронки.

$$D_0 = (0,093 + 0,054)/2 = 0,0735 \text{ мм.}$$

Расход промывочной жидкости (в л/мин) удобно считать по формуле:

$$Q = q \cdot D_H, \quad (2.4)$$

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

$$Q = 1,6 \cdot 93 = 148,8 \text{ л/м.}$$

Алмазная коронка для снарядов со съёмными керноприемниками типа ССК-59 К-08, 59 мм интервал 30-483 метра.

Осевая нагрузка G_0 на алмазную коронку рассчитывается по формуле:

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S; \quad (2.5)$$

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

C_y – удельная нагрузка на 1 см² рабочей площади торца коронки, кПа;

S – рабочая площадь торца алмазной коронки, см².

$$G_0 = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 13,99 = 8,95 \text{ кН} = 1912,646 \text{ кгс.}$$

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

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (5,9^2 - 3,54^2) = 13,99 \text{ см}^2,$$

где D_H и D_B – соответственно, наружный и внутренний диаметры коронки, см;

β – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов (для большинства алмазных коронок $\beta = 0.8$, для зубчатых – $\beta = 0.6$).

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

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c}, \quad (2.7)$$

где V_0 – окружная скорость коронки, м/с;

D_c – средний размер коронки, м.

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2} \quad (2.8)$$
$$D_c = \frac{0,059 + 0,034}{2} = 0,031 \text{ м};$$
$$n = \frac{20 \cdot 1}{0,031} = 645 \text{ об/мин.}$$

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

$$Q = k \cdot D_H; \quad (2.9)$$

где 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 $k = 1.3 - 1.4$).

$$Q = 1,4 \cdot 5,9 = 82,6 \text{ л/мин.}$$

Алмазная коронка 02И4 диаметром 46, интервал 483-642, VII-IX категории по буримости.

Осевая нагрузка на коронку G_o :

$$G_o = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 7,25 = 3,55 \text{ кН} = 361,9993 \text{ кгс.}$$

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (4,6^2 - 3,1^2) = 7,25 \text{ см}^2$$

Частота вращения долота n :

$$n = \frac{20 \cdot 1}{0,046} = 434 \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости Q :

$$Q = 1,4 \cdot 4,6 = 64,4 \text{ л/мин.}$$

Сведем все полученные данные в одну таблицу.

Таблица 2.8 – Данные расчета режимных параметров бурения

№ п/п	Интервал, м	Категория пород	Тип ПРИ	Диаметр D_n , мм	Осевая нагрузка, кН		Частота, об/мин		Расход ПЖ, л/мин
					удельная S_u	расчетная S_o	окружная V м/с	расчетная n	расчетная
1	0...30	III	M5-93	93	0,7	25,2	1	272	148,8
2	30...483	VII-IX	K-08	59	0,7	8,95	1,5	645	82,6
3	483...642	VII-IX	02И4	46	0,8	3,55	1	434	64,4

2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому

В зависимости от категории пород можно задавать разные режимы бурения, параметрами которого является: частота вращения бурового снаряда, осевая нагрузка и объем подачи промывочной жидкости в единицу времени. Режимы бурения разные для победитового и алмазного бурения. Коронки также изготавливаются разными по конструкции для разных категорий пород.

Интервал 0 - 30 метров.

Бурение будет осуществляться твердосплавной коронкой марки M5 диаметром 93 мм. Бурение будет осуществляться при скоростях 200-270 об/мин. Промывка будет осуществляться глинистым раствором без

циркуляции промывочной жидкости. После проходки данного интервала скважина обсаживается трубами диаметром 89 мм до глубины 30 м.

Интервал 30 - 483 метров.

Бурение будет осуществляться алмазной коронкой типа К- 08 диаметром 59 мм со съёмным кернаприёмником. Бурение будет осуществляется при скорости 600-645 об/мин. Промывка будет осуществляться технической водой при скорости 80 м/с.

Интервал 483-642 метров.

Бурение будет, осуществляться алмазной коронкой типа 02И4 диаметром 46 мм. Бурение осуществляться при скорости 400-430 об/мин. Промывка осуществляться технической водой при скорости потока 64 м/с.

Режим бурения следует выбирать для достижения максимальной механической скорости бурения и проходки за цикл и обеспечения высокого выхода керна в конкретных геолого-технических условиях.

Высокопрочная сбалансированная бурильная колонна и небольшие зазоры между ней и стенками скважины позволяют вести бурение на максимально высоких скоростях вращения снаряда, лимитируемых только мощностью привода бурового станка. Снижать частоту вращения снаряда рекомендуется только в случаях, когда высокая частота вращения приводит к снижению проходки за цикл и выходу керна (что может быть при бурении сильнотрещиноватых пород), возникновении сильной вибрации бурильной колонны, наличии каверн или резких искривлений скважины, что может привести к поломке бурильной колонны.

В процессе бурения необходимо особенно внимательно следить за показаниями манометра бурового насоса. Резкое увеличение давления указывает на срабатывание сигнализатора самозаклинивания керна. В этом случае следует немедленно прекратить бурение, выключить насос и извлечь кернаприемник из скважины. Запрещается повышать осевую нагрузку для ликвидации самозаклинивания керна, так как это может привести к

снижению выхода керна, повреждению керноприемной трубы и прижогу коронки.

Усилие срабатывания сигнализатора зависит от способа установки резиновых манжет: при бурении твердых пород резиновые манжеты чередуются со стальными шайбами, при бурении слабых пород манжеты устанавливаются рядом.

2.5.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения

Отличительной способностью вращательного бурения является применение промывки скважин в процессе бурения. Буrowой раствор, прежде всего, должен:

- удалять выбуренную породу (шлам) из-под долота, транспортировать ее вверх по кольцевому пространству между бурильной колонной и стволом скважины и обеспечивать ее отделение на поверхности;
- удерживать частицы выбуренной породы во взвешенном состоянии при остановке циркуляции раствора;
- охлаждать долото и облегчать разрушение породы на призабойной зоне;
- создавать давление на стенки скважины для предупреждения водопроявлений;
- оказывать физико-химическое воздействие на стенки скважины, предупреждая их обрушение.

Таблица 2.9 – Характеристика основных типов очистных агентов

Тип промывочного раствора	Основные компоненты и примерная рецептура	Рекомендации по применению, основные характеристики
Техническая вода	Вода пресная или минерализованная, возможны добавки поверхностно активных веществ (ПАВ) и средств снижения коэффициента трения	В монолитных, плотных, устойчивых породах, обладающих высокой сопротивляемостью размыванию, при глубине бурения до 2 000 м и при отсутствии горизонтов с высокими пластовыми давлениями. Применение воды особенно эффективно при алмазном высокочастотном бурении. Вода обладает меньшей плотностью и вязкостью, высокой охлаждающей способностью, что обеспечивает улучшение условий очистки забоя, уменьшение износа бурового инструмента, повышение механической скорости бурения. Промывка скважин водой обеспечивает более низкую стоимость бурения. Промывать скважину водой не следует при бурении глинистых сланцев, аргиллитов, алевролитов, солевых отложений, много летнемерзлых пород, толщ глин
Глинистые растворы: нормальные глинистые растворы; малоглинистые растворы	Глинопорошки (до 15-36 %), вода пресная или морская, химические реагенты Глинопорошки (до 4-8 %), вода и химические реагенты раствор на основе КМЦ (1-2%); раствор на основе кальцинированной соды (2,5-3 %)	В осложненных геологических условиях, когда невозможно применение технической воды. При колонковом бурении в основном в породах 1-УП категорий буримости. Для повышения устойчивости стенок скважины и снижения интенсивности поглощений раствора
Полимерглинистые и полимербентонитовые растворы	Бентонит 2-5 %; вода; полимеры 0,1-0,5 %; химические реагенты	Для алмазного бурения скважин, в том числе ССК с целью снижения коэффициента трения колонны о стенку скважины, снижения гидродинамического сопротивления, повышения устойчивости стенок скважины, в трещиноватых горных породах

Промывочный раствор по выходе из скважины на поверхность содержит частицы разбуренной породы (шлам). Своевременная и качественная очистка промывочных жидкостей является одним из важнейших условий эффективности процесса бурения разведочных скважин. Накопление шлама в промывочном растворе существенно ухудшает его качество. Снижается глинизирующая способность глинисто-го раствора, что приводит к образованию толстой рыхлой корки на стенках скважины и создает опасность обвалов. Использование зашламованных растворов приводит к преждевременному износу насосов и бурового снаряда. За счет повышения удельного веса промывочной жидкости уменьшается механическая скорость бурения, возрастает вероятность поглощения.

Очистка промывочной жидкости осуществляется в поверхностной циркуляционной системе, которая состоит из желобов, отстойников и приемных баков. Длина и размеры желобов, количество и объем отстойников и приемных емкостей зависят от глубины и диаметра скважины и условий

бурения. Количество емкостей, объем, и конфигурация их определяются производственной необходимостью и материально-техническими возможностями предприятий.

Типовая циркуляционная система при бурении скважин самоходными буровыми установками приведена на рис. 2.3.

Желоба делают в открытом грунте без крепления стенок или изготавливают из досок или листового железа. Устанавливают с уклоном 1,0-1,5 см на 1 м длины, ширина желобов ~30 см, высота ~25 см. По дну желоба через 1,5-2,0 м друг от друга ставят перегородки. Объем циркуляционной поверхностной системы зависит от глубины скважины. Ее длина для скважин глубиной до 500 м составляет 15м, для скважин более 500 м - 25-30 м.

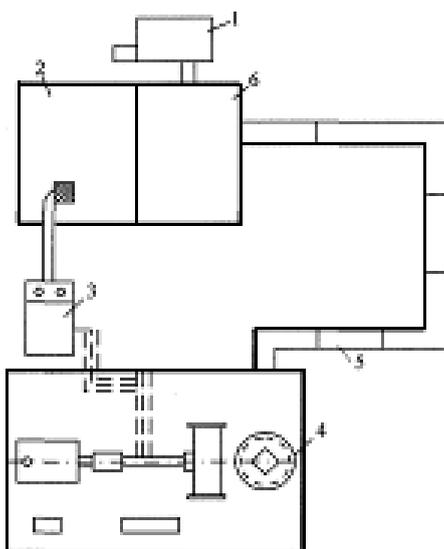


Рис. 2.3. Схема циркуляционной системы передвижных буровых установок:
1 - глиномешалка; 2,6 - приемные емкости; 3 - насос; 4 - буровая установка;
5 – желоба

2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин

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

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

2) работы, связанные с подготовкой самой скважины.

Первый вид работ проводится в следующей последовательности:

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

Трубы укладываются в том порядке, в каком они будут опускаться в скважину.

Второй вид работ сводится к приведению ствола скважины в благоприятное для спуска колонн состояние. Перед спуском обсадных труб скважину предусматривается интенсивно промыть промывочной жидкостью. По окончании бурения обсадные трубы будут извлекаться из скважины. Извлечение обсадных труб производится при помощи вращателя.

Трубы бурильные стальные универсальные с приварными замками ТБСУ по ГОСТ 51245-99.

Данные трубы были созданы с целью заменить собой СБТН (трубы с ниппельным типом соединения) и СБТМ (бурильные трубы муфтово-замкового соединения). Они сочетают в себе положительные качества обоих типов (гладкость наружной площади колонны, резьба замкового типа), обладая при этом высокой прочностью.

На рисунке 2.5. показаны трубы бурильные стальные универсальные (ТБСУ).

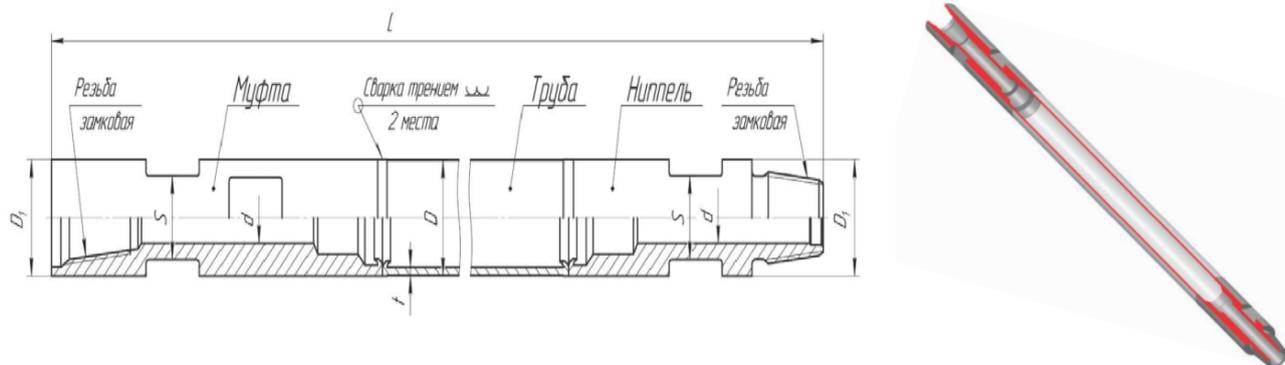


Рис. 2.5. Трубы бурильные стальные универсальные

Таблица 2.10 – Технические характеристики труб бурильные стальных универсальных

Обозначение типоразмера	Номинальные размеры, мм				Резьба замковая (правая или левая)	Ширина прорезей под ключ, мм	Момент затяжки резьбового соединения, Нм (±5%)
	Тело трубы		Замок				
	Наружный диаметр D	Толщина стенки S	Наружный диаметр D1	Внутренний диаметр d1 не менее			
ТБСУ-43	43	3,5; 4,5; 6,0	43,5	16	3-34	30	700
ТБСУ-55	55	3,5; 4,5; 6,0	55,5	16	3-45	41	1600
				22			
ТБСУ-63,5	63,5	3,5; 4,5; 6,0	64	22	3-53	46	2300
				28			
ТБСУ-70	70	3,5; 4,5; 6,0	70,5	28	3-57	46	3000
				32			
ТБСУ-85	85	3,5; 4,5; 6,0	85,5	28	3-67	55	4700
				40			

2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

2.7.1. Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_B = N_{СТ} + N_{ТР} + N_{РЗ}, \quad (2.10)$$

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

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

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

Потери мощности в станке

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

$$N_{СТ} = N_{ДВ}(0,075 + 0,00012 \cdot n), \quad (2.11)$$

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

n – частота оборотов шпинделя, об/мин.

$$N_{СТ} = 164 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 1500) = 41,82 \text{ кВт.}$$

Мощность на вращение буровой колонны

При высоких частотах вращения по формуле:

$$N_{Тр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8})(1 + 0,6 \cdot i) \left[\frac{(0,9+0,02\delta)}{1+0,013\delta} \right] \cdot \left[\frac{D_d}{(EI)^{0,16}} \right] \cdot n^{1,85} \cdot L^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin\theta_{cp}) + 2 \cdot 10^{-7} \delta n G \right\}, \quad (11)$$

где L – длина буровой колонны, м ($L = 642$ м).

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности (1,25 – при применении растворов повышенной плотности и вязкости);

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины (каверны желоба, наличие обсадных труб) на затраты мощности (1 – для нормального геологического разреза);

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для соединения «труба в трубу»);

K_4 – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности (1,1 – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»);

K_5 – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение труб о стенки скважины (1,0 – для стальных труб);

S – средняя кривизна свечи – 0,4 мм/м;

δ – зазор, между стенками скважины и бурильными трубами – 3,2 мм;
 n – частота вращения бурового вала, об/мин;
 E – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см² ($2 \cdot 10^6$ – для стальных труб);

I – экваториальный момент инерции бурильных труб, см⁴;

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

G – усилие подачи, кгс;

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

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4), \quad (12)$$

где d – наружный диаметр БТ, см;

d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (4,3^4 - 3,6^4) = 8,652 \text{ см}^4$$

Расчёт среднего зенитного угла производится по формуле:

$$\theta_{\text{ср}} = (\theta_{\text{нач.}} + \theta_{\text{кон.}})/2, \text{ град}, \quad (13)$$

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

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

$$\theta_{\text{ср}} = (15 + 37)/2 = 26 \text{ град.}$$

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

$$\delta = 0,5 \cdot (D - d_{\text{н}}), \text{ мм}, \quad (14)$$

где D – диаметр скважины по расширителю, мм;

$d_{\text{н}}$ – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 \cdot (46,4 - 42) = 2,2 \text{ мм.}$$

$$N_{\text{тр}} = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8})(1 + 0,6 * 0,0434) \cdot \left[\frac{(0,9 + 0,02 \cdot 2,2)}{1 + 0,013 \cdot 2,2} \right] \cdot \left[\frac{46}{(2 \cdot 10^6 \cdot 325,3)^{0,16}} \right] \cdot 1500^{1,85} \cdot 642^{0,75} (1 + 0,44 \cdot \sin 26) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,2 \cdot 1500 \cdot 361,9993 \right\} = 4,49 \text{ кВт.}$$

Мощность на разрушение забоя

Определяется по формуле:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \left(\mu_0 + \frac{16,7 \Omega \cdot v_{\text{мех}}}{n} \right) (D_1 + D_2) G \cdot n, \text{ кВт}, \quad (15)$$

где μ_0 – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о породу;

Ω – коэффициент, учитывающий физико-технические свойства горных пород и характер их разрушения;

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

D_1 и D_2 – наружный и внутренний диаметр коронки, мм.

Таблица 2.11 – Значения коэффициентов Ω и μ_0 для различных коронок

№ п/п	Тип коронки	Ω	μ_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 2.12 – 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

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left(0,05 + \frac{16,7 \cdot 2,5 \cdot 0,25}{1500} \right) (46 + 31) \cdot 361,9993 \cdot$$

1500 = 6,3 кВт.

$$N_{\text{Б}} = N_{\text{СТ}} + N_{\text{ТР}} + N_{\text{РЗ}} = 41,82 + 4,49 + 6,3 = 52,66 \text{ кВт.}$$

Необходимая мощность двигателя равна 52,66 кВт. Так как в проекте есть скважина глубиной 642 м мощность выбранного бурового агрегата равна 164 кВт, что более чем достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.7.2. Расчет мощности привода насоса

Мощность привода насоса рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{Н}} = \frac{10 \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}, \quad (16)$$

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

H – потери давления в нагнетательной линии, кг/см²;

η - общий КПД насоса.

Величина H определяется по формуле:

$$H = \frac{(L+1500) \cdot v_{\text{ТЖ}}}{2g} \left(\frac{\lambda_{\text{ТР}}}{d_{\text{ТР}}} + \frac{\xi}{l} \right), \quad (17)$$

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

L – длина трубопровода, м;

l – длина бурильной трубы, м;

ξ – коэффициент местных сопротивлений;

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

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

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

$$v_{ТЖ} = 2,1 \cdot 10^{-5} \left(\frac{Q}{d_{ТР}^2} \right), \quad (18)$$

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

$$v_{ТЖ} = 2,1 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1,64}{0,043^2} \right) = 0,186 \text{ л/с.}$$

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

$$Re = \frac{v_{ТЖ} \cdot d_{ТР}}{\gamma}, \quad (19)$$

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

$$Re = \frac{0,0186 \cdot 0,043}{0,785 \cdot 10^{-6}} = 101,88.$$

Коэффициент $\lambda_{ТР}$ рассчитывается по формуле Альшуля:

$$\lambda_{ТР} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{d_{ТР}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (20)$$

$$\lambda_{ТР} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,043} + \frac{68}{101,88} \right)^{0,25} = 0,1.$$

Коэффициент местных сопротивлений ξ определяется по формуле Борда-Карно:

$$\xi = 1,5 \left[\left(\frac{d_{ТР}}{d_{ЗАМ}} \right)^2 - 1 \right]^2, \quad (21)$$

где $d_{ЗАМ}$ – внутренний диаметр ниппеля или замка (или высаженной части трубы в месте соединения труб и муфты), м. Для колонкового снаряда со съемным керноприемником $d_{ЗАМ} = 0,0604 \text{ м}$.

$$\xi = 1,5 \left[\left(\frac{0,043}{0,031} \right)^2 - 1 \right]^2 = 1,28.$$

$$H = \left(\frac{(642 + 1500) \cdot 0,186}{2 \cdot 9,81} \right) \cdot \left(\frac{0,062}{0,043} + \frac{1,28}{3} \right) = 37,98 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{СМ}^2} \right).$$

$$N_H = \frac{10 \cdot 1,64 \cdot 37,98}{102 \cdot 0,7} = 84,17 \text{ кВт.}$$

2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

Расчет и выбор схемы талевой системы

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

Таблица 2.13 – Исходные данные для расчета и выбора схемы талевой системы

Длина колонны, L, м	642
Средний зенитный угол, θ , °	26
Коэффициент доп. сопротивлений, a_2	1
Удельный вес ПЖ, $\gamma_{\text{ж}}$, гс/см ³	1,07
Мощность двигателя, N, кВт	164
Коэффициент перегрузки, λ	1,5
Грузоподъемность лебедки, $Q_{\text{л}}$, кг	9250
Тип бурового станка	ZBO S15
Время разгона элеватора, t, с	1
Типоразмер бурильных труб	ССК-59
Длина свечи, $l_{\text{св}}$, м	до 6
Вес подвижного груза, G, кгс	31,65
Вес 1 м бурильных труб	8,38

Число рабочих ветвей определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{кр\Sigma}}{Q_{л}} \cdot \eta, \quad (22)$$

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

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

η – КПД талевой системы.

$$Q_{кр\Sigma} = Q_{кр д} + G_{д}, \quad (23)$$

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

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

$$Q_{кр д} = Q_{кр} \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (24)$$

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

V – тах скорость подъема элеватора согласно ТБ;

$V = 2.0$ м/с; g – ускорение свободного падения; $g = 9,81$ м/с²;

t – время разгона буровой колонны ($t = 1,9$ м/с).

$$Q_{кр} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot qL \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cdot \cos\theta_{ср} (1 + f \cdot tg\theta_{ср}), \quad (25)$$

где α_1 – коэффициент, учитывающий ниппельное соединение БТ ($\alpha_1 = 1,0$);

α_2 – коэффициент дополнительных сопротивлений ($\alpha_2 = 1,6$);

q – вес 1 метра труб ($q = 8,38$ кгс);

$\gamma_{м}$ – удельный вес металла ($\gamma_{м} = 8,48$ гс/см³);

f – коэффициент трения ($f = 0,3$).

$$G_{д} = G \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (26)$$

где G – вес подвижного груза, кгс.

$$G_{д} = 31,65 \cdot \left(1 + \frac{2,0}{9,81 \cdot 1,9}\right) = 35,04 \text{ кгс}$$

$$G = m_{э} + m_{н}, \quad (27)$$

где $m_{э}$ – масса элеватора, кгс;

m_H – масса наголовника, кгс.

$$G = 27,4 + 4,25 = 31,65 \text{ кгс.}$$

$$Q_{кр.Σ} = \left[\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot qL \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right) \cos \theta_{CP} \cdot (1 + \text{ftg} \theta_{CP}) + G \right] \left(1 + \frac{V}{gt} \right), \quad (28)$$

$$Q_{кр.Σ} = \left[1,0 \cdot 1,6 \cdot 8,38 \cdot 642 \cdot \left(1 - \frac{1,05}{8,48} \right) \cos 26^\circ \cdot (1 + 0,3 \text{tg} 26^\circ) + 35,04 \right] \cdot \left(1 + \frac{2,0}{9,81 \cdot 1,9} \right) = 8462 \text{ кгс;}$$

$$\frac{Q_{кр.Σ}}{Q_{л}} = \frac{8462}{9250} = 0,91;$$

Принимаем $\eta = 0,961$.

$$m = \frac{8462}{9250 \cdot 0,966} = 0,94.$$

На основании произведенных расчетов, предусматривается применение талевой системы ТС (1x1 к).

Расчет усилий в ветвях талевой системы и нагрузки на мачту

Для всех схем талевой системы усилие в любой ветви определяется по формуле В.Г. Храменкова:

$$P = \frac{Q_{кр}}{m \cdot \eta \cdot \beta^{к'}}, \quad (29)$$

где $Q_{кр}$ – в кгс;

m – число рабочих струн

(для неподвижного конца каната талевой системы $к = m + 1$).

$$Q_{кр} = \alpha_1 \cdot qL \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right) \text{кгс}, \quad (30)$$

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

$$Q_{кр} = 1,0 \cdot 8,38 \cdot 642 \left(1 - \frac{1,05}{8,48} \right) = 4718,22 \text{ кгс;}$$

$$P = \frac{4718,22}{1 \cdot 0,961 \cdot 1,04^2} = 4541,11 \text{ кгс.}$$

Натяжение ведущей ветви:

$$P_{л} = \frac{Q(1-\eta^m)}{(1-\eta)} \text{ кгс}, \quad (31)$$

$$P_{\text{л}} = \frac{4541,11 \cdot (1 - 0,961^1)}{(1 - 0,961)} = 4541,11 \text{ кгс.}$$

Усилие в неподвижной ветви каната:

$$P_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{кр}}[\eta^m(1-\eta)]}{(1-\eta^m)} \text{ кгс,} \quad (32)$$

$$P_{\text{н}} = \frac{4718,22 [0,961^1(1-0,961)]}{(1-0,961^1)} = 4534.20 \text{ кгс.}$$

КПД выбранной талевой системы определяется по формуле:

$$\eta_{\text{ТС}} = \frac{P}{P_{\text{л}}}, \quad (33)$$

$$\eta_{\text{ТС}} = \frac{4541,11}{4534.20} = 1.001$$

Сумма усилий во всех ветвях талевой системы определяет нагрузку на мачту $P_{\text{в}}$ (в кгс):

$$P_{\text{в}} = P_{\text{л}} + P_{\text{н}} + \sum_{k=1}^m P_{\text{к}}; \quad (34)$$

$$P_{\text{в}} = 4541,11 + 4534.2 = 9075.31 \text{ кгс,}$$

$$P_{\text{в}} = 9,08 \text{ тс} < 9,2 \text{ тс}$$

Полученное значение $P_{\text{в}}$ меньше грузоподъемности мачты, поэтому приходим к выводу, что данная талевая оснастка ТС (1x1 к) подходит.

Определение грузоподъемности выбранной талевой системы

Грузоподъемность талевой системы $Q_{\text{ТС}}$ (усилие на крюке в кгс) при загрузке двигателя до номинальной мощности (N_0) и скорости подъема крюка $V_{\text{кр}-i}$ при i -й скорости ($V_{\text{кр}-1} = 0,68 \text{ м/с}$) КПП:

$$Q_{\text{ТС}-i} = 102 \cdot \frac{N_0 \cdot \eta_{\text{ТС}} \cdot \eta_{\text{п}}}{V_{\text{кр}-i}} \text{ кгс,} \quad (35)$$

где $\eta_{\text{ТС}}$ – КПД талевой системы;

$\eta_{\text{п}}$ – КПД передач вращения от двигателя до барабана лебедки ($\eta_{\text{п}} = 0,95$).

$$Q_{\text{ТС}-1} = 102 \cdot \frac{164 \cdot 0,961 \cdot 0,95}{0,68} = 22458,57 \text{ кгс.}$$

Сравниваем значения статического веса колонны бурового снаряда $Q_{кр}$ и грузоподъемность талевой системы $Q_{тс-1}$:

$$Q_{тс-1} > Q_{кр};$$

$$22458,57 \text{ кгс} > 4718,22 \text{ кгс.}$$

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

Расчет талевого каната

Расчет и выбор талевого каната производятся по статическому разрывному усилию каната P_p (в кгс), определяемому по формуле:

$$P_p \geq 2,5 \cdot P_{л \max}, \quad (36)$$

где 2,5 – коэффициент запаса прочности талевого каната по ТБ;

$P_{л \max}$ – максимальное усилие, развиваемое лебедкой на минимальной скорости, при перегрузке двигателя, кН:

$$P_{л \max} = \frac{N_0 \cdot \lambda \cdot \eta_{л}}{V_{л \min}}, \quad (37)$$

где λ – коэффициент возможной перегрузки двигателя (для асинхронных двигателей $\lambda = 2,0$);

$V_{л \min}$ – минимальная скорость навивки каната на барабан лебедки (первая скорость включения КПП).

$$P_{л \max} = \frac{164000 \cdot 2,0 \cdot 0,95}{0,69} = 451,594 \text{ кН};$$

$$P_p = 2,5 \cdot 451,594 = 1128,985 \text{ кН} = 115024 \text{ кгс.}$$

На основе расчетов можно выбрать канат двойной свивки типа ТК конструкции 6х37 + 1о.с. диаметром 16 мм.

2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

Расчет бурильных труб сводится к определению запаса прочности в трех характерных сечениях колонны (верхние, нижние, нулевые).

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод о том, что колонна БТ в процессе бурения скважин будет работать с дополнительной осевой нагрузкой, т.к. вес колонны бурильных труб не превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 2569,685 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.

Предел текучести при растяжении, 3300 кгс/см².

Запас прочности определяется по формуле:

$$\eta_{II-II} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma} \cdot K_k}, \quad (38)$$

где $[\sigma_T]$ – предел текучести материала бурильных труб;

σ_{Σ} – суммарное напряжение в нижней части БТ, кгс/см²;

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

Суммарное напряжение согласно теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{из})^2 + 4\tau^2} \geq [\sigma_T], \quad (39)$$

где $\sigma_{сж}$ – напряжение сжатия, кгс/см²;

$\sigma_{из}$ – напряжение изгиба, кгс/см²;

τ – касательные напряжение, кгс/см².

Напряжение сжатия:

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{ос}}{F}, \quad (40)$$

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

F – площадь сечения БТ, см².

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2), \quad (41)$$

где d – наружный диаметр бурильных труб, см;

d_1 – внутренний диаметр бурильных труб, см.

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (4,3^2 - 3,6^2) = 11,65 \text{ см}^2,$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{1912,646}{11,65} = 164,17 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I \cdot \varphi}{l^2 \cdot W_{\text{из}}}, \quad (42)$$

где E – модуль Юнга, $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²;

I – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴;

l – длина полуволны прогиба, см;

$W_{\text{из}}$ – осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы, см³;

φ – стрела прогиба, см.

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (43)$$

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (4,3^4 - 3,6_1^4) = 8,652 \text{ см}^4,$$

$$\varphi = \frac{(D-d)}{2} \text{ см}, \quad (44)$$

где D – диаметр скважины по расширителю, см;

d – наружный диаметр БТ, см.

$$\varphi = \frac{(4,64 - 4,3)}{2} = 0,17 \text{ см}.$$

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt{0,5 \cdot z + \sqrt{0,25 \cdot z^2 + \frac{E \cdot I \cdot \omega^2}{10^3 \cdot q \cdot g}}}, \quad (45)$$

где q – вес 1 м бурильных труб, кгс;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

ω – угловая скорость вращения, с⁻¹;

z – длина участка колонны от забоя скважины до вращателя, м, ($z = L = 642$ м).

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ с}^{-1}, \quad (46)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 645}{30} = 67,51 \text{ с}^{-1}.$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$$l = \frac{10}{67.51} \sqrt{0,5 \cdot 642 + \sqrt{0,25 \cdot 642^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 8,652 \cdot 67,51^2}{10^3 \cdot 8,38 \cdot 9,81}}} = 5,44 \text{ м};$$

$$W_{\text{из}} = \frac{\pi}{32} \cdot \left(\frac{d^4 - d_1^4}{d} \right) \text{ см}^3, \quad (47)$$

$$W_{\text{из}} = \frac{3,14}{32} \cdot \left(\frac{4,3^4 - 3,6^4}{4,3} \right) = 3,96 \text{ см}^3,$$

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

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 8,652 \cdot 0,17}{300^2 \cdot 5,44} = 59,24 \text{ кгс}.$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}}, \quad (48)$$

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

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

$$M_{\text{кр}} = 97400 \cdot \frac{N}{n}, \quad (49)$$

где N – затраты мощности, кВт.

$$N = 1,5 \cdot N_{\text{рз}}, \quad (50)$$

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

$$N = 1,5 \cdot 6,3 = 9,45 \text{ кВт};$$

$$M_{\text{кр}} = 97400 \frac{9,45}{645} = 1427 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi}{16} \cdot \left(\frac{d^4 - d_1^4}{d} \right), \text{ см}^3; \quad (51)$$

$$W_{\text{кр}} = \frac{3,14}{16} \cdot \left(\frac{4,3^4 - 3,6^4}{4,3} \right) = 7,92 \text{ см}^3.$$

$$\tau = \frac{1427}{7,92} = 180,17 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(164,17 + 59,24)^2 + 4 \cdot 180,17^2} = 423,97 \text{ кгс/см}^2.$$

Запас прочности:

$$\eta_{II-II} = \frac{3300}{423,97 \cdot 1,5} = 5,18 \geq 1,7.$$

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

Авария – нарушение технологического процесса бурения скважины, вызванное потерей подвижности колонны бурильных труб, или ее поломкой с оставлением в скважине элементов колонны, а также различных предметов, для извлечения которых требуется проведение специальных работ, не предусмотренных проектом.

Аварии можно классифицировать:

- аварии с элементами буровой колонны;
- обрыв бурильных труб;
- аварии с породоразрушающим инструментом;
- прихваты бурильной колонны;
- аварии из-за неудачного цементирования;
- падение в скважину посторонних предметов.

Также аварии можно классифицировать по их источнику:

- буровое оборудование;
- природные воздействия;

– субъективный фактор (самонадеянность, небрежность, грубые нарушения).

Следует помнить, что аварию легче предупредить, чем ликвидировать: исходя из этого, рекомендуется к применению следующий перечень мероприятий, способствующих их предупреждению.

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

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

Для предупреждения аварий с обсадными трубами необходимо: проверять перед спуском обсадные трубы по диаметру, на целостность резьб

и тела труб; проверять исправность бурового оборудования и спускоподъемных приспособлений; производить кавернометрию скважины; при возможности облегчать глинистый раствор; не допускать при спуске колонны обсадных труб их вращения и забивания шламом; при длинных колоннах (особенно тонкостенных) применять обратные клапаны; производить перед спуском колонн обсадных труб их наружную смазку (мазутом, нефте-графитовой пастой и т.п.) для облегчения извлечения.

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

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

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

На всех буровых скважинах, базах, участках должен находиться аварийный инструмент, приведенный в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Перечень обязательного аварийного инструмента

Инструмент	Типоразмер	Местонахождение		
		Буровая	База	
			участка	экспедиции
Ловушка секторов матрицы	ЛСМ-76	+	+	+
	ЛСМ-59	+	+	+
Ловушка магнитная	ЛМ-93	–	–	+
	ЛМ-76	+	+	+
	ЛМ-59	–	–	+
Метчик ловильный с правой резьбой	В-42	–	–	+
	В-50	+	+	+
	Г-50	+	+	+
	Д-73; 89	+	+	+
Колокол ловильный с правой резьбой	А-76; Б-76; Б-89;			
	А-76-1	+	+	+
Шарнир универсальный	ШУ-76-6	–	–	+
Клин отклоняющий	89; 73	–	–	+
Переходник отсоединительный	ПО-76	+	+	+
Печать	–	+	–	–
Крюк отводной	–	–	+	–
Паук (амброс)	–	+	+	+
Труборез гидравлический	ТРГ-76; 93; 108	–	–	+
Труболовка гидравлическая	ТГ-76; 93; 108;			
	ТГ-ССК-76	–	–	+
Труборез-труболовка комбинированный	ТТ-76; 93	–	–	+
Метчик-коронка	МК-76	+	+	+
Фрезерная коронка	ФК-76	+	+	+
Фрезер с направлением	ФН-59; 76	–	–	+
Пика ловильная гладкая и граненая	–	+	+	+
Ловитель	ЛОМ-50; ЛОГ-50	+	+	+
Направляющее устройство для ликвидации прихвата каротажного кабеля	–	–	+	+
Бурильные трубы с замковым соединениями с левой резьбой	50	–	–	+

При близком расположении базы (до 10...20 км) большую часть инструмента, обязательного на буровой, возможно, оставлять на ней.

2.9. Выбор источника энергии

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

Силовые приводы подразделяются на:

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

В настоящее время широкое применение находят дизель-электрический, дизель-гидравлический, газотурбинный привода. Каждый из них, в свою очередь, различается по типу первичного двигателя, роду тока, типу передач, количеству механизмов, приводимых от одного двигателя.

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

1. Индивидуальный привод на каждый исполнительный механизм.
2. Групповой привод. В этом случае все исполнительные механизмы установки получают привод от одного двигателя.
3. Комбинированный привод. При таком приводе основные исполнительные органы бурового станка приводятся от одного двигателя, а все другие механизмы (насос, трубооборот, глиномешалка и др.) – от другого.

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

Буровая установка ZBO S15 может перемещаться как на гусеничной основе, так и на различном вида транспорта. Привод станка осуществляется дизельным двигателем Cummins QSB 6.7, с мощностью 164 кВт и который собирается в Набережных-Челнах.

Таблица 2.15 –Технические характеристики дизельного двигателя Cummins QSB6.7

Основной привод	Cummins QSB6.7	ММЗ Д-260.4S2.
Тип	дизельный	дизельный
Рабочий объём, л	6,7	7,12
Мощность (макс.) при 2000	164 (220)	155 (210)
Масса двигателя, кг	550	700
Емкость топливного бака, л	257	257

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 кернаприемную трубу или заклинившегося в ней.

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

2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры

Рациональная эксплуатация современного бурового оборудования и инструмента требует применения специальных контрольно-измерительных приборов (КИП), позволяющих измерять и поддерживать оптимальные

параметры технологического режима бурения, работы различных механизмов, определять физическое состояние отдельных технических средств. Это позволяет повысить производительность буровых работ и безопасность их ведения, снизить аварийность в процессе сооружения скважин.

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

- манометр давления промывочной жидкости;
- манометр (датчик давления в контуре гидросистемы);
- манометр давления удержания.
- указатель осевой нагрузки;
- манометр давления промывочной жидкости;
- расходомер промывочной жидкости;
- звуковой сигнализатор переподъема бурового снаряда;
- счетчик моточасов.

2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования

Монтаж и подготовка оборудования к работе подразумевает предварительное выравнивание площадки, необходимой для размещения оборудования, инструмента и материалов, оборудования резервуаров для хранения очистного агента и выполнения других видов работ.

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

Подготовка буровой установки ZBO S15 к бурению должна проводиться на выровненной площадке. Перед началом работ следует убедиться в наличии масла в картерах механизма и баке гидросистемы установки. Благодаря тому, что установка находится в сборе на базе саней, то ее перевозка и подготовка к бурению не занимает продолжительного времени.

2.13. Ликвидация скважин

После окончания бурения каждой скважины выполняется инклинометрия и описание керна, после чего скважины закрываются геологами.

Отбуренная скважина не подлежит ликвидации до согласования с геологической и геодезической службами. Последняя проводит контрольные измерения координат устья скважин и в случае несоответствия проектных координат фактическим фиксируются соответствующие данные, которые затем передаются геологам.

После согласования со всеми службами производится ликвидация скважины. Из скважины извлекаются обсадные трубы. Ликвидационное тампонирование не производится, так как разрез сложен крепкими породами и отсутствуют водоносные горизонты. Скважина закрывается деревянной пробкой. На месте скважины устанавливается опознавательный знак (репер) с указанием номера скважины, профиля и года бурения.

Рабочая площадь выравнивается бульдозером после окончания бурения скважин на каждом профиле и их закрытия. Производится рекультивация земель.

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

3.1. Введение

Месторождение «Шалкия» включает два участка – северо-западный и юго-восточный, имеющих идентичное геологическое строение. На северо-западном участке рудные тела расположены на глубине от 40-50 м до 680 м ниже уровня поверхности, а на юго-восточном участке оруденение локализуется на горизонтах от -200 м до -620 м, на глубине 530-860 м. Руды месторождения относятся к одному сульфидному свинцово-цинковому технологическому типу.

Территория месторождения «Шалкия» расположена в резко континентальной климатической зоне, характеризующейся высокими колебаниями дневных и годовых температур, умеренно холодными зимами с сильными ветрами и длительными жаркими летними сезонами. Количество осадков невелико, особенно летом.

На месторождении «Шалкия» будут проводиться геологоразведочные работы на свинец и цинк. Бурение скважин будут производиться экспериментальной буровой установкой ZBO S15 Завода бурового оборудования г. Оренбург.

3.2. Производственная безопасность

С каждым годом поиски и разведка месторождений полезных ископаемых усложняются. В связи с этим геологоразведчики вооружаются более мощным, точным и сложным оборудованием, работа с которым требует специальных знаний и соответствующей подготовки. В коллективе разведчиков недр трудятся высококвалифицированные специалисты. Результаты их деятельности зависят не только от внедрения новой техники,

технологии и рациональной организации производства, но и от состояния охраны труда.

Обеспечение безопасности производства (производственной деятельности) реализуется через физическую безопасность имущества (обеспечение сохранности собственности от хищения), пожарную безопасность производственных объектов и продукции, взрывобезопасность производственных объектов, промышленную безопасность опасных производственных объектов, транспортную безопасность (направленную на обеспечение безопасности на транспорте), дорожную безопасность (направленную на обеспечение безопасности дорожного движения), конструкционную (строительную) безопасность (направленную на обеспечение безопасности строительных конструкций и сооружений) и др.

Поскольку вся производственная деятельность реализуется трудом работников и иных работающих лиц, то охрана труда и безопасность труда являются элементами безопасности производственной деятельности.

Везде и всюду, где находятся работающие, почти все мероприятия безопасности производственной деятельности становятся мероприятиями безопасности труда и охраны труда [14].

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 - 2015)		
		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.	ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.008-76 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.4.125-83
2	Бурение скважин и вспомогательные работы	Движущиеся машины и механизмы различного оборудования. 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. Повреждения в результате контакта с насекомыми	

3.2.1. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

При проведении работ используются буровые станки, трактора и автомобильный транспорт различного назначения, в связи, с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К числу, которых относятся: проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [1] ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону (см. табл 3.2 и 3.3). При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

Таблица 3.2. – Расстояние между ограждением, изготовленным из перфорированного материала или сетки, и опасным элементом

Диаметр окружности, вписанной в отверстие решетки (сетки)					Расстояние от ограждения до опасного элемента				
До	8				Не	15			
Св.	8	до	10		Св.	15	до	35	
"	10	"	25		"	35	"	120	
"	25	"	40		"	120	"	200	

Таблица 3.3. – Высота ограждения в зависимости от расположения опасного элемента

Высота расположения опасного элемента β	Высота защитного ограждения α							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000 и менее
	Расстояние от опасного элемента до ограждения δ , мм							
2600	100	100	100	100	100	100	100	100
2400	-	100	100	150	150	200	200	200
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100

Оборудование и инструмент должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода изготовителя и применяться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации.

Использовать неисправное оборудование, аппаратуру, инструмент, приспособления и средства индивидуальной защиты запрещается.

Все вращающиеся и движущиеся части машин и механизмов (маховики, трансмиссии, шестерни, зажимные патроны шпинделей, концы валов и т. д.) должны надежно ограждаться.

В процессе бурения несчастные случаи чаще всего происходят при прикосновении и захвате пострадавших вращающимися деталями механизмов (шпинделем, зажимными патронами, бурильной трубой,

навивающимся на ведущую трубу нагнетательным шлангом), а также при падении отвернувшегося сальника, сорванного нагнетательного шланга и др.

Запрещается:

- работать без ограждений и при их неисправности;
- оставлять на ограждениях какие-либо предметы;
- снимать ограждения или часть их до полной остановки подвижных частей;
- ходить по ограждениям или под ними;
- выходить за ограждения, перешагивать через не ограждённые движущиеся части машин и механизмов, не огражденные канаты или касаться их;
- работать без рукавиц, каски, в не застёгнутой широкополой спецодежде, в шарфах и платках со свисающими концами;
- работать при отсутствии или неисправности контрольно-измерительных приборов.

Перед пуском механизмов и включением аппаратуры и приборов необходимо дать предупредительный сигнал.

Во время работы механизмов запрещается:

- ремонтировать их, подтягивать крепления, регулировать, чистить, смазывать непредусмотренным способом;
- притормаживать движущиеся части механизмов, надевать, снимать, направлять ремни, канаты или кабели на барабаны, как при помощи ломов, ваг, так и непосредственно руками;
- включать приводы механизмов без предупреждения и не убедившись в том, что это безопасно для остальных членов бригады;
- включать приводы устройствами, не предназначенными для этой цели [3].

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91 [2].

При проведении работ по опробованию необходимо соблюдать технику безопасности, так как штучной отбор проб будет осуществляться с помощью специальных инструментов (молоток, кайло). Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за острую кромку или заусенец инструмента можно получить травму вплоть до смертельного исхода. Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами; соблюдение формы одежды (все пуговицы на одежде должны быть застегнуты, полы одежды не должны болтаться); периодическая проверка технического состояния используемых при отборе проб инструментов, повышенное внимание на рабочем месте [16].

Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.

Применяемый ручной инструмент (зубило, гаечный ключ, отвертки, ломы, напильники и др.) должен отвечать следующим требованиям:

- рукоятки инструментов ударного действия - молотки, кувалды - должны изготавливаться из сухой древесины твердых и вязких пород, гладко обработаны и надежно закреплены;

- рукоятки молотков и кувалд должны быть прямыми, а в поперечном сечении иметь овальную форму. К свободному концу рукоятки должны несколько утолщаться (кроме кувалд) с тем, чтобы при взмахах и ударах инструментов рукоятка не выскальзывала из рук. У кувалд рукоятка к свободному концу несколько сужается. Ось рукоятки должна быть перпендикулярна продольной оси инструмента;

- для надежного крепления молотка и кувалды рукоятку с торца расклинивают металлическими и завершенными клиньями. Клинья для укрепления инструмента на рукоятки должны быть из мягкой стали;

- бойки молотков и кувалд должны иметь гладкую, слегка выпуклую поверхность без косины, сколов, выбоин, трещин и заусенцев.

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

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

Острые кромки, заусеницы и шероховатость имеют место быть на поверхности инструментов и труб. При неосторожном и невнимательном 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 [1];
- плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;
- проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств;
- очистка узлов и деталей от наружной грязи;
- проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения;
- необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

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

Таблица 3.4 – Индивидуальные средства защиты

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

Электрический ток

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое, биологическое, механическое. К факторам, определяющим действие тока на организм, относятся сила тока, время воздействия, вид тока, частота переменного тока, место приложения, состояние здоровья, возраст, влажность.

Источником электрического тока в буровых и рабочих помещениях могут выступать неисправность электропроводки, выключателей, розеток, вилок, рубильников, переносимых ламп, любые неисправные электроприборы.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 [4] устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц (в 4...5 раз опаснее постоянного).

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА.

Расчет заземления на буровой необходим для того, чтобы при попадании молнии в буровое здание рабочий персонал не пострадал от воздействия электрического тока и для того, чтобы буровая установка не вышла из строя [5].

Сопротивление одного электропровода производится по формуле:

$$R_3 = 0,336 \cdot \left(\frac{\rho}{L}\right) \cdot \left(\text{Ln} \cdot \left(\frac{2L}{d}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \text{Ln} \cdot \left(4h + \frac{L}{4h} - L\right)\right), \quad (3.1)$$

где L – длина электропровода, $L = 5$ м; d – диаметр электропровода, $d = 0,05$ м); ρ – удельное сопротивление грунта, (удельно сопротивление грунта берем из таблицы 3.4); $\rho = 100$ Ом*м; h – глубина заложения, $h = 1$ м.

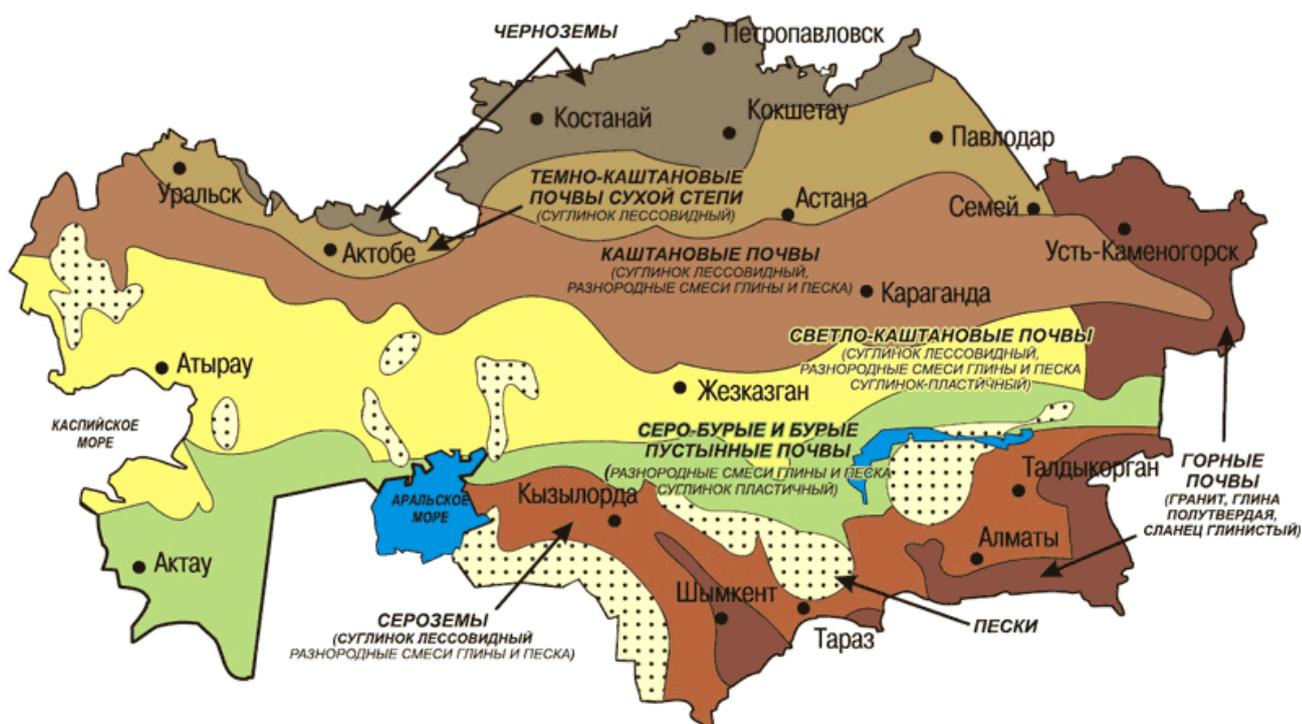


Рис. 3.1 – Типы грунтов республики Казахстан и их удельные электрические сопротивления (карта)

Удельно электрическое сопротивление в формуле (3.1) берем из таблицы 3.5.

Таблица 3.5 – Типы грунтов республики Казахстан и их удельные электрические сопротивления

Тип грунта	Ом*м
Известняк поверхностный	5 050
Гранит	2 000
Базальт	2 000
Песчаник	1 000
Гравий однородный	800
Песчаник влажный	800
Гравий глинистый	300
Чернозём	200
Разнообразные смеси глины и песка	150
Суглинок лесовидный	100
Глина полутвёрдая	60
Сланцы глинистые	55
Суглинок пластичный	30
Глина пластичная	20
Подземные водоносные слои	5

$$R_{\text{э}} = 0,336 \cdot \left(\frac{100}{5}\right) \cdot \left(\text{Ln} \cdot \left(\frac{2 \cdot 5}{0,05}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \text{Ln} \cdot \left(4 \cdot 1 + \frac{5}{4 \cdot 1} - 5\right)\right) = 30,9 \text{ Ом}$$

Необходимое число заземлений рассчитывается по формуле:

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

где $R_{\text{доп}}$ – допустимое сопротивление заземления, $R_{\text{доп}} = 10 \text{ Ом}$.

$$n = \frac{30,9}{10} = 3,09 \text{ шт.}$$

Из этой формулы число заземлений принимаем за 3 штук.

Сопротивление соединительной полосы:

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

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

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

$$L_n = 1,05 \cdot 2 \cdot 5 = 10,5 \text{ м.}$$

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

$$L_0 = 10,5 \cdot 3 = 31,5 \text{ м.}$$

$$R_n = 0,336 \cdot \left(\frac{100}{10,5}\right) \cdot Lg \left(2 \cdot (10,5)^2 / (31,5 \cdot 0,8)\right) \cdot 2 = 9,1 \text{ Ом.}$$

Общее заземление контура определяется по формуле:

$$R = \frac{1}{\left(\frac{n_{ВЭ}}{R_э}\right) \cdot 5 + \left(\frac{n_{ЭТ}}{R_n}\right)}, \quad (3.6)$$

где $n_{ВЭ}$ – коэффициент, учитывающий взаимное экранирование, $n_{ВЭ} = 0,8$; $n_{ЭТ}$ – коэффициент экранирования труб, $n_{ЭТ} = 0,8$

$$R = \frac{1}{\left(\frac{0,8}{30,9}\right) \cdot 5 + \left(\frac{0,8}{9,1}\right)} = 4,7 \text{ Ом.}$$

$R < R_{доп}$, из чего следует, что рассчитанная схема заземления пригодна для использования. Схема заземления приведена на рисунке 3.2.

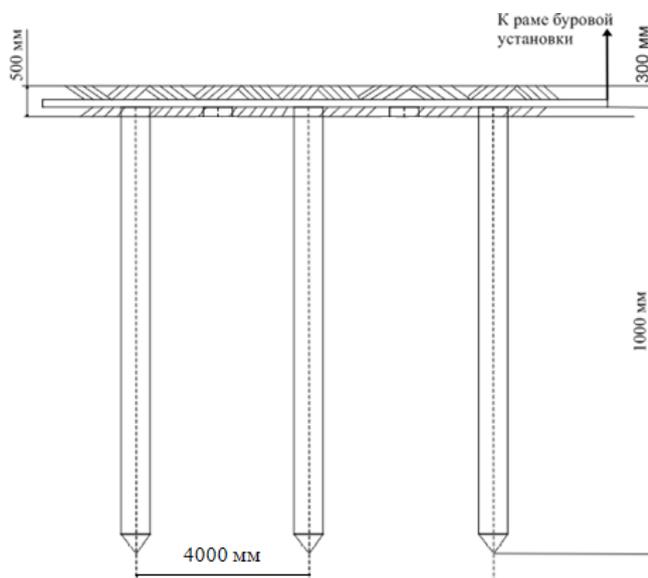


Рис. 3.2 – Схема заземления

3.2.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Геологоразведочные работы будут проводиться в летний период. Максимальная температура воздуха на данной территории наблюдается в июле (+39 °С). Для предотвращения перегрева рабочего персонала предусматривается сооружение навеса, использование легкой и свободной одежды, головных уборов.

Нормативные документы по охране труда предусматривают защиту работающих от неблагоприятных условий труда, в том числе при работе на открытом воздухе.

В жаркие, солнечные дни, как бы ни было жарко, рабочие будут в одежде (из хлопчатобумажной или льняной ткани) и в головном уборе. Также для профилактики неблагоприятного влияния высокой температуры воздуха будут соблюдаться рациональное питание и правильный питьевой режим.

В дождливые дни приостанавливаются все работы кроме буровых, а во время грозы приостанавливаются и буровые работы [17].

Недостаточное освещение рабочей зоны.

Из-за запыленности рабочей зоны светильники на буровых установках должны 1 раз в месяц очищаться от пыли, копоти, грязи, а стекла световых проемов — по мере загрязнения, но не реже 1 раза в полугодие.

Освещение рабочих мест должно обеспечиваться стационарными источниками общего освещения, а при недостаточности общего освещения устанавливается дополнительно местное освещение у станков, механизмов и др. Светильники местного освещения оборудуются отражателями из непросвечивающего материала.

Таблица 3.2 – Нормы освещенности и ориентировочное размещение светильников на буровой установке с вышкой высотой до 18 м

Место освещения	Освещенность, лк	Светильник типа У		
		Место установки	Число	Мощность, кВт
Рабочие места у бурового станка (ротора, лебедки)	40	Сбоку от механизмов на высоте 2,2—2,5 м	2	200
Щиты контрольно-измерительных приборов	50	Перед приборами	1	100
Полаты, площадка для кронблока	25	Над полатами и кронблоками на высоте не менее 2 м	2	100
Двигатели, насосы	25	Над механизмами на высоте 2,2—2,5 м	2	100
Слесарный верстак	40	Над верстаком	1	100
Лестницы, входы в буровую, приемный мост, зумпф для промывочной жидкости	10	На высоте 2,2—2,5 м	3–4	100

СП РК 2.04-104-2012 Естественное и искусственное освещение [6].

Необходимо предусматривать аварийное освещение напряжением до 12 В в опасных зонах рабочих мест и в случае внезапного отключения постоянного освещения при непрерывном производстве. Оно должно обеспечивать освещенность не менее 10 % от установленной нормами [16].

Повреждения в результате контакта с насекомыми.

Повреждения в результате контакта с насекомыми, имеет особое значение, так как в районе много кровососущих насекомых комаров, мошки, клещей. Имеются случаи заболевания клещевым энцефалитом, в результате которого происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Заболевание начинается через две недели после укуса клеща, сопровождается высокой температурой. Клещи располагаются на ветвях деревьев, кустарниках и травах и цепляются за одежду проходящего человека. Клещи наиболее активны в конце мая – середине июня в любое время суток и в любую погоду, кроме сильных дождей.

Для предотвращения укусов клещей все работники полевых подразделений должны быть обеспечены соответствующими средствами защиты (энцефалитными костюмами, индивидуальными медицинскими пакетами, средствами защиты (репелленты), пологи и др.) [7].

Повышение уровней шума и вибрации.

Шум является одним из наиболее распространенных неблагоприятных факторов. Уровни шума и вибрации оборудования определяются его конструкцией, качеством изготовления, техническим состоянием узлов и деталей, частотой вращения, а также качеством монтажа оборудования на раме (фундаменту) установки. Для предотвращения или уменьшения распространения колебаний до уровня, допустимого нормами, необходимо принимать следующие меры [13].

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

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

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

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;
- установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-2014); [8].

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

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

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

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

Таблица 3.3 – Влияние вибраций на организм человека [13]

<i>Амплитуда колебаний вибрации, мм</i>	<i>Частота вибрации, Гц</i>	<i>Результат действия на организм человека</i>
до 0,015	различная	Не влияет
от 0,016 до 0,050	40-50	Нервное возбуждение
от 0,051 до 0,10	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
от 0,101 до 1,30	40-50	Возможно заболевание виброболезнью
от 0.101 до 1,30	100-500	Возникает виброболезнь

Применять различные средства звуко- и виброизоляции. В качестве наиболее простого изолирующего от шума приспособления используют звукоизолирующий капот, полностью закрывающий шумящее оборудование и позволяющий снизить шум на 15-20 дБ, особенно в области высоких частот, наиболее вредных для человеческого организма.

Например, интенсивность шума выхлопа современных дизелей весьма высока и колеблется в пределах 100-120 дБ, поэтому на двигателях необходимо устанавливать глушители. Строго соблюдать правила монтажа и крепления оборудования.

Регулярно осуществлять профилактические осмотры, плановые ремонты и контроль за техническим состоянием оборудования во избежание возникновения дополнительного шума из-за повышенного износа деталей и

узлов. После ремонта обязательно проводить контроль параметров шума и вибрации; не допускать эксплуатации неисправного оборудования.

3.3. Экологическая безопасность

Одним из перспективных направлений решения этих задач является разработка замкнутой безотходной технологии бурения скважин с использованием полуавтономных колонковых буровых снарядов на грузонесущем кабеле. Безопасное внедрение в подстилающие ледники толщи воды или водосодержащих пород возможно при создании в призабойной зоне скважины условий, исключающих взаимодействие заполняющих скважину технологических растворов с подледниковыми жидкостями. Такая технология позволяет на порядок и более уменьшить массу и габариты необходимых бурения технических средств, трудовые, энергетические и материальные затраты на сооружение и исследование скважин. Это на порядок и более сократит стоимость и сроки проведения работ и существенно облегчит решение проблемы экологической безопасности их воздействия на окружающую природную среду (ОПС).

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

- все виды технических средств (оборудование, механизмы, устройства, инструменты и т.д.), используемые в любых технологических операциях;
- материалы, реагенты, очистные агенты, тампонажные композиции и другие вещества, применяемые в основных и вспомогательных технологических процессах и операциях, а также различные производственные отходы, сточные воды и пр.;

- технологические и иные операции, являющиеся составными частями проведения буровых работ;

- технологии бурения скважин.

Загрязнению подвергаются поверхностные участки суши или водных акваторий, где располагаются буровое, вспомогательное и исследовательское оборудование, необходимая инфраструктура для проведения работ: поверхностные и подземные воды: атмосфера, а также связанные с ними биосистемы, Особенно сложно при оценке уровня экологической безопасности определение качественных и количественных показателей воздействия источников загрязнения на объекты окружающей среды.

Наибольшую опасность для ОПС из приведенного перечня источников загрязнения представляют широко используемые в технологиях бурения скважин многокомпонентные очистные агенты и тампонажные композиции. По результатам экспериментальных и производственных исследований установлено, что важнейшим фактором, определяющим экологическую опасность ОП при бурении скважин в ледниках, является интенсивность физико-химического взаимодействия этих агентов и композиций со льдом. По этому фактору при бурении скважин в криолитозоне и ледниках существует следующая последовательность очистных агентов по нарастанию степени их экологической опасности: сжатый воздух, газо-жидкостные смеси (ГЖС), органические гидрофобные жидкости, полимерглинистые растворы, водные растворы полимеров и поверхностно-активных веществ (ПАВ), бентонитовые растворы, техническая вода, солевые растворы. При строительстве буровой загрязнение атмосферы в основном ограничивается выбросами в атмосферу отработанных газов от двигателей транспортных средств [18].

Работа дизельных установок в течение года на одной буровой обеспечивает выброс в атмосферу до 2 т УВ и сажи, более 30 т оксида азота, 8 т оксида углерода,

5 т сернистого ангидрида. Перевод буровых станков на электропривод позволит снизить расход нефтепродуктов, уменьшить загрязнение территории и ликвидировать выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива.

В период проходки скважины негативное воздействие на почвенный слой, поверхностные и подземные воды оказывают буровые растворы, расход которых на один объект может достигать 30 м³ /сут. Кроме того, при бурении скважин возможно применение нефтепродуктов в объеме до 1 тыс. т в год.

Временное воздействие проектируемых работ на недра связано с проходкой буровых скважин, шурфов и канав, и отбором части добытых горных пород в качестве проб для анализов и технологических испытаний.

Проектом предусмотрена рубка и расчистка на буровых площадках площади от кустарника, ущерб восполняется лесному хозяйству. При оборудовании площадок под буровые работы воздействие на почвенный слой незначительные. При бурении скважин поверхностный слой практически не нарушается. После окончания бурения скважин площадки и подъездные пути вдоль линий очищаются от порубочных остатков. После удаления бурового оборудования и очистки площадки структура почвенно-растительного слоя самовосстанавливается.

В процессе горных работ предполагается нарушение почвенного покрова. Предусматривается проходка горных выработок вручную с последующей их засыпкой, т.е. способом, наименее наносящим ущерб экологии. Планируется рекультивация нарушенных земель.

По опыту работ, уже по истечению 10–12 лет почвы задерновываются, просеки зарастают, следы подобных работ бывает очень трудно отыскать на местности. Можно с уверенностью утверждать, что по истечению этого времени ландшафт полностью восстанавливается, приобретая свой естественный облик.

С целью уменьшения воздействия проектируемых работ на почвы и максимального сохранения поверхности в ее естественном природном состоянии предусматривается следующее:

1. Рациональное размещение на местности сети разведочных линий, площадок под буровые скважины и каналы, и подъездных путей к ним с максимальным использованием существующей системы дорог, естественных лесных полян и старых вырубков.

2. Минимально необходимый объем вырубки леса по согласованию с лесопользователями, с возмещением ущерба лесному хозяйству.

3. Предварительное снятие плодородного почвенного слоя при подготовке площадок для буровых скважин, шурфов и каналов на глубину 0,3 м со складированием вблизи площадок и последующей обратной укладкой почвенного слоя после ликвидации скважин и засыпки каналов и шурфов.

4. Очистка буровых площадок от мусора, заравнивание подъездных путей и сдача землепользователям по акту.

5. Передвижение техники, транспортировка персонала и грузов к месту работ по существующим дорогам и вырубкам.

6. Пробуренные скважины после документации керна ликвидируются с тампонажем глинистым раствором и установкой пробки в соответствии с требованиями «Временной инструкции по проведению ликвидационного тампонирувания геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые». После документации и отбора технологических проб каналы и шурфы засыпаются грунтом, вынутым в процессе проходки. С учетом уплотнения и проседания грунта насыпается горка над устьем горной выработки. Сверху укладывается почвенно-растительный слой отдельно складированный ранее [18].

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

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

- природные;
- техногенные;
- военные.

Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации).

Одной из самых вероятных ЧС являются пожары.

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

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

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

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

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

За пожарные щиты отвечает ГОСТ 12.4.009-83 [9].

Все пожарное оборудование – щиты, стенды, бочки с водой, ящики с песком, инструмент, техника – маркируется красным цветом.

Окантовка пожарного щита – от 3 до 10 сантиметров шириной. Поле для размещения инструмента – контрастно белое. Окантовка может быть выполнена чередующимися наклонными белыми и красными полосами, угол наклона от 45 до 60 градусов.

Щит пожарный ЩП-Е укомплектован для тушения пожаров класса Е. Класс пожара Е - горение установок и оборудования, находящихся под электрическим напряжением.

Таблица 3.6. Комплектация пожарного щита ЩП-Е

Огнетушитель порошковый ОП-8 / ОП-4 / ОУ-3, шт	1,1,2
Крюк с деревянной рукояткой, шт	1
Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик, шт	1
Полотно противопожарное, шт	1
Лопата совковая, шт	1
Ящик для песка 0,5 м ³ , шт	1

Мероприятия противопожарной безопасности:

- проведение инструктажей по пожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем;

- огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки;
- разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки;
- полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов.

Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время освещены, в зимнее время расчищены. Площадки для хранения топлива и горюче смазочных материалов располагается не ближе 50 м от буровой установки. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы, при возникновении пожара, разлившаяся горючая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке [10; 11]

3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

К самостоятельному выполнению работ по бурению скважин допускаются лица в возрасте от 18 лет, 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.

Вновь поступающие на работу должны пройти вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте. О проведении вводного инструктажа и проверке знаний делается запись в журнале регистрации

вводного инструктажа (личной карточке инструктажа) с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

При нарушении рабочими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда, а также при перерывах в работе более чем на 30 календарных дней с рабочими проводится внеплановый инструктаж.

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 [19].

3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При проведении буровых работ буровые установки обеспечиваются контрольно-измерительной аппаратурой, средствами механизации и автоматизации, согласно существующим требованиям безопасности при бурении скважин [13]. Буровые площадки должны иметь соответствующие размеры для размещения оборудования и проезда транспорта. Перед началом опасных работ (перевозка вышки, ликвидация аварий и осложнений и т.д.) буровым мастером (или лицом, его заменяющим) проводится, дополнительный инструктаж по безопасному ведению работ

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ

4.1. Организация ремонтной службы

АО «Шакляцинк» имеет в своём пользовании передвижные пункты технического обслуживания, ремонта и восстановления. Так же организованы дополнительные участки хранения горюче-смазочных материалов, взрывчатых веществ, шин и других расходных материалов.



Рис. – Передвижной пункт технического обслуживания и ремонта бурового оборудования

Для обеспечения функционирования рудника «Шакляцинк» имеет обогатительную фабрику с получением свинцового и цинкового концентратов, хвостохранилище, водохозяйственные объекты, включающие водоводы для поставки воды и отведения стоков, объекты обращения с отходами и вспомогательные объекты, которые необходимы для обеспечения функционирования вышеуказанных объектов (участки ремонта и технического обслуживания, места хранения оборудования и материалов, система распределения энергии и природного газа, жилые и административные здания).

4.2. Организация энергоснабжения

В настоящее время электроснабжение площадки осуществляется от региональной энергосистемы от подстанции «Яныкурган» (35/6 кВ) по двум воздушным линиям электропередач длиной 18,5 км и напряжением 220 кВ. Предусматривается, что существующая подстанция на площадке рудника будет соответствующим образом модернизирована для обеспечения подачи электроэнергии на площадку из региональной энергосети. Для электроснабжения новых производственных объектов может потребоваться строительство дополнительных подстанций. На территории производственной площадки подача электроэнергии осуществляется по воздушным линиям электропередач и кабельным линиям напряжением 6 кВ и 0,4 кВ.

4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов

Для снабжения рудника водой технического качества служит Шалкиинское месторождение подземных вод с водозабором вблизи пос. Жанакорган. Месторождение разведано в долине р. Сырдарья, на расстоянии 18 км от рудника, Подземные воды приурочены к сенонским отложениям верхнего мела, представленных разнородными песками мощностью от 12 до 25 м.

В пределах водозабора мощность водоносного горизонта составляет 23 м. Глубина залегания уровня подземных вод изменяется от 12 до 195 м. Воды напорные, пьезометрический уровень устанавливается от 11 м ниже до 5,5 м выше поверхности земли. Величина напора достигает 184 м. Дебит скважин изменяется от 3,4 до $21,7 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}$ при понижении уровня соответственно на 10–12,4 м. Подземные воды горизонта – пресные с

минерализацией $0,3-0,6 \frac{\text{г}}{\text{дм}^3}$, по химическому составу – гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые.

Для водоснабжения базы и буровой установки используется «водовозка» в количестве 2 машин, для обеспечения приготовления бурового раствора, а также для снабжения питьевой водой персонала, на базе автомобиля «Урал 4320-1951-60М». На буровую вода завозится несколько раз в сутки.

Для приготовления бурового раствора возле буровой установки ZBO S15 присутствует миксер бурового раствора, который в свою очередь для перемешивания бурового раствора, а затем осуществляется подача его в колонну бурильных труб.

4.4. Транспортный цех

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

1. Вахтовый транспорт (ПАЗ, УАЗ) – для доставки персонала от базы партии до участка работ и обратно;
2. Грузовой транспорт (УРАЛ, ГАЗ) – транспортировка необходимых грузов с базы, доставка дизтоплива на буровую;
3. Служебный транспорт (УАЗ, УРАЛ, ПАЗ) – для доставки смен к месту буровых работ, для привоза работников геологических и других служб;
4. Бульдозер Т-170 МБ – используется для планирования площадок под буровые установки и для передвижения бурового оборудования;
5. Водовозный транспорт (Урал 4320-1951-60М) – для доставки воды на буровую.

4.5. Связь и диспетчерская служба

На месторождение «Шалкия» средством связи являются портативные радиостанции Baofeng UV-5R, а также сотовые телефоны, но сигнал принимают только два оператора сотовой связи.

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 руководителям организации.

5. Специальная часть, экспериментальная буровая установка ZBO S15 завода бурового оборудования

Современная буровая установка – это сложный комплекс различных по назначению машин, механизмов, сооружений, приборов, инструмента, с помощью которых осуществляются все процессы, связанные с бурением скважин. Кроме того, буровая установка должна обеспечить нормальные условия работы для обслуживающего персонала (освещение, отопление, удобство эксплуатации, техника безопасности и др.).

Поэтому современная буровая установка для выполнения такого многообразия функций состоит из большого количества сложных механических, гидравлических, электрических и других машин и механизмов, контрольно-измерительной аппаратуры, средств управления и т.д.

5.1. Буровая установка ZBO S15

Основными классификационными признаками буровых установок являются: назначение, транспортная база, глубина бурения, условия применения, диаметр скважин, способ бурения. С точки зрения буровой механики, наибольший интерес представляет классификация буровых установок по транспортной базе и условиям применения. По этим признакам все установки делятся на: *стационарные, передвижные и самоходные*.

Стационарные буровые установки применяют при длительном бурении скважин или в труднодоступных районах, куда не может быть доставлена передвижная установка или пройти самоходная. Стационарная установка перевозится по частям и монтируется на месте сооружения скважин. Такие установки, как правило, применяются при бурении глубоких геологоразведочных скважин (более 2000 м) на твердые полезные ископаемые или скважин на нефть и газ.

Передвижные установки монтируются чаще на саях, реже – на прицепах с колесным ходом и транспортируются с точки на точку тягачами. В настоящее время основной объем геологоразведочных скважин бурится передвижными буровыми установками, которые мобильнее стационарных и, в отличие их от самоходных, могут использоваться круглогодично в любых климатических условиях.

Самоходные установки монтируются на шасси автомобиля или трактора и предназначены, как правило, для бурения неглубоких или средней глубины скважин при наличии дорог и слаборасчлененного рельефа.

Буровая установка ZBO S15 для геологоразведочного бурения методом ССК на твердые полезные ископаемые создана взамен канадского станка, но по сравнению с ним обладает целым рядом конкурентных преимуществ.



Рисунок 1 – Буровая установка ZBO S15

Откидной трубодержатель – это собственная разработка Завода бурового оборудования. Его конструкция за счет действия газовой пружины обеспечивает удержание колонны при отсутствии давления в гидросистеме, кроме того, позволяет использовать трубы большого диаметра. Захват челюстей равномерно распределяется вокруг бурильной колонны, чтобы уменьшить износ труб. Трубодержатель клиновой конструкции обеспечивает удержание колонны при отсутствии давления в гидросистеме. Особенностью конструкции являются, внутренняя корзина из нержавеющей

стали и с армированными кулачками твердосплавными вставками.



Рисунок 2 – Трубодержатель

Вращатель – является подвижным, ротационным (вращательным устройством, использованным с ЧПУ – числовым программным управлением) устройством вращения с четырьмя скоростями, обеспечивающими необходимый крутящий момент и диапазон оборотов для бурения горной породы и получения керна, также имеет возможность откидывания. Блок вращения может эффективно производить буровые работы с углами от 45 до 90 градусов.

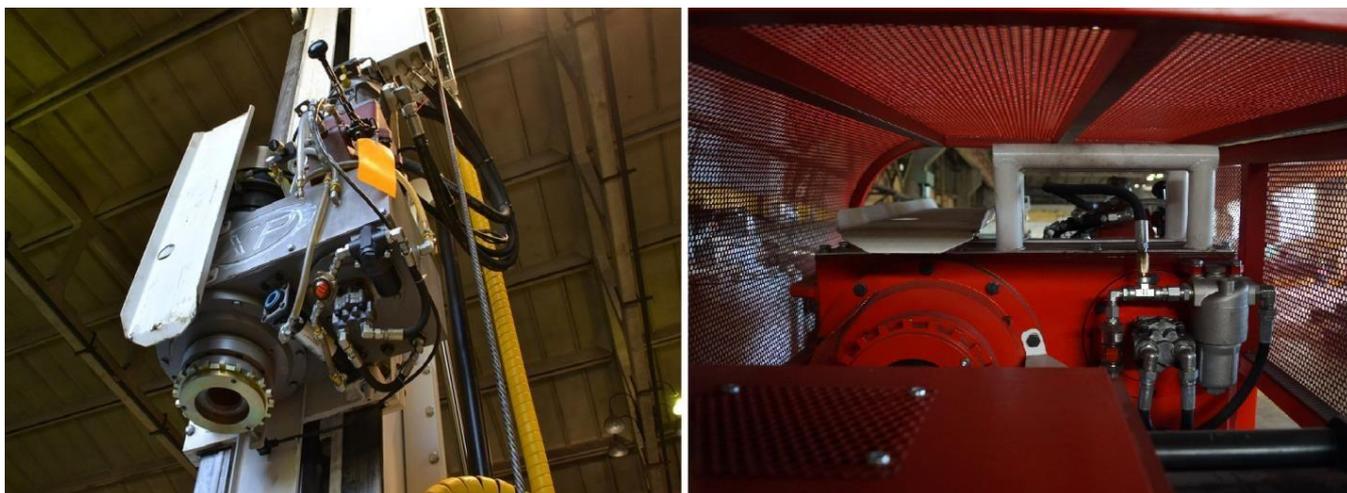


Рисунок 3 – Вращатель

Также на вращателе установлена **коробка передачи Funk** с четырьмя передачами.

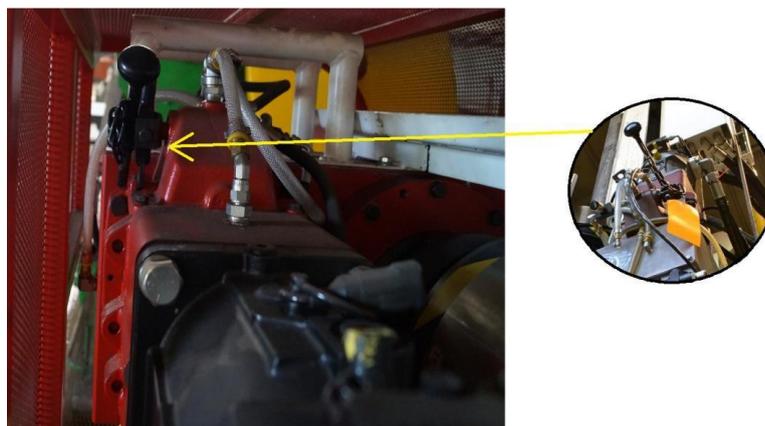


Рисунок 4 – Коробка передачи Funk

Телескопическая мачта и система подачи – является прочной и надежной конструкцией, которая обеспечивает минимальные вибрации, вертикальных буровых скважин и оптимальную грузоподъемность. Мачта складывается для удобства транспортировки и выдвигается за счет подачи вращателя. Сокращает время работы и ресурсы при подготовке к бурению, а также при его завершении. Позволяет работать со свечами длиной 6 м. Перемещение мачты на 1,4 м по нижней каретке упрощает смену буровой коронки.

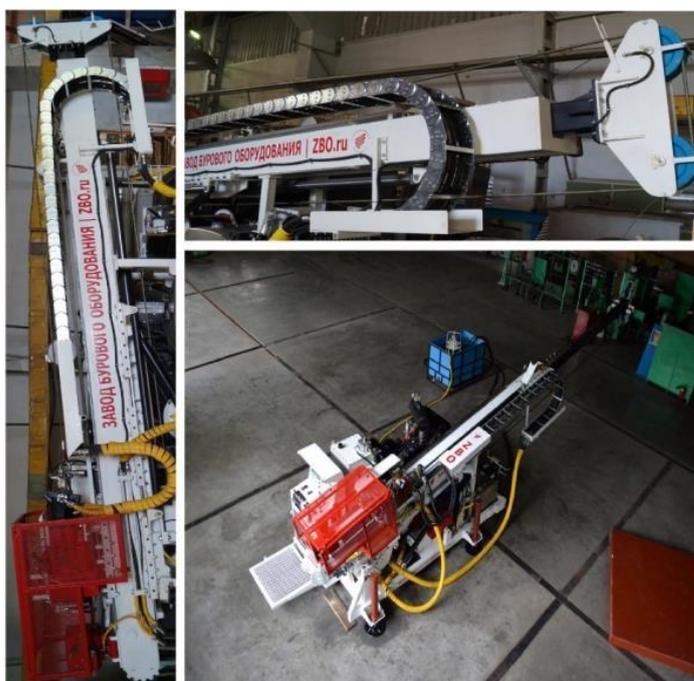


Рисунок 5 – Телескопическая мачта и система подачи

Лебедка основная – предназначена для проведения спуско-подъемных операций, удержания колонны бурильных труб на весу в процессе бурения или промывки скважины, подъема бурильной колонны и труб при наращивании.



Рисунок 6 – Лебедка основная

Лебедка ССК (вспомогательная) – это собственная разработка Завода бурового оборудования. Предназначена для спуска и подъема съемного кernoприемника при помощи овершота. Также присутствует механизм укладки троса. Осуществляет равномерную намотку троса, способствуя более равномерному режиму работы лебедки и увеличивая срок службы троса.

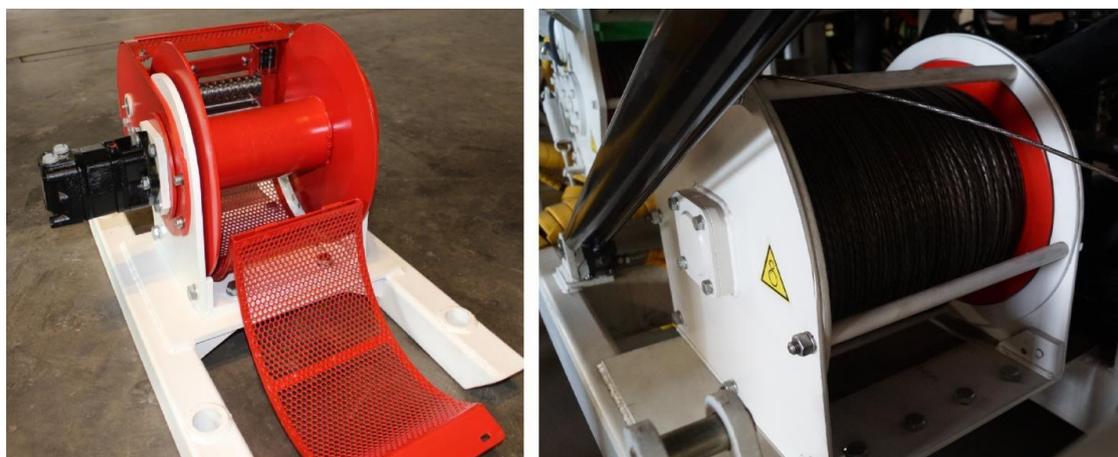


Рисунок 7 – Лебедка ССК (вспомогательная)

На установке присутствует **кабельшлёр** это кабеленесущая система, она применяется для защиты и прокладки силовых и сигнальных кабельных систем. Для защиты направляющих и кабелей используют телескопические и гофрированные кожухи, пружинные и ленточные спирали, очищающие скребки и щетки. Для сложных производств используются транспортные системы Kableschlepp с высокой степенью защиты исполнительных механизмов и движущихся элементов. Для них же применяют кабельные системы с высокой устойчивостью к механическим и химическим воздействиям.



Рисунок 8 – Защитное устройство кабелей (Кабельшлёр)

Система контроля и регистрации ZBO Drill Control. Привычное гидравлическое управление буровой установки ZBO S15 дополнено электронным – ZBO Drill Control. Эта система позволяет в реальном времени отображать на экране технологические характеристики процесса бурения (частота вращения, вес колонны, усилие на забой, крутящий момент колонны, расход и давление бурового раствора, контроль систем дизельного двигателя), а также производить их запись и хранение в процессе работы с возможностью передачи на USB-носитель.

Эта система позволяет контролировать работу буровой установки и сохранять данные для профилактики сбоев и анализа причин простоев.

Все данные выводятся на монитор в метрических единицах на русском языке.



Рисунок 9 – Система контроля и регистрации ZBO Drill Control

Система ZBO Drill Control фиксирует следующие параметры:

- частота вращения;
- вес колонны;
- усилие на забой;
- расход и давление бурового раствора;
- контроль систем дизельного двигателя;
- крутящий момент;
- скорость бурения;
- индекс углубки;
- контроль датчиков буровой установки;
- количество топлива в баке.

Основной привод. Дизельный двигатель Cummins QSB 6.7 устанавливается на промышленное оборудование, спецтехнику, сельхозтехнику, генераторы и т.д. Существует 12 и 24 клапанные модификации двигателя Cummins QSB 6.7. Все модификации Cummins QSB 6.7 оснащаются турбокомпрессором и интеркулером (охладителем надувочного воздуха).

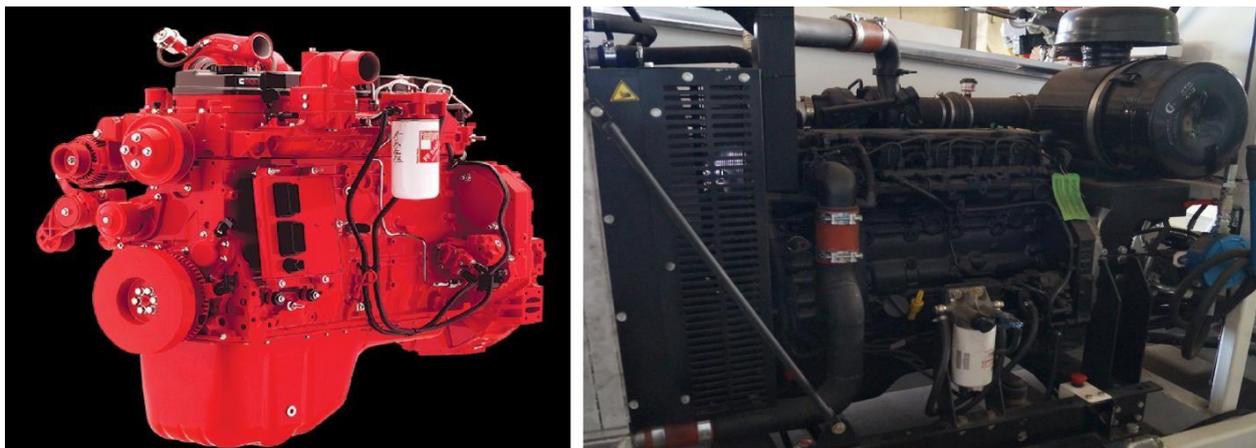


Рисунок 10 – Дизельный двигатель Cummins QSB 6.7

Буровой насос W1122 обеспечивает подачу и циркуляцию раствора в скважине, который в свою очередь поднимает шлам (разбуриваемую породу) на ее поверхность, тем самым очищая дно забоя. В зависимости от конструктивного исполнения все агрегаты делятся на 2-х и 3-х поршневые. Манифольд в свою очередь присоединяется к буровому насосу.



Рисунок 11 – Буровой насос W1122

- Буровой станок имеет гидравлическую систему – к ней относятся:
- главный насос, отвечающий за вращение бурового вращателя и быстрое перемещение;
 - вторичный насос, за рабочее перемещение, а также за основную лебедку и лебедку ССК (вспомогательную);
 - вспомогательный насос отвечает за привод маслоохладителя (система охлаждения) и установку ориентации.



Рисунок 12 – Гидравлическая система

Миксер бурового раствора – используется для перемешивания бурового раствора, а затем осуществляется подача его в колонну бурильных труб. Также используются различные присадки, чтобы раствор не оседал на дне бака, в зимнее время суток буровой раствор, чтобы он не замерз, разогревают костром.

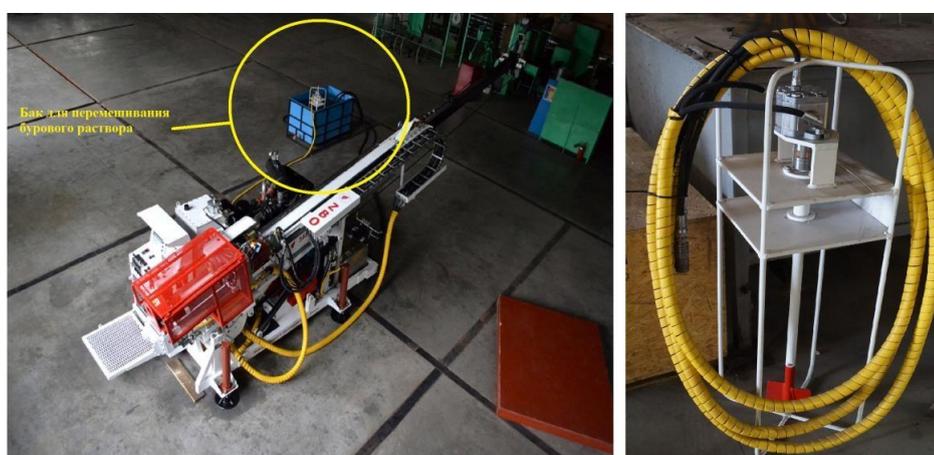


Рисунок 13 – Миксер бурового раствора

Транспортная база для буровой установки ZBO S15. Буровая установка ZBO S15 является универсальной, её можно использовать как стационарную за счет установленных на неё аутригеров, которые в свою очередь можно регулировать в системе контроля с помощью рычагов.

Также ZBO S15 можно установить на любое шасси грузоподъемностью свыше 10 тонн, с отбором мощности от двигателя самоходного шасси или с установкой дополнительного двигателя. Для удобства транспортировки с учетом особенностей можно использовать буровую установку на прицепе, на полозьях, а так же вариант самоходной буровой установкой на гусеничном ходу.



Рисунок 14 – Транспортная база на гусеничном ходу

Специальное буровое здание предназначено для укрытия бурового станка и дальнейшей работы в условиях частого перемещения на любые расстояния по дорогам любой категории сложности, в том числе, по бездорожью. Температура эксплуатации буровой установки варьируется от - 50 до +40°С. Армирование: жесткая конструкция рамы из швеллера, уголка и труб.

Крыша: предусмотрено 8 технологических люков для установки мачты в рабочее положение. Специальные механизмы позволяют легко открывать и закрывать люки, а так же обеспечивают их фиксацию в открытом положении. Для демонтажа двигателя (ДВС) при капитальном ремонте предусмотрено в конструкции укрытия возможность снятия части крыши.

Шасси: в зависимости от условий, буровой станок в здании может

быть поставлен на различные шасси, в том числе с креплениями для транспортировки вертолётom.

Габариты (ДхШхВ), мм:

- транспортное положение: 9500х2500х2600;
- рабочее положение: 9500х3700х10520.



Рисунок 15 – Специальное буровое здание

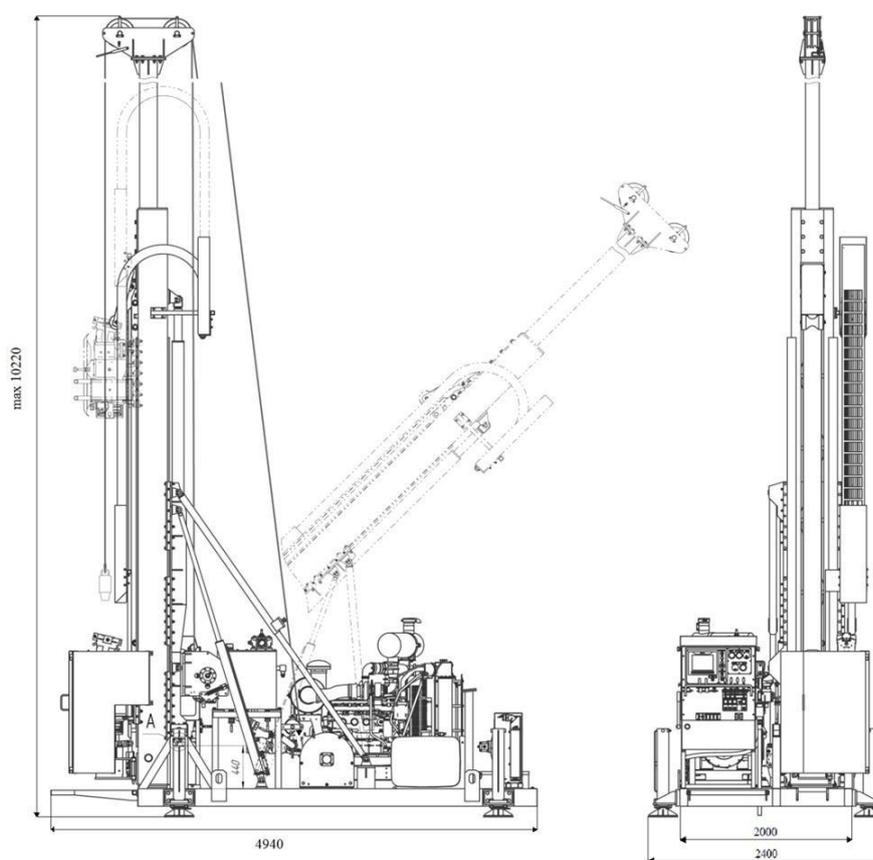


Рисунок 16 – Габаритные размеры буровой установки

Достоинства буровой установки:

- стоимость ZBO S15 ниже аналогичных импортных моделей на 30%;
- встроенная система контроля доступа и регистрации параметров бурения ZBO Drill Control;
- собственное сервисное обслуживание;
- запатентованная телескопическая мачта сокращает время работы и ресурсы при подготовке к бурению;
- достойная конкуренция зарубежным буровым установкам;
- буровая может устанавливаться на любой тип шасси;
- специальное буровое здание;
- вывод на панель управления буровых характеристик, что упрощает работу машинисту буровой установки;
- импортозамещение.

Вывод: буровая установка ZBO S15 является достаточно совершенной для бурения твердых полезных ископаемых в различных климатических условиях, имеет ряд преимуществ и достоинств, отличающие её от остальных отечественных буровых установок.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной главе будут представлены виды и объёмы проектируемых геологоразведочных работ, расчетная стоимость работ, расчет затрат времени и труда по видам геологоразведочных работ, календарный план работ, полиметаллического месторождения «Шалкия» Республика Казахстан с целью разведки данного месторождения.

Всё затраты, сметы на проведение геологоразведочных работ будут приведены в рублях, а также документация по которой будут производиться расчеты, это связано с тем, что на месторождение «Шалкия» Республика Казахстан должна будет прибыть буровая бригада из города Оренбурга завода бурового оборудования, которая в свою очередь будет проводить все геологоразведочные работы на данном месторождении.

6.1. Календарный план работ

В таблице 3.1. приведен календарный план работ на Шалкинском месторождении.

Таблица 3.1 – Выполнение работ на Шалкинском месторождении

Наименование основных видов работ и этапов их выполнения	Сроки выполнения	
	Начало	Окончание
Этап 1. Составление и утверждение проектно-сметной документации; сбор, анализ, комплексная интерпретация геологической, геофизической и геохимической информации. Подготовка макета геолого-поискового плана Шалкинского месторождения в масштабе 1:10000.	I квартал 2018 г.	II квартал 2018 г.
Этап 2. Выявление условий залегания, промышленных параметров залежей полиметаллических руд с использованием геофизических и буровых работ. Локализация перспективных участков с оценкой прогнозных ресурсов.	III квартал 2018 г.	IV квартал 2018 г.
Этап 3. Завершение разведочных работ. Локализация прогнозных ресурсов полиметаллических руд.	I квартал 2019 г.	II квартал 2019 г.

6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1. Технический план геологоразведочных работ

Виды и объем проектируемых работ приведены в таблице 3.1. и составлены по ГОСТ Р 53579-2009.

Таблица 3.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	1. Подготовительный период и проектирование		
2	1.1. Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований		
3	Выписки текста	95 стр.	29
4	Выписки таблиц	95 стр.	9
5	Выработки чертежей	95 стр.	1,7
6	1.2. Составление предварительных графических материалов		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:5000	чертёж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:5000	чертёж	1
9	Составление предварительного геологического плана Шалкинского м, м-б 1:10000	5 км ²	0,1
10	Составление текстовой части проекта на геологические работы	чел/мес	2
11	2. Полевые работы		
12	2.1. Буровые работы		
13	Бурение буровой установкой ZBO S15 с применением ССК-59	п.м	3145
14	2.3. Отбор и обработка проб		
15	Отбор проб по керну скважин	100	21
16	2.4. Геофизические исследования		
17	2.4.1. Геофизические исследования скважин		
18	Основной комплекс: два зонда КС, ГК-ГГК, ИК, кавернометрия	отр-смен на 1000 м.	1,7

6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

Подготовительные работы и проектирование

Содержание работ будет соответствовать ССН-92 из-за того, что на полиметаллическое месторождение «Шаклия» Республики Казахстан для проведения разведки прибудет буровая бригада из России от предприятия завода бурового оборудования г. Оренбург.

Подготовительные работы и проектирование

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований.

Общий объем сбора информации составит:

- текстовая – 1700 страниц;
- табличная – 345 страниц;
- графическая – 110 листов.

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

Затраты времени на сбор информации посредством выписки текста составят $1700/95 \times 1,08 = 19,32$ смен или 0,64 мес.

Затраты времени на сбор информации посредством выписки таблиц составят $345/95 \times 0,64 = 2,33$ смен или 0,07 мес.

Затраты времени на сбор информации (графических приложений) посредством выборки чертежей для копирования составят $1100/95 \times 0,22 = 2,5$ смен или 0,08 мес.

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

$$19,32 + 2,33 + 2,5 = 24,15 \text{ смен или } 0,77 \text{ мес.}$$

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

- начальник партии – $0,04 \times 24,15 = 0,97$ чел/смен;
- геолог 1 категории – $1 \times 24,15 = 24,15$ чел/смен.

Составление предварительных графических материалов

Составление схемы геологической изученности района работ масштаба 1:5000.

Объем работ – 1 чертеж размером 1,7 дм².

Затраты времени на изготовление обзорной карты района работ (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят $1,7/3 \times 1,85 = 1,04$ смен или 0,03 мес.

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

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

– техник-геолог 2 категории – $1 \times 1,04$ дн = 1,04 чел/дн.

Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:5000.

Объем работ – 1 чертеж размером 1,7 дм².

Затраты времени на изготовление обзорной карты района работ (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят $1,7/3 \times 1,85 = 1,04$ смен или 0,01 мес.

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

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

– техник-геолог 2 категории – $1 \times 1,04$ дн = 1,04 чел/дн.

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

Объем работ – 1 чертеж участка площадью 5 км².

Затраты времени на изготовление предварительного геолого-поискового плана Шалкинского месторождения (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 23, стр. 3, гр. 5; измеритель 10 км²) составят $5,0/10 \times 12,81 = 6,405$ смен или 0,2 мес.

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

– начальник партии – 0,04 чел/см;

– геолог 1 категории – 6,405 чел/см.

Составление текстовой части проекта на геологические работы.

Затраты времени приняты по опыту работы подразделений АО

«Шалкияцинк» в размере 1 мес. Работа по составлению сметы выполняется одним геологом 1 категории, одним геологом 2 категории и начальником партии.

Затраты труда составят:

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

Бурение

Бурение буровой установкой ZBO S15 с использованием комплекса ССК-59.

Объем бурения – 7704 пог. м, количество скважин – 12. Бурение колонковое в сложных геологических условиях – по песчанику, доломиту и известняку VII-IX категории.

Затраты времени на бурение скважин (диаметр бурения – 59 мм) по породам VII-IX категории буровой установкой ZBO S15 (таблица 3) рассчитываются с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 3.2 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины экспериментальной буровой установкой

№	Категория пород по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объем, ст-см.
1	2	3	4	5	6	7	8
3	III	76	360	0,07	ССН 93,т.5	1,1	27,72
5	VII	59	5796	0,21	ССН 93,т.5	1,5	1825,74
4	IX	42	1548	0,16	ССН 93,т.5	1,5	371,52
Итого:							2224,98

* Для всех скважин применяется коэффициент:

- коэффициент, учитывающий бурение пласта полезного ископаемого в сложных условиях отбора керна при глубине скважин выше 500 м, – 1,5.

- коэффициент, учитывающий бурение наклонных скважин – 1,1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (12 скв) $N_{\text{бур}} = 2224,98$ ст-см.

Расчёт затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровых установок:

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} \cdot n, \quad (6.1)$$

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

$$N_{\text{м-д}} = 0,65 \cdot 12 = 7,8 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

- промывка

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{пром}} \cdot n, \quad (6.2)$$

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

$$N_{\text{всп}} = 0,45 \cdot 12 = 5,4;$$

- крепление скважин обсадными трубами

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{обс}} \cdot n \quad (6.3)$$

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

$$N_{\text{всп}} = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{\text{ппр}} = N_{\text{бур}} / 103 \cdot 4; \quad (6.4)$$

$$N_{\text{ппр}} = 2224,98 / 103 \cdot 4 = 86 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах:

- каротаж

$$N_{\text{кар}} = H_{\text{общ}} \cdot n \quad (6.5)$$

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

$$N_{\text{кар}} = 7704 \cdot 4,96/1000 = 38,2 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{бур}} + N_{\text{м-д}} + N_{\text{всп}} + N_{\text{ппр}} + N_{\text{кар}}; \quad (6.6)$$

$$N_{\text{общ}} = 2224,98 + 7,8 + 5,4 + 86 + 38,2 = 2368,38 \text{ ст-см.}$$

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

- начальник участка – $0,07 \times 2368,38 = 165,78$ чел/дн;
- инженер по буровым работам – $0,05 \times 2368,38 = 118,4$ чел/дн;
- инженер-механик – $0,1 \times 2368,38 = 236,838$ чел/дн;
- буровой мастер – $0,29 \times 2368,38 = 686,83$ чел/дн;
- машинист буровой установки – $1 \times 2368,38 = 2368,38$ чел/дн;
- пом. машиниста буровой установки 1-ый – $1 \times 2368,38 = 2368,38$ чел/дн

Отбор и обработка проб.

Отбор керновых проб.

Объем работ: 3852 проб (пог. м), категория пород – III-IX.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную, категория пород – III-IX (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, стр. 1, гр. 5, измеритель – 100 м керна) составят: $3852/100 \times 5,83 = 224$ смен или 7,2 мес.

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

- геолог 2 категории – $0,1 \times 224 = 22,4$ чел/дн;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 224 = 224$ чел/дн;
- рабочий 3 разряда – $1 \times 224 = 224$ чел/дн.

Геофизические исследования

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

Объем работ: 95% от объема пог. м. скважин – 7318,8 м.

Затраты времени согласно ССН-3, ч. 5, т. 14, стр. 1, ст. 3 составят: $1548,5/1000 \times 4,96 = 18,98$ смен или 0,75 мес.

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

$$1548,5/1000 \times 4,96 = 18,98 \text{ смен или } 0,75 \text{ мес.}$$

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

- каротажник IV разряда – $1 \times 18,98 = 18,98$ чел/дн;
- машинист подъемника каротажной станции V разряда – $1 \times 18,98 = 18,98$ чел/дн;
- рабочий III разряда – $1 \times 18,98 = 18,98$ чел/дн.

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

Расчет производительности труда.

Расчет производительности труда за месяц производится по формуле:

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \cdot C; \quad (6.7)$$

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

$$P_{\text{см}} = 36,7/24,15 = 1,5;$$

$$P_{\text{мес}} = 1,5 \cdot 25,4 = 38,1.$$

Составление предварительных графических материалов:

$$P_{\text{см}} = 4,1/21,84 = 0,19;$$

$$P_{\text{мес}} = 0,19 \times 25,4 = 4,83.$$

Буровые работы.

$$P_{\text{см}} = 7704/2368,38 = 3,25;$$

$$P_{\text{мес}} = 3,25 \cdot 60 = 195.$$

Отбор и обработка проб.

$$P_{\text{см}} = 21/5,83 = 3,6;$$

$$П_{\text{мес}} = 3,6 \times 25,4 = 91,44.$$

Расчет количества бригад при буровых работах

Расчет необходимого количества бригад производится по формуле:

$$n = Q / (П_{\text{мес}} \cdot T); \quad (6.8)$$

где T – условное время выполнения работ в мес.

Расчет продолжительности работ осуществляется по формуле:

$$T_{\text{пл}} = Q / П_{\text{мес}} \cdot n; \quad (6.9)$$

Принимаем условное время проведения буровых работ за 9 месяцев. $n = 7704 / (195 \times 9) \approx 4$ бригад.

Чтобы выполнить объем за 9 месяцев необходима 4 бригады, но при этом конкретный срок выполнения будет равен:

$$T_{\text{пл}} = \frac{7704}{195 \cdot 4} = 9,8 \text{ месяца.}$$

6.3. Расчет сметной стоимости работ

6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат

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

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

Районный коэффициент оренбургской области составляет 1,15.
 Постановление Государственного комитета СССР по труду и социальным
 вопросам и Секретариата ВЦСПС от 02.07.1987 N 403/20-155

Таблица 3.3 – Сметно-финансовый расчет затрат

<i>Наименование должностей</i>	<i>Районный коэфф.</i>	<i>Оклад, руб</i>	<i>С учетом коэф- фициента (за 1 мес.)</i>	<i>С учетом коэффициент а (за 18 мес.)</i>
Основная зарплата:				
Директор	1,15	30000	34500	621000
Главный геолог	1,15	19800	22770	409860
Начальник партии	1,15	19800	22770	409860
Геолог 1 категории	1,15	13700	15755	283590
Геолог 2 категории	1,15	12100	13915	250470
Инженер по буровым	1,15	13700	15755	283590
Инженер по горным работам	1,15	13700	15755	283590
Механик	1,15	10700	12305	221490
Техник-геолог 2 категории	1,15	10700	12305	221490
Проходчик	1,15	6720	7728	139104
Горный мастер	1,15	8688	9991,2	179841,6
Буровой мастер	1,15	8688	9991,2	179841,6
Машинист буровой установки	1,15	7500	8625	155250
Помощник машиниста буровой установки	1,15	6110	7026,5	126477
Отборщик проб	1,15	5000	5750	103500
Дробильщик	1,15	5000	5750	103500
Рабочие 3 разряда (3 чел.)	1,15	5000	5750	103500
Бухгалтер	1,15	9500	10925	196650
Экономист	1,15	9500	10925	196650
Итого основная зарплата			248291,9	4469254,2
Дополнительная зарплата (7,9%)			19615,09	19616,09
Итого заработной платы			267906,99	4488870,29
Отчисления на соц. нужды (34%)			91088,37	91089,37
Итого			358995,36	4579959,66

6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Общая сметная стоимость геологоразведочных работ будет приведена в
 форме N СМ1.

Таблица 3.4 – Сметная стоимость геологоразведочных работ

Код	Наименование работ	Единицы измерения	Объём работ	Единичные расценки в текущих ценах, руб	Стоимость работ в текущих ценах, руб. (Индекс удор. =1)
I	Основные расходы				29805120
A	Собственно геологоразведочные работы				28942627
1	Проектирование и подготовительный период к полевым работам				192842
1.1	Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов				43840
1.1.1	Выписки текста	95 стр.	28	1000,2	28005,6
1.1.2	Выписки таблиц	95 стр.	7	1150,56	8053,92
1.1.3	Выборки чертежей	95 стр.	1,5	2179,69	3269,535
1.2	Проектирование				39329,055
1.2.1	Составление картограммы геологической изученности Шалкинского мр-я м-ба 1:5000	Чертёж	1	1498,79	1499
1.2.2	Составление картограммы геофизической изученности Шалкинского мр-я м-ба 1:5000	Чертёж	1	1498,79	1499
1.2.3	Составление предварительного геолого-поискового плана Шалкинского мр-я, м-б 1:10000	5 км ²	0,1	13618,25	1362
1.2.4	Составление текстовой части проекта	чел/мес	2	72320,91	144642
2	Полевые работы – всего				29363280,06
2.1	Отбор точечных (лигохимических) проб по керну скважин, категория IX, всего	100 проб	22,2	8370,61	185828
2.2	Разведочное бурение				24946913,8
2.2.1	Бурение буровой установкой ZBO S15 с применением ССК-59	ст-см	1471,1	16958	24946913,8
2.3	Геофизические исследования скважин, всего				25723,53408
2.3.1	Основной комплекс (два зонда КС, ГК-ГТК, кавернометрия)	отр-смен на 1000 м	2,928	8785,36	25723,53408
Б.	Сопутствующие работы и затраты				
	Транспортировка грузов и персонала (3%) от ПР				462449
II.	Накладные расходы, 12,9% от ОР				1011374
IV.	Плановые накопления, 20% от ОР				1770297
	Итого				10621782
	Компенсируемые затраты				871767
	Полевое довольствие (7%А+Б)				581179
V.	Доплаты (2%)				166051
	Рекультивация земель (1%)				83025
	Лесобилет (0,5%)				41512
	Резерв на непредвиденные расходы (6% А+Б)				498153
	Итого				11331702
	НДС 18%				2158506
	Всего				13490208

Вывод: общая стоимость геологоразведочных работ составит 13490208 рублей. Основные затраты на проведение работ связаны с затратами на

полевые работы, бурением скважин экспериментальной установкой ZBO S15 и транспортировкой все оборудования в том числе и буровой.

По будущим результатам геологоразведочных работ будет произведен подсчет запасов свинца и цинка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выпускной квалификационной работы были выполнены все запланированные технология и техника сооружения разведочных скважин для проведения разведочного бурения на месторождении «Шаклия». В геологическом разделе было произведено описание расположения проектируемых скважин, стратиграфический разрез, произведены подсчеты запасов полезного ископаемого.

В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, был произведен выбор технологии и техники для строительства скважин на месторождении «Шалкия». В работе представлено техническое описание новой экспериментальной буровой установки ZBO S15 и используемое буровое оборудование, 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 и борьбы с ними.

В специально части дипломной работы была рассмотрена новая экспериментальная буровая установка ZBO S15 завода бурового оборудования города Оренбурга, которой будут проводить разведочные работы на месторождении «Шалкия».

После окончания разведочных работ будут составлены и утверждены в установленном порядке ТЭО, также будет составлен геологический отчет с подсчетом запасов свинца и цинка.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные (с Изменением N 1).
2. ГОСТ 12.2.003-91: Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
3. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах».
4. ГОСТ 12.1.038-82: Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
5. ГОСТ 12.1.030-81: Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
6. СП РК 2.04-104-2012 Естественное и искусственное освещение.
7. ГОСТ 12.1.008-76: Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования.
8. ГОСТ 12.1.003-2014: Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.4.009-83: Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
10. ГОСТ 12.2.037-78: Система стандартов безопасности труда. Техника пожарная. Требования безопасности.
11. ГОСТ 27331-87: Пожарная техника. Классификация пожаров.
12. ГОСТ 12.2.108-85: Система стандартов безопасности труда. Установки для бурения геологоразведочных и гидрогеологических скважин. Требования безопасности.
13. ГОСТ 12.1.012-2004: Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

14. ГОСТ 12.0.003-2015: Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
15. ГОСТ 12.1.005-88: Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
16. ГОСТ 12.4.125-83: Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация.
17. Белов В., А.В. Ильницкой, Л.Л. Морозова, Г.П. Павлихин, Д.М. Якубович, А.Ф. Козьяков. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. МГТУ им. Н.Э. Баумана.
18. А.Г.Милютин, А.К.Порцевский, И.С.Калинин., Охрана недр и рациональное недропользование при горных, горно-разведочных и буровых работах. Учебное пособие для студентов специальностей: 080200 «Геологическая съёмка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» 080700 «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» Москва 2005 г. 150 с.
19. СН РК 1.03-05-2011 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».