

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 медно-никелевого месторождения «Еланское» (Воронежская область, Новохопёрский район)
УДК 550.822.7:622.24:553.43'481(470.324)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Аланаев Василий Васильевич		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геолого-методическая часть»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск 2018

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		

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	Аланаев Василий Васильевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Аланаеву Василию Васильевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Полевые работы на разведочной стадии геологоразведочных работ. Сооружение разведочных скважин при разведке медно-никелевого месторождения «Еланское» (Воронежская область, Новохоперский район).
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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 style="text-align: center;"><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – повреждения в результате контакта с насекомыми. – недостаточная освещенность рабочей зоны. – повышенный уровень шума и вибраций. <p style="text-align: center;"><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Движущиеся машины и механизмы различного оборудования. – Аппараты работающие под давлением. – Давление в пневмосистеме. – Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб. – Поражение электрическим током.
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – Уничтожение и повреждение почвенного слоя. – Загрязнение почвы. – Усиление эрозионной опасности. – Уничтожение растительности. – Лесные пожары. – Загрязнение подземных вод
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера. Одной из самых распространенных являются пожары.
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	Аланаев Василий Васильевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Аланаеву Василию Васильевичу

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе геологоразведочных работ</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Свод видов и объемов геологоразведочных работ</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Сформировать календарный план выполнения работ</i>
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая О.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Аланаев Василий Васильевич		

Оглавление

РЕФЕРАТ.....	11
ESSAY.....	13
ВВЕДЕНИЕ.....	15
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	16
1.1. Географо-экономические условия проведения работ.....	16
1.1.1. Административное положение объекта работ.....	16
1.1.2. Рельеф.....	17
1.1.3. Климат.....	17
1.1.4. Растительность. Животный мир.....	17
1.1.5. Гидросеть.....	17
1.1.6. Экономическая характеристика района работ.....	18
1.2 Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ.....	18
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ	19
1.3.1. Геолого-структурная характеристика.....	19
1.3.1.1. Литологическая характеристика района работ.....	19
1.3.1.2 Структура (тектоника) объекта.....	22
1.3.1.3 Полезные ископаемые.....	23
1.3.2 Гидрогеологическая характеристика района работ.....	24
1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ..	24
1.4.1. Геологические задачи и методы их решения.....	24
1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ.....	25
1.4.2.1. Геолого-съемочные работы.....	25
1.4.2.2. Геофизические исследования в скважинах.....	26
1.4.2.3. Опробовательские работы по керну.....	26
1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых работ.....	28
1.5.1. Методика проведения буровых работ.....	28
1.5.2. Геолого-технические условия бурения скважин.....	30
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ....	32

2.1. Критический анализ техники, технологии и организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения	32
2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении	32
2.3. Разработка типовых конструкций скважин.....	34
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин	35
2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению	36
2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб	37
2.4.1. Выбор бурильных труб.....	41
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения.....	43
2.5.1. Проходка горных пород	43
2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому	46
2.5.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения	48
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины	50
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования	52
2.7.1. Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка	52
2.7.2. Расчет мощности привода насоса	55
2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты	57
2.7.3.1. Расчет и выбор схемы талевого системы.....	57
2.7.3.2. Расчет талевого каната	61
2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность	61
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин	65
2.9. Выбор источника энергии	69
2.10. Механизация спускоподъемных операций	70
2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры ..	71

2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования	71
2.13. Ликвидация скважины.....	72
3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	74
3.1. Введение.....	74
3.2. Производственная безопасность.....	74
3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	76
3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	80
3.3. Экологическая безопасность.....	86
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	89
3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 92	
3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	92
3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ...	93
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА.....	94
4.1. Организация ремонтной службы	94
4.2. Организация энергосбережения	94
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов. 95	
4.4. Транспортный цех	95
4.5. Связь и диспетчерская служба.....	96
5. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАБУРИВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТВОЛОВ СКВАЖИН	97
5.1. Методы забуривания дополнительных стволов скважин.....	97
5.1.1. Бесклиновые методы забуривания дополнительных стволов	97
5.1.2. Забуривание дополнительных стволов с применением отклоняющих снарядов клинового типа	101
5.2. Технические средства для забуривания дополнительных стволов скважин.....	102
5.2.1. Извлекаемые клинья	102
5.2.2. Извлекаемые (съёмные) клиновые отклонители	105
5.3. Вывод	110

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	111
6. 1. Организационно-экономическая характеристика предприятия.....	111
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ.....	111
6.2.1. Технический план	111
6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ	112
6.2.3. Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т. д.), продолжительности выполнения отдельных работ	117
6.2.3.1 Расчет производительности труда	117
6.2.3.2. Расчет количества бригад при буровых работах.....	118
6.2.4. Календарный план	118
6.3. Расчет сметной стоимости работ	119
6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат	119
6. 3. 2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	124

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 126 страниц, 11 рисунков, 30 таблиц, 20 источников, 6 графических приложений.

Ключевые слова: месторождение Еланское, медно-никелевые руды, скважина, ПБУ-1200, снаряд со съёмным керноприемником.

Объектом исследования является Еланское месторождение сульфидных медно-никелевых руд (Воронежская область).

Цель данной работы – составление проекта на бурение разведочных скважин; геологическое изучение объекта; рассмотрение методов забуривания дополнительных стволов скважин.

В процессе разработки проводились подбор техники и технологии сооружения скважин в пределах данного объекта; проверочные расчеты бурового оборудования; анализы вредных и опасных факторов при проведении разведочных работ и меры по их предупреждению; сметно-финансовые расчеты.

В результате проектирования был произведен подбор бурового оборудования для разведки данного месторождения, удовлетворяющий всем требованиям; был произведен анализ всех вредных и опасных факторов при геологоразведочных работах в пределах данного объекта; произведены сметно-финансовые расчеты по данному объекту.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте приведены описание буровой установки ПБУ-1200 и ее укомплектованности, технические характеристики каждой составляющей единицы буровой установки. На основании технических характеристик бурового оборудования, произведены проверочные расчеты бурового оборудования и расчеты режимных параметров бурения. На основании расчетов был произведен подбор породоразрушающего инструмента, бурового колонкового снаряда и его составляющих.

Значимость работы: проведение разведочных работ на Еланском месторождении сульфидных медно-никелевых руд с последующими утверждением категории запасов и уточнением границ залегания рудного тела.

В дальнейшем планируется: в зависимости от характера залегания рудного тела и категории запасов начать добычу медно-никелевых руд открытым способом или с помощью подземных выработок.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010, графический материал выполнен в программе CorelDraw X8, презентация выполнена в программе Microsoft Office PowerPoint 2010.

ESSAY

The final qualifying work contains 126 pages, 11 drawings, 30 tables, 20 sources, 6 graphic applications.

Key words: Elanskoye deposit, copper-nickel ores, well, PBU-1200, shell with a removable core receiver.

The object of the study is the Elanskoye deposit of sulphide copper-nickel ores (Voronezh region).

The purpose of this work is geological study of the object; the development of technology for conducting work at the facility; consideration of the possibility of drilling additional barrels of multi-barrel wells.

In the course of development, the technology and technology of well construction within the given object were selected; Verification calculations of drilling equipment; Analysis of harmful and dangerous factors in the conduct of exploration work and measures to prevent them; Estimate and financial calculations.

As a result of the design, the drilling equipment was selected for the exploration of this field, satisfying all the requirements; The analysis of all harmful and dangerous factors was carried out at geological prospecting works within the given object; Estimated and financial calculations were made for this object.

The main design, technological and technical and operational characteristics: the project provides a complete description of the drilling rig PBU-1200 and its staffing; the technical characteristics of each constituent unit of the drilling rig and the drilling rig as a whole; on the basis of technical characteristics of the drilling equipment; verification calculations of drilling equipment and calculations of the operating parameters of drilling were made; based on the calculations, a rock-destruction tool, a drilling core shell and its components were selected.

Significance of the work: conducting exploratory work at the Elanskoye deposit of sulfide copper-nickel ores with subsequent approval of the category of reserves and specification of the boundaries of the occurrence of the ore body. In the future: depending on the nature of the occurrence of the ore body and the category of reserves, to start the extraction of copper-nickel ores by the open method or by underground excavations.

Graduation qualification work was done in the text editor of Microsoft Office Word 2010, the graphic material was made by the program CorelDraw X8, the presentation was performed in the program Microsoft Office PowerPoint 2010.

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы является решение конкретной задачи при проведении геологоразведочных работ. При этом необходимо выбрать и обосновать технические средства, технологию, методику и организацию геологоразведочных работ, которые обеспечат максимально качественное изучение полезного ископаемого.

Колонковое бурение является одним из важнейших методов поисков твердых полезных ископаемых. При этом основными критериями качества буровых работ служат: получение представительных образцов керна и производительность работ в целом. Значительное влияние на эти критерии оказывает правильный выбор технологии и техники ведения работ.

В специальном вопросе выпускной квалификационной работы рассмотрены существующие методы забуривания дополнительных стволов скважин. Исходными материалами для дипломного проектирования послужили материалы производственной практики, литературные источники, действующие инструкции. Первым этапом при проектировании геологоразведочных работ является составление геологического задания. Геологическое задание составляется по утвержденной форме и является основанием для разработки проекта. В геологическом задании указываются: стадия проведения работ, наименование объекта, полезное ископаемое, местоположение изучаемого месторождения, назначение работ, пространственные границы объекта, основные оценочные параметры полезного ископаемого, геологические задачи, их последовательность и основные методы решения, а также ожидаемые результаты и сроки выполнения работ.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

Еланское месторождение расположено в Новохоперском районе Воронежской области, в непосредственной близости от железной дороги Георгиу-Деж-Баланов. Ближайшая железнодорожная станции – рабочий поселок Елань-Колено – находится в 12 км к северо-западу. В плане геологической структуры Елань-Эртильская структурно-магматическая зона Еланское рудопроявление фиксируется в ее юго-восточной части, в 5 км к юго-востоку от южного контакта Еланского массива.

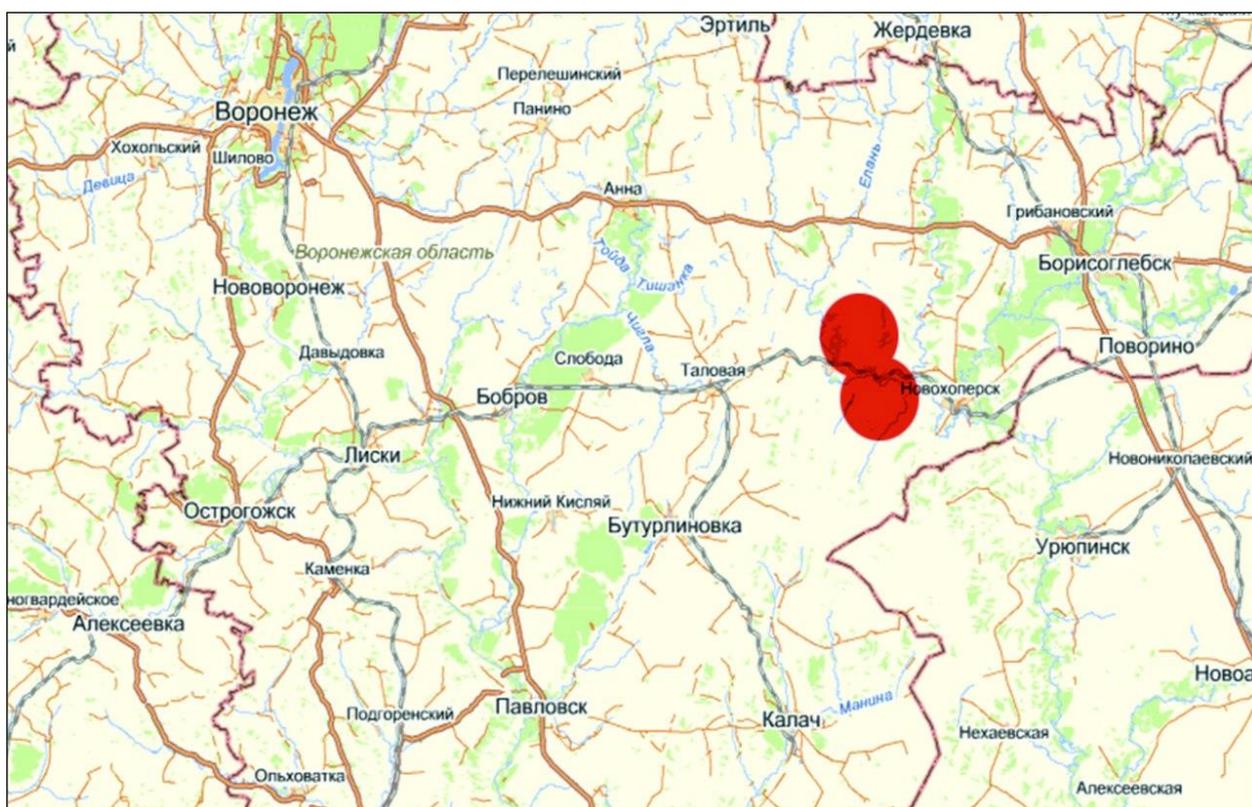


Рисунок 1 – Административное положение района

1.1.2. Рельеф

Донское оледенение стало важным этапом формирования современного рельефа Воронежской области. Толща льда, мощностью в несколько сотен метров, покрывала большую часть территории. В последствии, ледяной покров растаял.

1.1.3. Климат

Для района характерен среднеобластной уровень агроклиматического потенциала. Продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$ составляет 196 дней, сумма температур воздуха за период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков за теплый период – от 230 до 270 мм. Продолжительность безморозного периода – 233 дня, среднее значение абсолютных максимумов температуры достигает $+36^{\circ}\text{C}$ и минимумов -31°C .

1.1.4. Растительность. Животный мир

Порядка 80% земель Воронежской области занимают черноземы – самые плодородные почвы Земли. Территория области поделена на две части – на северную (лесостепная) и южную (степная) части. В настоящее время преобладают агрокультурные ландшафты (территория пахотных угодий составляет 62,7% площади Воронежской области).

Непосредственно вблизи места проведения работ находятся обрабатываемые поля подсолнечника, бахчевых культур.

Опасность животного мира для человека представляют ядовитые змеи, тарантулы. Энцефалитной опасности не наблюдается.

1.1.5. Гидросеть

Гидросеть Новохоперского района составляют три крупные реки. Река Елань – имеет протяженность 165 км, площадь бассейна – 3630 км^2 , впадает в р. Савала. Савала имеет длину в 285 км, площадь бассейна – 7720 км^2 . В свою

очередь, р. Савала впадает в р. Хопёр, имеющий протяженность в 979 км и площадь бассейна – 61100 км².

Таким образом, пойменная низменность имеет высокий процент заболоченности территории.

1.1.6. Экономическая характеристика района работ

По структуре хозяйства Воронежская область индустриально-аграрная. В составе промышленности преобладают электроэнергетика, машиностроение, химическая индустрия и отрасли по переработке сельскохозяйственного сырья. На них приходится около 80% общего объема выпускаемой промышленной продукции. Отраслью специализации региона является пищевая промышленность (27%), второе занимает машиностроение и металлообработка (23%), третье место – электроэнергетика.

На базе разведанного минерального сырья в области работает ряд предприятий: ОАО «Павловск неруд» ОАО «Воронежское радиоуправление», Семилукский и Воронежский комбинаты стройматериалов, холдинг «Евроцемент групп», ЗАО «Копанищенский комбинат стройматериалов», «Журавский охровый завод» и другие. В области идет освоение подземных минеральных вод.

1.2 Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ

Первое полевое знакомство Михаила Николаевича Годлевского, куратора Министерства геологии СССР по цветным металлам, с геологией и геологами Воронежского региона состоялось летом 1961 года. Именно он был в числе первых, кто обратил серьезное внимание на перспективность Воронежского кристаллического массива.

В 1960-ые годы в Воронежской области было открыто пять платиноидно-медно-никелевых месторождений – Нижнемамонское, Подколodновское, Юбилейное, Еланское и Ёлкинское.

После открытия Еланского рудопроявления (1976 г.) Придонской КГРЭ вновь начаты общие поиски рудных объектов еланского типа. В это же время (1980-1986 гг.) проводились разведочные работы на Еланском и выявленном Ёлкинском рудопроявлениях и оценены ресурсы и запасы благороднометалльных медно-никелевых руд и их технологические свойства.

Еланское и Ёлкинское месторождения – последние крупные медно-никелевые месторождения на территории Европы. В конце мая 2012г. конкурсная комиссия Роснедр признала победителем в конкурсе на право разработки Еланского и Ёлкинского медно-никелевых месторождений Уральскую горно-металлургическую компанию (УГМК), хотя основным претендентом на данное месторождение считался «Норникель».

1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ

1.3.1. Геолого-структурная характеристика

1.3.1.1. Литологическая характеристика района работ

Еланское и Ёлкинское месторождения относятся к высоконикелистому платиноидно-медно-никелистому типу рудномагматических систем, которые входят в комплекс с ортопироксенит-норит-диоритовыми субвулканическими интрузивами. Месторождения были открыты в 1970-80-х годах в кристаллическом фундаменте, под мощным слоем осадочного чехла.

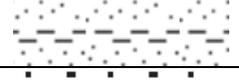
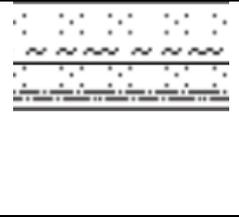
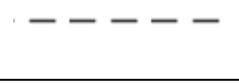
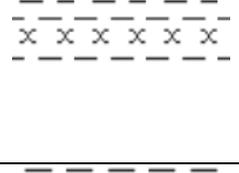
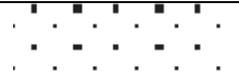
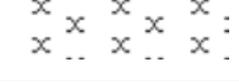
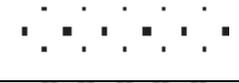
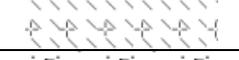
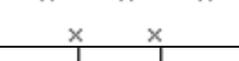
Многочисленные разноразмерные (от 0,3 до 50 км кв.) никеленосные тела находятся в Тамбовско-Чернышевской рифтогенной структуре, имеющей ширину до 40 км и длину свыше 700 км.

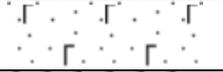
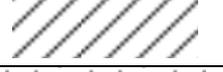
На Еланском месторождении оруденение сосредоточено в зоне свыше 1 км, где богатые руды образуют рудную залежь мощностью до 40 м и протяженностью более 500 м.

Рыхлые отложения представлены неогеновой и четвертичными системами.

Литологическая характеристика скважины №С1625 представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Литологическая характеристика скважины №С1625

Обозначение	Интервал, м			Горные породы (краткие названия)
	от	до	мощность	
	0,0	3,0	3,0	Суглинки с галькой
	3,0	35,0	32,0	Песок мелкозернистый с прослоями глин
	35,0	54,0	19,0	Пески с прослоями глин
	54,0	58,0	4,0	Песчаники, алевриты
	58,0	86,3	28,3	Чередование алевролитов, аргиллитов, аргиллитоподобных глин, песчаников
	86,3	131,3	45,0	Неритмичное чередование алевролитов, оолитовых песчаников, аргиллитоподобных глин, песчаников кварцевых тонкозернистых
	131,3	136,5	5,2	Аргиллиты табачно-зеленой окраски
	136,5	165,5	29,0	Аргиллиты с прослоями известняков, в основании слоя песчаники мелкозернистые, слабослюдистые
	165,5	181,5	16,0	Аргиллиты среднеплитчатые
	181,5	188,5	7,0	Песчаники мелкозернистые, слабослюдистые
	188,5	198,2	9,7	Аргиллиты табачно-зеленой окраски
	198,2	213,0	14,8	Известняки серые, кремнистые, песчаники кварцполевошпатовые
	213,0	224,0	11,0	Песчаники мелко-крупнозернистые
	224,0	230,0	6,0	Кора выветривания по норитам
	230	304,0	74,0	Нориты минерализованные
	304,0	388,0	84,0	Диориты
	388,0	394,0	6,0	Нориты мелкозернистые

Обозначение	Интервал, м			Горные породы (краткие названия)
	от	до	мощность	
	394,0	554,0	160,0	Диориты
	554,0	654,0	100,0	Нориты минерализованные
	654,0	667,0	13,0	Рудное тело №1
	667,0	682,0	15,0	Нориты минерализованные
	682,0	746,0	64,0	Рудное тело №1
	746,0	774,0	28,0	Нориты минерализованные
	774	800,0	26,0	Нориты мелкозернистые

В таблице 2 показана стратиграфическая характеристика скважины №С1625 Еланского месторождения.

Таблица 2 – Стратиграфическая характеристика скважины № С1625

Глубина залегания, м			Стратиграфическое подразделение, индекс
от (кровля)	до (подошва)	мощность	
0,0	35,0	35,0	Q-N ₂ ³
35,0	54,0	19,0	K ₁ <i>lt</i>
54,0	58,0	4,0	K ₁ <i>sv</i>
58,0	86,3	28,3	D ₃ <i>cp</i>
86,3	131,3	45,0	D ₃ <i>js</i>
131,3	136,5	5,2	D ₂ <i>ml</i>
136,5	165,5	29,0	D ₂ <i>ar</i>
165,5	188,5	23,0	D ₂ <i>vb</i>
188,5	198,2	9,7	D ₂ <i>cr</i>
198,2	224,0	25,8	D ₂ <i>ms</i>
224,0	800,0	576	PR ₁ ² <i>el</i>

1.3.1.2 Структура (тектоника) объекта

Различные по мощности и протяженности рудоносные зоны еланского типа месторождений, сопровождающиеся различными по составу жильными образованиями (ортопироксениты, норит-порфириды, роговообманковое габбро, диориты, диоритовые порфириды, грандиориты) наследуют крутопадающий характер и элементы внутреннего строения интрузивно-дайкивой колонны и сложены преимущественно вкрапленными, прожилково- и гнездово-вкрапленными рудами с маломощными (2,5 м, иногда до 5 м) жилами массивных и брекчиевидных (0,2–1,0 м) руд.

В этой длительно развивающейся рудномагматической системе жильные ортопироксениты являлись наиболее ранней, предшествующей норит (2065±15 млн. лет) – диоритовой (2050±14 млн. лет) породной ассоциации, фазой. В пределах ранее консолидированного сложнодифференцированного Елань-Коленовского плутона (2090±11 млн. лет – 2080±10 млн. лет) мамоновского комплекса ортопироксениты слагают ряд самостоятельных дайковых тел, сопровождающихся разномасштабным сульфидным платиноидно-медно-никелевым оруденением.

Роговообманковое габбро относится к числу ограниченно распространенных пород еланского типа месторождений и представляет собой внутриинтрузивную жильную фацию, характеризуюсь отчетливо секущими и лишь иногда постепенными переходами с меланократовыми разновидностями норитов. Появление в них разномасштабного богатого по содержанию Ni, Cu и отчасти Co и ЭПГ сульфидного медно-никелевого оруденения связано, обычно, в случае их пространственного сонахождения с зонами рудоносных норитов.

Пространственно-временная и генетическая взаимосвязь жильных норит-порфиритов преимущественно с порфировидными и в целом с малорудными норитами определяет невысокое содержание в них сульфидной вкрапленности. При общем рассеянно-вкрапленном типе минерализации

распределение рудных минералов в норит-порфиритах заметно отличается от рудоносных норитов.

1.3.1.3 Полезные ископаемые

Сульфидные платиноидно-медно-никелевые руды в ортопироксенитах, помимо главных (пирротин, пентландит, халькопирит, хромшпинелиды, магнетит), характеризуются широким комплексом второстепенных (графит, макинавит, молибденит, ильменит, кубанит, пирит, марказит) и редких (кобальтин, никелин, сфалерит, галенит, миллерит, халькозин, золото, виоларит и др.) минералов при существенной роли среди них арсенидов и сульфоарсенидов Ni и Co.

Минеральный состав медно-никелевого оруденения в роговообманковых габбро характеризуется значительными чертами сходства с рудами в норитах еланского типа месторождений. Наряду с количественно преобладающими пирротин, пентландитом и халькопиритом в них в различных количествах присутствуют арсениды и сульфоарсениды Ni и Co, макинавит, хромшпинелиды, графит, ильменит, сфалерит и реже теллурувисмутит, аргентопентландит. Особенностью руд, ассоциирующих с роговообманковыми габбро, является высокое содержание в них пентландита (иногда до 55 об. %), а также сульфоарсенидов Ni и Co (до 6 %), повышенные количества (до 16%) халькопирита и пониженные хромшпинелидов.

Для жильных норит-порфиритов, развитых среди рудоносных норитов, характерно тесное совмещение халькопирит-пентландит-пирротинового и арсенид-сульфоарсенидного (арсенопирит, никелин, кобальтин, минералы ряда кобальтин-герсдорфит, данаит) минеральных парагенезисов, а также спорадические находения в их составе молибденита, галенита, сфалерита.

1.3.2 Гидрогеологическая характеристика района работ

В таблице 3 представлена информация о водоносности интервалов скважины.

Таблица 3 – Водоносность по разрезу скважины №С1625

Индекс стратиграфического подразделения	Интервал		Тип коллектора	Плотность, г/см ³	Ожидаемый дебит, м ³ /сут	Тип воды по Сулину
	от	до				
Q – K ₁ lt	0	54	Поровый	1,01	до 50,0	хлоридно-кальциевые
D ₂ vb	181,5	188,5	Поровый	1,01	до 40,0	хлоридно-кальциевые

1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ

1.4.1. Геологические задачи и методы их решения

Основные геологические задачи:

1) Провести промышленную типизацию сульфидных медно-никелевых руд Еланского месторождения с выделением наиболее перспективных типов для освоения.

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

3) Выявить условия залегания, промышленные параметры залежей сульфидных медно-никелевых руд с применением буровых работ, горных работ впоследствии.

4) Локализовать и оценить в пределах перспективных участков и рудных тел прогнозные ресурсы категории Р₁ и запасы категории С₂.

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

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

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

8) Апробировать запасы категории C_2 и прогнозные ресурсы категории P_1 в установленном порядке.

Основные методы решения геологических задач:

1) Систематизация геолого-геофизической, геохимической информации.

2) Буровые работы.

3) Геофизические исследования в скважинах.

4) Лабораторные и технологические исследования.

5) Камеральные работы.

1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ

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

- геолого-съёмочные работы;
- буровые работы;
- геофизические исследования в скважинах;
- опробовательские работы по керну.

1.4.2.1. Геолого-съёмочные работы

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

1.4.2.2. Геофизические исследования в скважинах

Геофизические методы исследования будут применяться для:

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

Проектом планируются геофизические методы, предназначенные для контроля технического состояния скважин. Они включают в себя инклинометрию и кавернометрию. С помощью инклинометрии скважин определяются углы отклонения оси скважины от вертикали (зенитное искривление) и от плоскости разведочного разреза (азимутальное искривление). Измерение зенитных и азимутальных углов производится во всех скважинах с периодичностью углубки в 100 м. Кавернометрия проводится для определения фактических диаметров скважин. Изменение диаметров скважин связано с обрушением их стенок на участках неустойчивых пород, либо с набуханием пород под воздействием бурового раствора (глины).

1.4.2.3. Опробовательские работы по керну

Данная операция производится по рудным зонам и окружающим их вмещающим горным породам как висячего, так и лежащего боков. Длина пробы зависит от мощности рудного тела и составляет в среднем от 1,0 до 1,5 м. При меньшей мощности рудного тела (рудной зоны) длина пробы будет соответственно меньше. При больших мощностях рудных тел и однородности руды она может быть увеличена до 3 м, в редких случаях – до 5 м. Увеличение длины керновой пробы должно быть обосновано предварительным опробованием более короткими интервалами (до 1 м). Минимальная длина пробы по керну обычно не бывает менее 25 см.

При возможности выделения в составе рудного тела (рудной зоны) разных сортов руды опробование производится по интервалам, соответствующим участкам рудного тела, сложенным рудой разных сортов, то есть секционными пробами, описанными выше.

Вмещающие породы лежачего и висячего боков опробуются самостоятельными пробами длиной, обеспечивающей ограничение контура (оконтуривание) рудного тела. Непосредственно на контакте с визуально выделенной рудой отбираются пробы длиной по 0,5 м, а далее могут быть отобраны более удлинённые пробы (до 1 м). Схема отбора проб вырабатывается на основании визуального изучения разреза и результатов минералого-химических исследований по ранее опробованным интервалам этого рудного тела или аналогичных рудных тел изучаемого рудного поля (месторождения).

В пробу по керну отбирается половина столбика керна, раскалываемого пополам вдоль длинной оси с таким расчётом, чтобы в неё вошла зеркальная половина керна. Это особенно важно при наклонном положении рудных жил и прожилков или при наклонном залегании вмещающих горных пород.

Раскалывание керна производится с помощью ручного или механического прибора, называемого керноколом. При крепких и очень крепких породах, если они не могут разубожиться при промывке водой, для разделения керна можно применять твёрдосплавные или алмазные пилы (диски). В таком случае необходимо провести контрольные анализы по расколотым и распиленным образцам руды и вмещающих её пород. В случае отсутствия разубоживания или, возможно, обогащения руды в процессе распиловки, этот наиболее производительный и современный способ является более предпочтительным.

Опробование керна сопровождается детальной зарисовкой места отбора пробы и подробным описанием опробованного интервала с выделением секций проб по сортам или типам руд.

В процессе бурения часть рудной зоны разбуривается (разрушается буровым инструментом), истирается и превращается в шлам, выносимый из ствола скважины вместе с промывочной жидкостью. При выходе керна по рудным интервалам менее предусмотренного проектным заданием (обычно менее 70%) дополнением к материалу керновых проб может служить рудный шлам. Отбор проб шлама необходимо производить также в тех случаях, когда в процессе бурения происходит систематическое обогащение или разубоживание рудного керна за счёт его избирательного истирания. При низком выходе рудного керна применяется бурение без промывки или более короткими рейсами.

Отбор проб шлама производится с тех же интервалов, что и проб керна. Он (шлам) осаждается или улавливается специальными шламовыми трубами и устройствами в виде желобов с перегородками и чанов. После просушивания и взвешивания шлам дробится, истирается и отправляется на исследование химическим, минералогическим, спектральным или каким-либо другим методом

1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых работ

1.5.1. Методика проведения буровых работ

Предусматривается бурение однотипных скважин – наклонных колонкового бурения для вскрытия и подсечения рудных тел.

Бурение наклонных скважин будет проводиться буровой установкой ПБУ-1200 и комплексом ССК-76 с применением стационарного клина-отклонителя с целью подсечения рудных тел на глубине интервала от 650 до 750 м под углом 65° , определения качественных и количественных характеристик руд. Скважины будут проходить по трем профилям (I, II, III), простирающиеся с юга на север. Количество – шесть, при средней глубине бурения 1000 м.

Бурение наклонных скважин в сложных геологических условиях по трещиноватым минерализованным норитам и диоритам с более чем 90%-ным

выходом керна. Скважинами предусмотрено перебурить рудные тела на полную мощность с углубкой во вмещающие породы на 50 м. Начальный диаметр бурения 112 мм, основной диаметр 76 мм (исходя из категории пород по буримости и выхода керна). По окончании бурения скважины и извлечения из нее обсадных труб будет произведен ликвидационный тампонаж цементным раствором. Места заложения скважин будут уточняться по результатам полевых геологических и геофизических работ.

Таблица 4 – Проходка наклонных скважин на Еланском месторождении

№ п/п	№ профиля	№ скважины	Глубина, м	Цель бурения скважины
1	I	C1625	800	Пересечение рудного тела
2		C1626	750	Пересечение рудного тела
3	II	C1628	910	Пересечение рудного тела
4		C1629	850	Пересечение рудного тела
5	III	C1630	1250	Пересечение рудного тела
6		C1631	1200	Пересечение рудного тела

На Еланском месторождении сульфидное платиноидно-медно-никелевое оруденение, установленное в северо-западной части кольцевого норит-диоритового тела, сконцентрировано в протяженной (свыше 1000 м) зоне, в которой крутопадающее линзовидное рудное тело мощностью от 2 до 42 м прослежено до глубины 1500 м.

Исходя из морфологии и внутреннего строения рудного тела, месторождение относится ко второй группе сложности строения. Разведка месторождения происходила на Стадии 4, что подразумевает оценку запасов категорий C_1 и C_2 с детализацией до категории А и В, скважины располагаются через 100 м друг от друга согласно разведочной сети (рекомендации ГКЗ).

Таблица 5 – Содержание рудообразующих элементов (в масс. %) в сульфидных никелевых рудах Еланского месторождения

Типы руд	N	S	Ni	Co	Cu	S/Ni	Ni/Cu	Ni/Co	$\frac{S}{Ni + Cu + Co}$
Вкрапленные	1	4,37	0,41	0,02	0,06	10,6	6,9	20,5	8,9
	7	5,5	0,42	0,03	0,06	9,25	222,3	14,37	
Гнездово-вкрапленные	5	24,5	1,35	0,11	0,33	15,9	4,1	12,3	12,0
		2,74	0,31	0,05	0,16	3,2	3,8	25,5	
Массивные	4	24,4	2,5	0,09	0,07	9,5	36,5	28,4	9,0
		1,8	1,4	0,05	0,05	4,6	816	2550	

1.5.2. Геолого-технические условия бурения скважин

Для того чтобы максимально эффективно осуществлять бурение скважин необходимо знать физико-механические свойства горных пород, а также их поведение при разрушении. Эти сведения нужны для выбора бурового оборудования, ПРИ, режимных параметров бурения. Следовательно, при проектировании скважины важно определить особенности геологического строения месторождения, геологический разрез скважины №1625 приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Геологический разрез скважины №С1625

Породы	Глубина подошвы, м	Категория пород по буримости	Мощность слоя, м
1	2	3	4
Суглинки, пески с прослоями глин	54	II-III	54
Песчаники, аргиллиты	200	V-VI	146
Известняки, песчаники крупнозернистые	224	VII	24

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Нориты минерализованные, диориты	650	IX	426
Рудное тело	665	IX	5
Нориты минерализованные	680	IX	15
Рудное тело	745	IX	65
Нориты минерализованные	800	IX	55

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

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

На этапе поисков было пройдено несколько десятков скважин. Сооружение скважин осуществлялось передвижными буровыми установками, оснащенными станками СКБ-4 и СКБ-5, смонтированными вместе со зданием, электроснабжение осуществлялось от передвижной дизельной электростанции. В качестве промывочной жидкости использовался глинистый раствор, приготавливаемый на месте бурения. Применяемое отечественное оборудование позволяло получать выход керна 65-80%, что не всегда было достаточно для проведения полноценных геологических исследований.

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

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

Выбрать способ бурения можно также на основании анализа статистического материала по ранее пробуренным скважинами. Если на данном объекте ранее не бурили ни одной скважины, способ бурения выбирают с учетом информации и опыта бурения по другим районам с аналогичными геологическими условиями.

В настоящее время основной объем разведочного колонкового бурения выполняется вращательным способом при помощи твердосплавного и алмазного породоразрушающего инструмента. Исходя из того, что глубина разведочных скважин варьируется от 300 м до 1250 м, в процессе сооружения

скважин ведется отбор керна, способ бурения остается таким же, как и на предыдущих этапах разведки – вращательный способ.

При гидравлическом способе очистке забоя скважины (промывке скважин) в качестве промывочных жидкостей применяются: техническая вода и специальные растворы (глинистые или безглинистые, солевые).

При вращательном бурении скважин в слабоустойчивых породах чаще всего используют глинистые растворы, применение которых обеспечивает:

- закрепление пород в стенках скважин за счет их глинизации и создания повышенного гидростатического давления;
- временную изоляцию водоносных пластов;
- удержание частиц выбуренных пород во взвешенном состоянии при прекращении циркуляции жидкости;
- уменьшение потерь жидкости при пересечении водопоглощающих горизонтов;
- улучшение условий очистки забоя и транспортировки продуктов разрушения на дневную поверхность.

При вращательном бурении с непосредственной добычей керна в монолитных породах применительно использование полимерных растворов на водной основе.

В практике бурения скважин используются три основные схемы промывки: прямая, обратная и комбинированная.

При проведении разведочных работ на Еланском месторождении применяется система прямой промывки скважин (рисунок 2). Характеризуется простотой применения, но имеет ряд недостатков. К их числу можно отнести повышенный расход жидкости, особенно при бурении скважин большого диаметра, в связи с необходимостью получать достаточно большую скорость восходящего потока, обеспечивающего вынос продуктов разрушения на поверхность и увеличение возможности возникновения аварий за счет обвалов стенок скважин, сложенных неустойчивыми

породами, и прихватов бурового снаряда шламом, оседающим на забой в момент прекращения циркуляции жидкости.

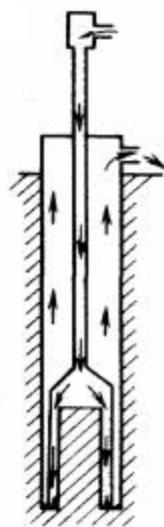


Рисунок 2 – Принципиальная схема прямой промывки скважин при бурении с отбором керна

2.3. Разработка типовых конструкций скважин

На рисунке 3 изображена типовая конструкция скважины, характерная для Еланского месторождения (скважина №С1625).

По той причине, что верхний интервал четвертичных отложений очень неустойчив и дальнейшие породы залегают неоднородно, направление рекомендуется зафиксировать на глубине 56 метров. Бурение под направление будет вестись лопастным долотом диаметром 112 мм.

Далее, для перекрытия неустойчивых пластов верхней части второго обсадного интервала и водоносных горизонтов, целесообразно опустить кондуктор на глубину не менее, чем 225 м, с последующим цементированием башмака колонны. Бурение под кондуктор будет осуществляться лопастным долотом диаметром 93 мм.

Бурение с комплексом ССК-76 будет вестись до конечной глубины скважины – 800 м, при этом используется ступенчатая алмазная коронка диаметром 76 мм.

2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Минимальный диаметр скважины выбран исходя из таблицы 7. Так как полезным ископаемым Еланского месторождения является медно-никелевая руда, а это цветные металлы, то рекомендуемый минимальный диаметр керна 32 мм, а диаметр породоразрушающего инструмента 46 мм. Но так как мы должны иметь запас на случай аварии, учитывая наличие водоносных пластов и сложность буровых работ на данном геологическом разрезе, примем конечный диаметр керна 60 мм при диаметре ПРИ 76 мм, и, в случае прихвата или другой аварийной ситуации, мы сможем продолжить бурение инструментом с диаметром 59 мм.

Таблица 7 – Рекомендации по минимально допустимым диаметрам керна в зависимости от полезного ископаемого и характера его распределения

Группа	Характер распределения компонентов	Характеристика месторождений и полезные ископаемые	Минимально допустимый диаметр керна, мм	Диаметр ПРИ, мм
I	Весьма равномерный	Наиболее выдержанные месторождения черных металлов, химического сырья (сера, мышьяк, фосфор). Подавляющее месторождение угля и горючих сланцев	22	36
II	Неравномерный	Подавляющее большинство месторождений цветных металлов. Некоторые месторождения никеля, редких металлов, золота. Сложные месторождения полезных ископаемых группы I	22-32	36-46
III	Весьма неравномерный	Большинство месторождений редких, некоторых цветных и благородных металлов; наиболее сложные по форме и нарушенные месторождения цветных металлов, не вошедшие в группу II	32-42	46-59
IV	Крайне неравномерный	Мелкие и весьма нарушенные месторождения редких и благородных металлов с очень сложным распределением компонентов; месторождения, не вошедшие в группы I—III	42-60	59-76

2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению

На первом этапе, при бескерновом бурении, для предотвращения осложнений будет использован буровой раствор с повышенной вязкостью и низкой водоотдачей для лучшего формирования фильтрационной корки.

Интервал от 0 до 56 метров необходимо укрепить обсадной колонной, чтобы изолировать верхний наносный слой почвы от размывания буровым раствором, тем самым предотвратить осыпи и обвалы стенок скважины.

Интервал от 56 до 226 м укрепляется обсадной колонной с целью предотвращения взаимодействия грунтовых вод и бурового раствора, которое может отрицательно повлиять на экологическую ситуацию грунтовых вод в районе проводимых работ. В этом интервале на глубине от 181,5 м до 188,5 м согласно геологического разреза находится водоносный пласт, склонный к обильному обводнению скважины. Для предотвращения осложнений по всему разрезу связанных с набуханием глин необходимо использовать качественный бентонитовый буровой раствор.

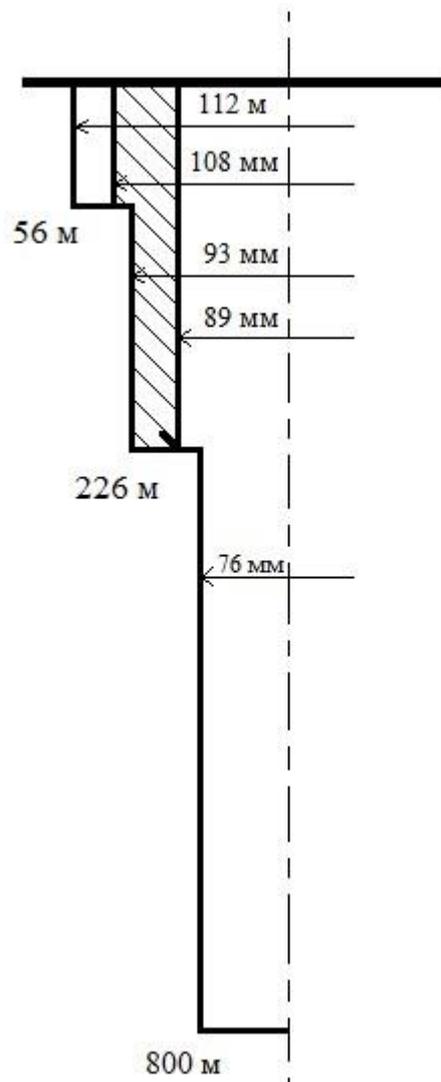


Рисунок 3 – Конструкция скважины №С1625 Еланского месторождения

2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб

Буровая установка ПБУ-1200 (рисунок 4) используется при проведении геологоразведочных работах на твердые полезные ископаемые. Данная установка обеспечивает плавность проведения таких тяжелых механических операций, как спускоподъемные операции инструмента на большие глубины, его вращение. Условная глубина бурения станка ЗИФ-1200МРК (рисунок 5) составляет 2000 м при конечном диаметре скважины в 59 мм.

Передвижная буровая установка ПБУ-1200 предназначена для бурения с поверхности вертикальных и наклонных геологоразведочных

скважин на твердые полезные ископаемые колонковым способом при температурах окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 45°С.

Установка снабжена грузоподъемной мачтой, позволяющей работать со свечами 9,5-14 м с возможностью наклонного бурения. Спускоподъемные операции производятся при помощи полуавтоматических элеваторов или кольцевыми элеваторами с работой «на вынос».

Укрытие установки, имеющее теплоизоляцию, систему отопления, воздушную завесу проемов крыши обеспечивает возможность эксплуатации ее при низких температурах окружающего воздуха, защищает обслуживающий персонал и оборудование от внешних воздействующих факторов.

Таблица 8 – Технические характеристики буровой установки ПБУ-1200

1	2
Грузоподъемность на крюке, т	18
Наибольшее тяговое усилие на крюке, тс	20
Углы бурения, град	90-80
Длина свечи, м	13,5
Транспортная база	Сани
Буровой станок	ЗИФ-1200МРК
Глубина бурения номинальная, м (при конечном диаметре скважины 59 мм)	2000
Диапазон углов наклона вращателя, град	
Масса с электродвигателем, кг	80-90
Частота вращения бурового снаряда вращателем, об/мин	5100
Длина хода подачи, мм	85,5-820,7
Максимальное усилие подачи, кН	600
вверх	
вниз	150
Мощность электродвигателя, кВт	120
	55

Продолжение таблицы 8

1	2	
Лебедка		
Макс. грузоподъемность на прямом канате, кН	45	
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0,68; 1,24; 2,1; 2,6; 3,76; 4,68; 5,2	
Тип каната	21,5-Г-1-Н-1764(180)	
Труборазворот	РТ-1200-2М	
Привод	Электродвигатель 4АМС100 4У3	
Мощность	3,2 кВт	
Максимальный крутящий момент, Н·м	400	
Частота вращения, об/мин	80	
Диаметр проходного отверстия, мм	205	
Буровой насос	НБ-320/10,0	
Трубодержатель	ТР2-12,5	
Грузоподъемность, кН	125	
Лебедка ССК	Л-5(Л-5.00.000-01)	
Частота вращения, об/мин	134	
Канатоемкость барабана (Ø6,9 мм), м	1200	
Мачта	ПБУ-1200ПР.02.00.000	
Грузоподъемность, т	9	
Длина, м	15,5	
Укрытие	Каркасное, металлическое, утепленное с остекленными световыми проемами	
Габаритные размеры установки (длина × ширина × высота), м	Транспортное положение	Рабочее положение
	9,0 × 3,42 × 3,65	10,2 × 3,42 × 19,55



Рисунок 4 – Буровая установка ПБУ-1200

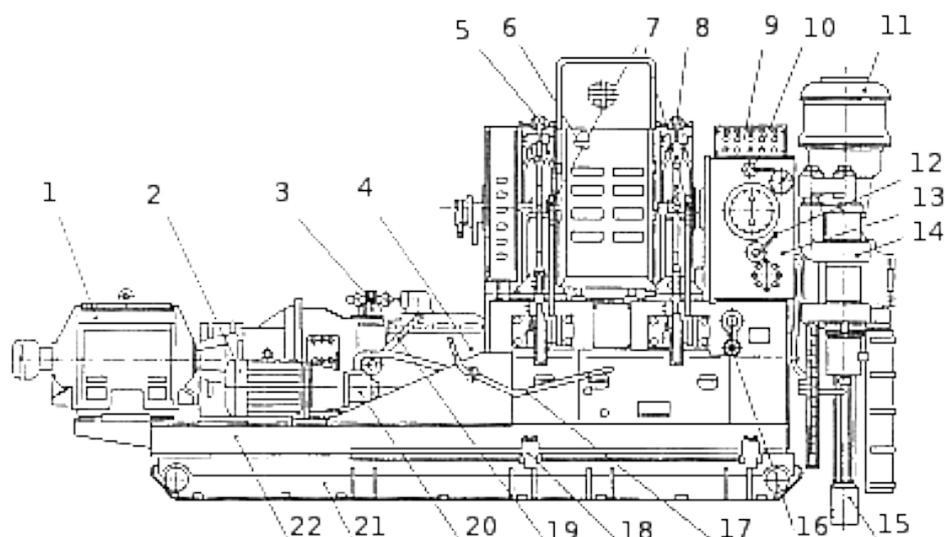


Рисунок 5 – Общий вид бурового станка ЗИФ-1200МРК:

- 1 – электродвигатель станка; 2 – электродвигатель маслососа;
- 3 – рукоятка переключения скоростей; 4 – коробка передач КамАЗ;
- 5 – тормоз спуска; 6 – лебедка; 7 – рукоятки управления тормозами;
- 8 – тормоз подъема; 9 – пульт электроуправления; 10 – кран управления гидропатроном; 11 – патрон пружинно-гидравлический;
- 12 – рукоятка управления гидроприбором; 13 – пульт гидроуправления;
- 14 – вращатель; 15 – нижний патрон; 16 – рукоятка включения лебедки и вращателя; 17 – рукоятка включения сцепления;
- 18 – механизм закрепления; 19 – рукоятка переключения высшей и низшей передач делителя; 20 – маслосос; 21 – рама; 22 – станина

2.4.1. Выбор бурильных труб

Конструкция скважины имеет две обсадных колонны (108 мм и 89 мм). Для обсадной колонны выберем трубы ниппельного соединения. Внутренние диаметры обсадных труб и исполнение ниппельных соединителей позволяют беспрепятственно свободно проходить бурильным трубам и породоразрушающему инструменту (ПРИ).

Бурение под обсадные колонны будет выполняться с помощью ТБСУ-63,5. Так как бурение будет производиться с ССК, то в дальнейшем выберем трубы ССК-76. Трубы ССК изготавливаются из легированной стали 38ХНМ

со следующими механическими свойствами: предел текучести – 540 МПа; относительное удлинение – 12%.

Таблица 9 – Технические характеристики обсадных и буровых труб

Тип труб	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м трубы, кг	Материал трубы
Трубы стальные буровые универсальные (ТБСУ) 63,5x4,5	63,5	4,5	8,8	Сталь 362ГС
Обсадная труба Н 108x5-Д ГОСТ 6238-77	108,0	5,0	8,4	Сталь 45
Обсадная труба Н 89x5-Д ГОСТ 6238- 77	89,0	5,0	5,8	Сталь 45
Буровые трубы ССК-76	70,0	4,8	7,7	Сталь 38ХНМ

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

2.5.1. Проходка горных пород

По приведенному разрезу (таблица 6) видно, что разрез имеет три однородных участка. Первый участок от 0 до 56 м (направление) будет буриться с помощью лопастного долота 6ДР-112МС диаметром 112 мм. Второй участок от 56 до 226 м будет буриться с помощью лопастного долота 7ДР-93МС 93 мм. Последний участок будет буриться комплексом ССК-76 с коронкой КАСК-4С и расширителем Р-02.

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

Таблица 10 – Характеристики породоразрушающего инструмента

Лопастные долота		
ПРИ	Диаметр, мм	Количество лопастей, шт
Лопастное долото 6ДР-112МС	112	2
Лопастное долото 7ДР-93МС	93	2
Коронки и расширители		
ПРИ	Диаметр (наружн/внутр), мм	Число секторов (зубьев)
Коронка алмазная четырехступенчатая КАСК-4	76/46	8
Алмазный расширитель Р-02	76,4	-

Для выбранных ПРИ рассчитываем осевую нагрузку, частоту вращения и интенсивность промывки:

Лопастное долото 6ДР-112МС

Осевая нагрузка на долото G_o (кН) определяется, исходя из удельной нагрузки C_y , на 1 см диаметра долота D_∂ (кН/см):

$$G_o = C_y \cdot D_\partial, \quad (1)$$

где C_y – удельная нагрузка;

D_∂ – диаметра долота.

$$G_o = 2,0 \cdot 11,2 = 24,4 \text{ кН} = 2492,051 \text{ кгс.}$$

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

$$n = 20V/D_\partial, \quad (2)$$

где V – окружная скорость долота, м/с.

$$n = \frac{20 \cdot 1,3}{0,112} = 232,1 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

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

$$Q = q_\partial \cdot D_\partial, \quad (3)$$

где q_∂ – удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра долота, $\frac{\text{л/мин}}{\text{см}}$.

$$Q = 24 \cdot 11,2 = 268,8 \text{ л/мин.}$$

Лопастное долото 7ДР-93МС

Осевая нагрузка на долото G_o :

$$G_o = 3,0 \cdot 9,3 = 27,9 \text{ кН} = 2845,008 \text{ кгс.}$$

Частота вращения долота n :

$$n = \frac{20 \cdot 1,0}{0,093} = 215,05 \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости Q :

$$Q = 22 \cdot 9,3 = 204,6 \text{ л/мин.}$$

Коронка КАСК-4С

Осевая нагрузка G_o на алмазную коронку рассчитывается по формуле:

$$G_o = \alpha \cdot C_y \cdot S; \quad (4)$$

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.

$$G_0 = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 22,98 = 12,92 \text{ кН} = 1317,47335 \text{ кгс.}$$

$$S = \beta \cdot \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2); \quad (5)$$

$$S = 0,8 \cdot 0,785 \cdot (7,6^2 - 4,6^2) = 22,98 \text{ см}^2,$$

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:

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c}, \quad (6)$$

где V_0 – окружная скорость коронки, м/с;

D_c – средний размер коронки, м.

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2} \quad (7)$$

$$D_c = \frac{0,076 + 0,046}{2} = 0,061 \text{ м;}$$

$$n = \frac{20 \cdot 2,5}{0,061} = 819 \text{ об/мин.}$$

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

$$Q = k \cdot q_T \cdot D_H; \quad (8)$$

где D_H – наружный диаметр коронки, см;

q_T – удельное количество подаваемой жидкости, л/мин на 1 см наружного диаметра D_H алмазной коронки;

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

$$Q = 1,4 \cdot 10 \cdot 7,6 = 106,4 \text{ л/мин.}$$

Сведем все полученные данные в одну таблицу.

Таблица 11 – Данные расчета режимных параметров бурения

№ п/п	Интервал, м	Категория пород	Тип ПРИ	Диаметр $D_{\text{н}}$, мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
					удельная C_y	расчетная G_0	уточненная G_0	окружная V м/с	расчетная n	уточненная n	фт, л/мин на 1 см $D_{\text{н}}$	расчетная	уточненная Q
1	0...56	II ... III	ДЛ 6ДР- 112МС	112	2,0	26,4	26	1,3	196	231	24	316	320
2	56...226	V ... VI I	ДЛ 7ДР- 93МС	93	3,0	33,6	34	1,0	178	231	22	246	320
3	226...800	IX	КАСК- 4С	76	0,75	12,9	13	2,5	819	820	10	106	125

Необходимо иметь в виду, что уточненные параметры расхода промывочной жидкости, которые превышают рекомендованные, поддаются регулировке с помощью линии сброса и ослаблению предохранительного клапана. Корректировку следует проводить в совокупности с расходомером для достижения оптимальных значений расхода промывочной жидкости.

2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому

Начинать дохождение до забоя следует только после посадки керноприемника на опорное кольцо колонкового набора. В начале каждого цикла для обеспечения нормального входа керна в кернорватель первые 5 см

следует бурить на пониженной нагрузке на коронку (на 30 % ниже обычно применяемой).

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 керноприемник 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.

Запрещается использовать съемный керноприемник без манжет сигнализатора во избежание повреждения керноприемной трубы и снижения выхода керна.

2.5.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения

Отличительной способностью вращательного бурения является применение промывки скважин в процессе бурения. Буровой 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 12 – Параметры бурового раствора и его компоненты

Параметры бурового раствора		Компоненты	
Название	Значение	Название	Концентрация, %
Плотность, ρ	1,1 г/см ³	Na ₂ CO ₃	0,5
Вязкость, η	22,1 с	CaCl ₂	0,5
Водоотдача	8,3 см ³	Ca(OH) ₂	0,15
Статическое напряжение сдвига	12 дПа	ССБ (сульфитно-спиртовая барда)	0,1
Значение pH	8	КМЦ (карбоксилметил целлюлоза)	1,5

При бурении под кондуктор и обсадную колонну разбуриваются неустойчивые глинистые отложения и рыхлые песчаники, поэтому буровой раствор должен обладать высокой выносящей способностью, хорошей смазывающей способностью для предотвращения прихватов инструмента и обеспечивать сохранение устойчивости стенок скважины. Для решения этих задач используется полимерглинистый тип бурового раствора с определёнными структурно-реологическими характеристиками.

Приготовление полимерглинистого раствора происходит следующим образом:

В зумпф заливают техническую воду, добываемую из скважины на участке. Магистраль сброса давления с грязевого насоса устанавливают в зумпф для размешивания глинопорошка, химреагентов, добавок и пр. мощным напором воды. Необходимо добавить кальцинированную соду (CS марка Б) в воду для уменьшения ее жесткости и для лучшего взаимодействия с глинопорошком (Bentex LCC Otex/ глинопорошок бентонитовый MiSwaco).

При бурении сплошным забоем (или с отбором керна) необходимо добавить аналог карбоксилметилцеллюлозы (КМЦ) – PAC HVEextra (для приготовления водного раствора концентрация составляет 2,0%, в составе глинистого раствора –1,0%).

При переходе на бурение с отбором керна глинистый раствор меняют на водный раствор с полимерными добавками. В состав раствора вводят CLAY Master+, который является сухой, высокодисперсной добавкой; после добавления в воду образует буровой раствор в течение 5...10 минут. Является сильным загустителем и стабилизатором раствора, способствует удержанию частиц шлама во взвешенном состоянии и более лучшему выносу его на поверхность. Дозировка от 0,5 до 1,0 кг/м³.

Для очистки бурового раствора от шлама будет использоваться естественный метод очистки. Естественный метод очистки основан на выпадении частиц выбуренной породы под действием силы тяжести в циркуляционной системе скважины. Циркуляционная система, наиболее

часто используемая в практике бурения геологоразведочных скважин, состоит из зумпфа с тремя перегородками. Принципиальная схема представлена на рисунке 6.

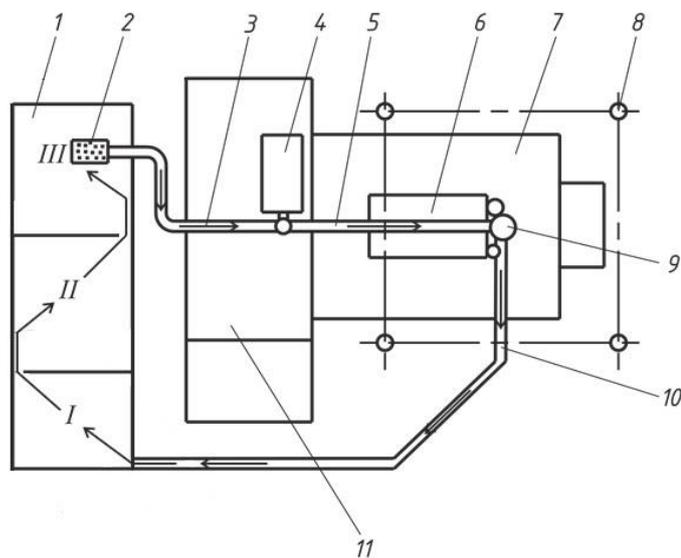


Рисунок 6 – Типовая схема циркуляционной системы очистки промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин:

- 1 – зумпф; 2 – хrapок бурового насоса; 3, 5 – всасывающая и нагнетательная линии; 4 – буровой насос; 6 – буровой станок; 7 – блок бурового станка; 8 – буровая вышка; 9 – устье скважины; 10 – желоба; 11 – блок бурового насоса; I, II, III – секции-отстойники

2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины

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.

Тампонирующие направление и кондуктор цементируются в одну ступень с подъемом тампонажного раствора от башмака по заколонному пространству на высоту до 10 метров. Для цементирования предусматривается использовать тампонажный раствор нормальной плотностью $1,83 \text{ г/см}^3$ на основе ПЦТ1-50.

Таблица 13 – Технические характеристики применяемых обсадных труб

Тип труб	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м трубы, кг	Материал трубы	Характеристика резьбы труб и ниппелей
Обсадная труба Н 127х5-Д ГОСТ 6238-77	127,0	5,0	8,4	Сталь 45	Одноупорная, цилиндрическая, трапецеидальная, шаг 4 мм, высота профиля 0,75 мм
Обсадная труба Н 108х5-Д ГОСТ 6238-77	108,0	5,0	5,8	Сталь 45	Одноупорная, цилиндрическая, трапецеидальная, шаг 4 мм, высота профиля 0,75 мм
Механические свойства стали группы прочности Д				Норма, не менее	
Временное сопротивление σ_B , Н/мм ² , (кгс/мм ²)				638(65)	
Предел текучести σ_T , Н/мм ² , (кгс/мм ²)				373(38)	
Относительное удлинение δ , %				16	

2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

2.7.1. Определение затрат мощности для привода силовой

кинематики станка

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_B = N_{CT} + N_{TP} + N_{PЗ}, \quad (9)$$

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

N_{TP} – 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_{CT} находится как:

$$N_{CT} = N_{ДВ} (0,075 + 0,00012 \cdot n), \quad (10)$$

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

n – частота оборотов шпинделя, об/мин.

$$N_{CT} = 55 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 983) = 10,61 \text{ кВт.}$$

Мощность на вращение буровой колонны

При высоких частотах вращения по формуле:

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

где L – длина буровой колонны, м ($L = 800$ 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 (таблица 12);

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 (таблица 13);

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

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

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

где d – наружный диаметр БТ, см;

d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

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

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.

$$\theta_{\text{ср}} = (10+35)/2 = 12,5 \text{ град.}$$

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_n – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 \cdot (76,4 - 70) = 3,2 \text{ мм.}$$

$$N_{\text{тр}} = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot$$

$$\cdot \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8})(1 + 0,6 \cdot 0,0434) \cdot \left[\frac{(0,9 + 0,02 \cdot 3,2)}{1 + 0,013 \cdot 3,2} \right] \cdot \left[\frac{76}{(2 \cdot 10^6 \cdot 52,53)^{0,16}} \right] \right. \\ \left. \cdot 983^{1,85} \cdot 800^{0,75} (1 + 0,44 \sin 12,5) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 3,2 \cdot 983 \cdot 1317 \right\} = 5,8 \text{ кВт.}$$

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 14 – 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 15 – Значения $v_{\text{мех}}$ для различных пород

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

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left(0,05 + \frac{16,7 \cdot 3,5 \cdot 0,9}{819} \right) (76 + 46) \cdot 1317 \cdot 819 = 4,01 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{Б}} = N_{\text{СТ}} + N_{\text{ТР}} + N_{\text{РЗ}} = 10,61 + 5,8 + 4,01 = 20,42 \text{ кВт.}$$

Необходимая мощность двигателя равна 20,42 кВт. Так как в проекте есть скважина глубиной 1250 м мощность выбранного бурового агрегата равна 55 кВт, что 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.

$$v_{ТЖ} = 2,1 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1,73}{0,07^2} \right) = 0,0074 \text{ л/с.}$$

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 $\gamma = 0,785 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$).

$$Re = \frac{0,0074 \cdot 0,07}{0,785 \cdot 10^{-6}} = 659,87.$$

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

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

$$\lambda_{Тр} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,07} + \frac{68}{659,87} \right)^{0,25} = 0,062.$$

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 $d_{ЗАМ} = 0,0604$ м.

$$\xi = 1,5 \left[\left(\frac{0,07}{0,0604} \right)^2 - 1 \right]^2 = 0,17.$$

$$H = \left(\frac{(800 + 1500) \cdot 0,444}{2 \cdot 9,81} \right) \cdot \left(\frac{0,062}{0,07} + \frac{0,17}{3} \right) = 72,64 \left(\frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right).$$

$$N_H = \frac{10 \cdot 1,73 \cdot 72,64}{102 \cdot 0,8} = 15,4 \text{ кВт.}$$

2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

2.7.3.1. Расчет и выбор схемы талевой системы

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

Таблица 16 – Исходные данные для расчета и выбора схемы талевой системы

Длина колонны, L, м	800
Средний зенитный угол, θ , °	12,5
Коэффициент доп. сопротивлений, α_2	1,6
Удельный вес ПЖ, $\gamma_{\text{ж}}$, гс/см ³	1,05
Мощность двигателя, N, кВт	55
Коэффициент перегрузки, λ	1,2
Грузоподъемность лебедки, $Q_{\text{л}}$, тс	11,2
Тип бурового станка	ЗИФ-1200МРК
Время разгона элеватора, t, с	1
Типоразмер бурильных труб	ССК-76
Длина свечи, $l_{\text{св}}$, м	13,5
Вес подвижного груза, G, кгс	62,3
Вес 1 м бурильных труб	7,7

Число рабочих ветвей определяется по формуле:

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

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

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

η – КПД талевой системы.

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

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

G_d – вес подвижного груза с учетом динамических сил, кгс.

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

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

V – max скорость подъема элеватора согласно ТБ;

$V = 2.0$ м/с; g – ускорение свободного падения;

$g = 9,81$ м/с²;

t – время разгона буровой колонны ($t = 1,8$ 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 ($q = 7,7$ кгс);

$\gamma_{м}$ – удельный вес металла ($\gamma_{м} = 7,85$ гс/см³);

f – коэффициент трения ($f = 0,3$).

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

где G – вес подвижного груза, кгс.

$$G_d = 62,3 \left(1 + \frac{2,0}{9,81 \cdot 1,8}\right) = 70,4 \text{ кгс}$$

$$G = m_э + m_н, \quad (27)$$

где $m_э$ – масса элеватора, кгс;

$m_н$ – масса наголовника, кгс.

$$G = 57,0 + 5,3 = 62,3 \text{ кгс.}$$

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

$$Q_{кр.Σ} = \left[1,0 \cdot 1,6 \cdot 7,7 \cdot 800 \left(1 - \frac{1,05}{7,85}\right) \cos 12,5^\circ \cdot (1 + 0,3 \cdot tg 12,5^\circ) + 62,3 \right] \cdot \left(1 + \frac{2,0}{9,81 \cdot 1,8}\right) = 10421,95 \text{ кгс;}$$

$$\frac{Q_{кр.Σ}}{Q_л} = \frac{10421,95}{11200} = 0,93;$$

Принимаем $\eta = 0,961$.

$$m = \frac{10421,95}{11200 \cdot 0,966} = 0,96.$$

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:

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

где $Q_{кр}$ – в кгс;

m – число рабочих струн

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

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

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

$$Q_{кр} = 1,0 \cdot 7,7 \cdot 800 \left(1 - \frac{1,05}{7,85}\right) = 5336,05 \text{ кгс};$$

$$P = \frac{5336,05}{1 \cdot 0,961 \cdot 1,04^2} = 5133,7 \text{ кгс}.$$

Натяжение ведущей ветви:

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

$$P_л = \frac{5336,05(1-0,961^1)}{(1-0,961)} = 5336,05 \text{ кгс}.$$

Усилие в неподвижной ветви каната:

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

$$P_н = \frac{5336,05[0,961^1(1-0,961)]}{(1-0,961^1)} = 5127,94 \text{ кгс}.$$

КПД выбранной талевой системы определяется по формуле:

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

$$\eta_{\text{ТС}} = \frac{5133,7}{5336,05} = 0,961.$$

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

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

$$P_{\text{в}} = 5336,05 + 5127,94 = 10464 \text{ кгс},$$

$$P_{\text{в}} = 10,46 \text{ тс} < 11,2 \text{ тс}$$

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 ($\eta_{\text{п}} = 0,95$).

$$Q_{\text{ТС}-1} = 102 \cdot \frac{55 \cdot 0,961 \cdot 0,95}{0,68} = 7531,84 \text{ кгс}.$$

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

$$Q_{\text{ТС}-1} > Q_{\text{кр}};$$

$$7531,84 \text{ кгс} > 5336,05 \text{ кгс}.$$

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

2.7.3.2. 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:

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

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).

$$P_{л\ max} = \frac{55000 \cdot 2,0 \cdot 0,95}{0,68} = 153,6 \text{ кН};$$

$$P_p = 2,5 \cdot 15,36 = 384,2 \text{ кН} = 39177,5 \text{ кгс}.$$

На основе расчетов можно выбрать канат двойной свивки типа ТК конструкции 6х37 + 1 о.с. диаметром 20 мм.

2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

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

Анализ исходных данных позволяет сделать вывод о том, что колонна БТ в процессе бурения скважин будет работать с дополнительной осевой нагрузкой, т.к. вес колонны бурильных труб не превышает оптимальную осевую нагрузку, равную 1317 кгс. Следовательно, расчёт производится только для нижнего сечения.

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

Предел текучести для стали 38ХНМ составляет 5500 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.

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

$$\sigma_{сж} = \frac{1317}{9,83} = 133,97 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Напряжение изгиба:

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

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

I – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴;

l – длина полуволны прогиба, см;

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

φ – стрела прогиба, см.

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

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (7,0^4 - 6,04_1^4) = 52,53 \text{ см}^4,$$

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

где D – диаметр скважины по расширителю, см;

d – наружный диаметр БТ, см.

$$\varphi = \frac{(76,4 - 76)}{2} = 0,2 \text{ см}.$$

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

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,
($z = L = 800$ м).

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

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 819}{30} = 85,7 \text{ с}^{-1}.$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$$l = \frac{10}{85,7} \sqrt{0,5 \cdot 800 + \sqrt{0,25 \cdot 800^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 52,53 \cdot 85,7^2}{10^3 \cdot 7,7 \cdot 9,81}}} = 7,02 \text{ м};$$

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

$$W_{\text{из}} = \frac{3,14}{32} \cdot \left(\frac{7,0^4 - 6,04^4}{7,0} \right) = 15 \text{ см}^3,$$

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

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 52,53 \cdot 0,2}{300^2 \cdot 15} = 153,61 \text{ кгс.}$$

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.

$$N = 1,5 \cdot 4,01 = 6,015 \text{ кВт};$$

$$M_{\text{кр}} = 97400 \frac{6,015}{819} = 715,3 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

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

$$W_{\text{кр}} = \frac{3,14}{16} \cdot \left(\frac{7,0^4 - 6,04^4}{7,0} \right) = 30 \text{ см}^3.$$

$$\tau = \frac{715,3}{30} = 23,84 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(133,97 + 153,61)^2 + 4 \cdot 23,84^2} = 291,5 \text{ кгс/см}^2.$$

Запас прочности:

$$\eta_{\text{II-II}} = \frac{5500}{219,5 \cdot 1,5} = 16,7 \geq 1,7.$$

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).

До 95% всех аварий возникает по вине исполнителей в результате нарушения технологии бурения, условий эксплуатации оборудования и инструмента. Около 5% аварий возникает из-за заводского брака используемого инструмента. Небольшая часть аварий возникает из-за низкого качества технических проектов.

Аварии при бурении можно рассматривать как непосредственное прекращение углубки скважины, вызванное нарушением нормального состояния бурового инструмента (обрывы, падения инструмента в скважину, прижѐг коронки и др.). Осложнения в бурении связывают с изменением

состояния скважины (обвалы стенок, прихваты инструмента, образование желобов в скважине и др.).

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, 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, люфт в опорах шарошек, 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, спускоподъемных приспособлений;
- систематически проверять состояние деталей вращателя станка.

На всех буровых скважинах, базах, участках должен находиться аварийный инструмент, приведенный в таблице 17.

Таблица 17 – 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	+	+	+
	Д-108	–	–	+
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 20 км) большую часть инструмента, обязательного на буровой, возможно оставлять на ней.

2.9. Выбор источника энергии

Силовые приводы буровых установок представляют собой компоновку двигателей, трансмиссий с устройствами, которые преобразуют энергию топлива или электричества в механическую и передают ее буровым насосам, ротору, лебедки.

В зависимости от используемого первичного источника энергии приводы делятся на автономные, не зависящие от системы энергоснабжения, и неавтономные, зависящие от системы энергоснабжения, с питанием от промышленных электрических сетей. К автономным приводам относятся двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с механической, гидравлической или электропередачей. К неавтономным приводам относятся: электродвигатели постоянного тока, питаемые от промышленных сетей переменного тока через тиристорные выпрямительные станции управления; электродвигатели переменного тока с гидравлической либо электродинамической трансмиссией или регулируемые тиристорными системами.

В современных буровых установках для геологоразведочного бурения в качестве силового привода применяется в основном электродвигатели переменного тока и двигатели внутреннего сгорания.

В составе оборудования буровой установки находится дизельный генератор GMJ88 (50 Гц, 230/400 В, трёхфазная электростанция) с оригинальным дизельным двигателем John Deere 4045TF258 (США).

Таблица 18 – Технические характеристики ДГ GMJ88

Мощность электростанции, кВт основная/резервная	64/70 кВт
Панель управления	GMCA-20-04
Тип запуска	электростартер
Расход топлива, л/ч	14,5
Емкость бака, л	130
Вес электростанции, кг	1500
Габариты, см	285x120x151
Уровень шума	66 дБ

2.10. Механизация спускоподъемных операций

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

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

В выполнении вышеописанных операций участвует вращатель станка, трубооборот РТ-1200-2М, элеватор полуавтоматический ЭН-2/20, лебедка ССК Л-5, трубодержатель ТР2-12,5.

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 ПБУ-1200 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 скважины

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

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

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

Ликвидация скважины предусматривает проведение подготовительных и заключительных работ. К подготовительным работам относятся контрольный замер глубины скважины по элементам бурильной колонны, подготовка скважины к геофизическим исследованиям, заключительные геофизические и гидрогеологические исследования. При заключительном этапе извлекаются обсадные трубы (по возможности и, если это не нарушает технологии последующего ликвидационного

тампонирования), ликвидационное тампонирование не производится, так как разрез сложен крепкими породами и отсутствуют водоносные горизонты. Скважина закрывается деревянной пробкой. На месте скважины устанавливается опознавательный знак (репер) с указанием номера скважины, профиля и года бурения. Оформляют акт на ликвидацию скважины, демонтируют и перевозят оборудование. Рабочая площадь выравнивается бульдозером после окончания бурения скважин на каждом профиле и их закрытия. Производится рекультивация земель.

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

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

3.1. Введение

Район работ расположен в восточной части Воронежской области на территории Новохоперского района.

На Еланском месторождении сульфидных медно-никелевых руд проводятся разведочные работы с целью обнаружения и подготовки к промышленному освоению месторождений полезных ископаемых. Бурение скважин производится передвижной буровой установкой ПБУ-1200.

Территория области поделена на две части – на северную (лесостепная) и южную (степная) части. Порядка 80% земель Воронежской области занимают черноземы. В настоящее время преобладают агрокультурные ландшафты.

Воронежская область находится в умеренной климатическом поясе. Лето жаркое, зима умеренно-холодная. Режим выпадения осадков непостоянный, но в случае проливного дождя, длящегося до 12 часов и более, доставка рабочих и техники на месторождение сильно затруднена. Промерзание грунта в зимнее время происходит на глубину до 130 мм, многолетняя мерзлота отсутствует. Полевые работы ведутся летом и осенью.

3.2. Производственная безопасность

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

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

воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

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

Часть производственных систем оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование запроектованных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		
	Опасные	Вредные	Нормативные документы
<p>Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования.</p> <p>Бурение скважин и вспомогательные работы</p>	<p>Движущиеся машины и механизмы различного оборудования.</p> <p>Статическое электричество.</p> <p>Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб.</p> <p>Электрический ток.</p> <p>Аппараты, работающие под давлением.</p>	<p>Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.</p> <p>Повреждения в результате контакта с насекомыми.</p> <p>Превышение уровня шума и вибрации.</p> <p>Недостаточное освещение рабочей зоны.</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 [16]</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004 [13]</p> <p>ГОСТ 12.4.125-83 [2]</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 [7]</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 [3]</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 [9]</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2009 [5]</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 [21]</p> <p>ПБ 08-37-2005 [15]</p>

3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

Отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении.

Буровые работы связаны с постоянной работой на открытом воздухе.

Воронежская область находится в умеренном климатическом поясе. Лето относительно жаркое, а зима умеренно-холодная. Среднегодовая температура составляет около 5°C. Среднеиюльская температура составляет около 20,5°C. Среднеянварская температура около -9°C. Абсолютные температуры максимума и минимума составляют соответственно +43°C и -42°C. На собственном опыте стоит добавить, что в световой июльский день температура воздуха достигает +45°C, ветер часто меняет направление с юго-восточного на северо-западный.

Для защиты персонала от погодных явлений буровая установка должна быть оснащена подсобными помещениями. Рабочие должны быть обеспечены теплой спецодеждой и обувью (костюм х/б, кирзовые сапоги).

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

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

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

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение.

Нормы освещения указаны в СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [8]. На буровой чаще применяется совмещенное освещение, искусственное освещение в ночное время суток. Источниками света являются лампы накаливания. Буровые должны быть оборудованы пылеводонепроницаемыми светильниками.

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

Нормы освещения и расположение светильников на буровой установке приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Нормы освещения по СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [8]

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

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

Для предотвращения укусов клещей все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами и индивидуальными медицинскими пакетами.

Повышенный уровень шума и вибраций.

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

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

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

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

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

– установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 80 дБА;

– 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.

Таблица 21 Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации по СанПиН 2.2.4.3359-16 [17]

Вид вибрации	Категория вибрации	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
		м/с	дБ
Локальная		2,0	126
Общая	1	0,56	115
		0,40	112
	2	0,28	109
		0,2	106
	3а	0,1	100
		0,071	97
	3б	0,04	92
		0,028	89
	3в	0,014	83
		0,0099	80

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

– снижение вибрации в источнике ее возникновения, необходимо производить своевременный профилактический осмотр и ремонт, подтягивание ослабевших соединений, своевременно смазывать вращающиеся детали;

– уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника виброизоляцией, которая заключается в уменьшении передачи

колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами.

Для снижения вибрации буровой колонны следует применять антивибрационную смазку. Для снижения вибрации станка применяются амортизаторы из упруговязких материалов (резины, войлока, пробки и т.д.). Предусмотрены также средства индивидуальной защиты – антивибрационные коврики.

3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Движущиеся машины и механизмы различного оборудования.

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

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

При выполнении монтажно-демонтажных работ необходимо строго соблюдать требования СНиП 12-03-2001 "Техника безопасности в строительстве" [18].

Необходимо предусмотреть все требования по производству строительно-монтажных работ:

- предусмотреть ограждение опасных зон;
- указать места прохода людей и движения транспорта;
- на строительной площадке должны устанавливаться указатели проездов и проходов, предупредительные знаки, надписи об опасных зонах и правила поведения в них;
- не допускать беспорядочного хранения материалов, изделий и оборудования.

Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.

Острые кромки, заусеницы и шероховатость имеют место быть на поверхности бурильных 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 [7] необходима проверка наличия защитных ограждений, закрывающих доступ к движущимся частям машин и механизмов (не менее 200 мм);
- 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 22).

Таблица 22 – Индивидуальные средства защиты согласно ПБ 08-37-2005[15]

Наименование средств защиты	Количество
1	2
Каски	5 шт.
Предохранительные пояса	1 шт.
Диэлектрические перчатки	1 пара
Кирзовые сапоги	5 пар
Резиновые сапоги	5 пар

1	2
Рукавицы брезентовые	5 пар
Костюм х/б	5 шт.
Защитные очки	2 шт.
Респиратор	5 шт.
Медицинская аптечка	1 шт.

Электрический ток.

Источником опасности в буровом здании может оказаться:

- открытый трансформаторный шкаф;
- открытые участки пульта управления бурового станка;
- оголенные провода и кабели.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Мероприятия по устранению поражений электрическим током:

- все оголённые токоведущие части закрываются в шкафы или устанавливаются на высоте;
- устройство заземления;
- применение малого напряжения (42 В) питания согласно ГОСТ 12.1.030-81 [7];
- устройство зануления установки;
- использование защитных изолирующих средств;
- основные изолирующие средства (до 1000 В) способны длительное время выдерживать рабочее напряжение (диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжений), ими можно касаться токоведущих линий;

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

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

Расчет заземления

Заземление служит для снижения напряжения прикосновения до безопасной величины. Благодаря заземлению опасный потенциал уходит в землю тем самым, защищая человека от поражения электрическим током.

Расчет заземления производится для того чтобы определить сопротивление сооружаемого контура заземления при эксплуатации.

Рассчитывается сопротивление одного электропровода производится по формуле:

$$R_{\text{э}} = 0,336 * \left(\frac{\rho}{L}\right) * \left(Lg\left(\frac{2L}{d}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) * Ln\left(4h + \frac{L}{4h} - L\right)\right), \quad (52)$$

где L – длина электропровода, $L = 3$ м;

d – диаметр электропровода, $d = 0,05$ м);

ρ – удельное сопротивление грунта, $\rho = 80$ Ом*м; h – глубина заложения, $h = 1$ м.

$$R_{\text{э}} = 0,336 * \left(\frac{80}{3}\right) * \left(Lg\left(\frac{2 * 3}{0,05}\right) + \left(\frac{1}{2}\right) * Ln\left(4 * 1 + \frac{3}{4 * 1} - 3\right)\right) = 21,15 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{R_{\text{доп}}}, \quad (53)$$

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

$$n = \frac{21,15}{4} = 5,3 \text{ шт.}$$

Принимаем число заземлений $n = 5$ шт.

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = 0,336 * \left(\frac{\rho}{L_n}\right) * Lg \left(2 * \frac{(L_n)^2}{(L_0 * h_n)}\right) * \eta, \quad (54)$$

где L_n – длина 1-го участка полосы, м;

L_0 – общая длина полосы, м;

h_n – ширина полосы, $h_n = 0,8$ м;

η – сезонный коэффициент, $\eta = 2$.

$$L_n = 1,05 * 2 * L, \quad (55)$$

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

$$L_0 = L_n * n, \quad (56)$$

$$L_0 = 6,3 * 5 = 31,5 \text{ м.}$$

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

Общее заземление контура определяется по формуле:

$$R = \frac{1}{\left(\left(\frac{n_{вэ}}{R_э}\right) * n\right) + \left(\frac{n_{эт}}{R_n}\right)}, \quad (57)$$

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

$n_{эт}$ – коэффициент экранирования труб, $n_{эт} = 0,8$.

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

$R < R_{\text{доп}}$, из чего следует, что рассчитанная схема заземления пригодна для использования. Схема заземления приведена на рисунке 7.

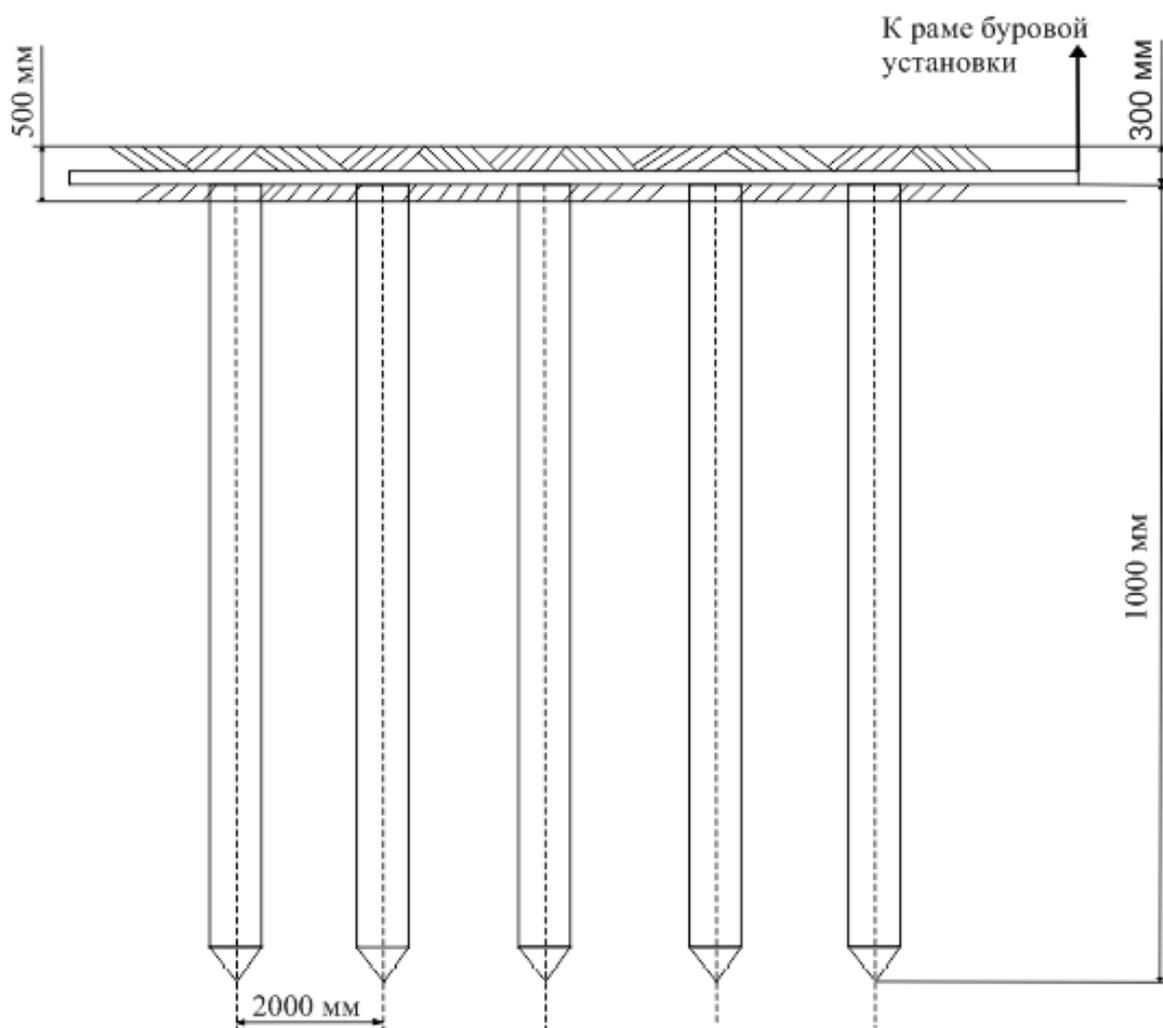


Рисунок 7 – Схема заземления

Аппараты, работающие под давлением.

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

Буровые насосы и их обвязка, компенсаторы, трубопроводы, шланги и сальники перед вводом в эксплуатацию и после каждого монтажа должны быть опрессованы водой на полуторное расчетное максимальное давление, предусмотренное геолого-техническим нарядом, но не выше максимального

рабочего давления, указанного в техническом паспорте насоса. Предохранительный клапан насоса должен срабатывать при давлении ниже давления опрессовки.

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

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

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

- оформление плакатов, предупреждающих надписей, других средств наглядной агитации по промышленной безопасности и охране труда [15].

3.3. Экологическая безопасность

В ходе выполнения геологоразведочных работ будет в той или иной степени оказано различное воздействие на недра, атмосферный воздух, почвенный покров земельного участка, водные объекты, на растительный и животный мир.

Для обеспечения охраны окружающей среды все проектируемые работы будут выполняться в соответствии с требованиями Российского законодательства.

Источники выбросов загрязняющих веществ (оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа, диоксид серы, глинопорошок, цемент, сероводород) в атмосферу – экскаватор, буровые установки и обслуживающий автотранспорт, будут характеризоваться постоянным изменением местоположения, количеством одновременно работающих источников, а также различным режимом и временем работы.

Отсутствие вблизи участка промышленных предприятий, загрязняющих атмосферный воздух и небольшие перепады высот, будут способствовать рассеиванию вредных веществ в воздушных потоках.

Таким образом, загрязнение атмосферы при производстве работ будет иметь локальный и кратковременный характер и при условии соблюдения норм эксплуатации машин и механизмов не окажет существенного влияния на природную среду.

С целью уменьшения негативного воздействия на атмосферный воздух предусматриваются следующие мероприятия технического характера:

- поддержание техники и автотранспорта в исправном состоянии за счет проведения в установленное время техосмотра, техобслуживания и планово-предупредительного ремонта;
- запрещение эксплуатации техники и транспорта с неисправными или не отрегулированными двигателями, использование несоответствующего стандартам топлива;
- недопущение скопления техники и автотранспорта в большом количестве на ограниченной территории;
- обустройство поддонов для сбора пролитого ГСМ, с целью локализации поверхности свободного испарения при непреднамеренном разливе топлива. [22].

Мероприятия по охране водных ресурсов

Для защиты поверхностных водотоков от загрязнения буровые скважины будут расположены вне водоохраных зон. Стоянка и мойка автотранспорта в пределах водоохраных зон водотоков будет запрещена, поэтому загрязнение поверхностных вод не будет. Хранение нефтепродуктов и капитальный ремонт техники при производстве работ не предусмотрены.

При проведении работ будет предусмотрено водоснабжение привозной питьевой и технической водой.

Технология геологического изучения алевролита, песчаника и магматических пород не предусматривает забора воды из подземных

водоисточников и сброса сточных вод в поглощающие горизонты, в связи с чем, загрязнение и истощения подземных водоисточников также не произойдет. В процессе бурения слив воды после промывки керна будет производиться в шламоборники (отстойники), где она после отстаивания будет использоваться повторно. С целью сохранения подземных вод от загрязнения в скважинах водоносные горизонты и зоны поглощения промывочной жидкости будут изолироваться обсадными трубами или тампонировались специальными средствами и смесями [23].

Мероприятия по охране земельных ресурсов, растительного и животного мира

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

Проектом предусмотрен комплекс работ, направленный на приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для дальнейшего их использования по назначению. После проведения бурения предусматривается извлечение труб и засыпка скважин. Поскольку основные виды и методика проводимых работ не связаны с сильным загрязнением поверхностного почвенно-растительного слоя, достаточно проводить только технический этап рекультивации в расчете на самовосстановление почвы.

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

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

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

В процессе пользования недрами формируются источники акустических, тепловых, электромагнитных эффектов, что определяется как фактор беспокойства для животного мира. Для минимизации негативного воздействия на объекты растительного и животного мира будут выполняться следующие природоохранные мероприятия: запрет проезда техники вне организованной дорожной сети; пресечение незаконного охотничьего промысла и рыболовства путем запрета со стороны администрации предприятия; применение шумозащитных средств для работающих узлов машин; производство всех работ только в светлое время суток [24].

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или окружающей 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.

Перечень противопожарного инвентаря на буровой согласно ГОСТ 12.4.009-83 [25] приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Противопожарный инвентарь по ГОСТ 12.4.009-83 [25]

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

Мероприятия противопожарной безопасности:

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

Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время освещены, в зимнее время расчищены. 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, разлитая горючая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке.

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

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

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

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

Требования пожарной безопасности должны полностью соответствовать нормативным документам ГОСТ 12.1.044-89[20], ГОСТ 12.1.010-76[19].

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

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

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:

- при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;
- в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;
- при введении в действие новых или переработанных правил,

инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

Работа в условиях повышенной опасности должна производиться по наряду-допуску с указанием необходимых мер безопасности. Перечень работ, на выполнение которых необходимо выдавать наряд-допуск, и лица, уполномоченные на их выдачу, утверждаются главным инженером предприятия [26].

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 [27]. 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 ЦЕХА

4.1. Организация ремонтной службы

На базе бурового участка, расположенной в десяти километрах от станции Елань-Колено, имеется все необходимое оборудование для создания мелкого и простого инструмента и запасных частей – металлообрабатывающие станки, сварочный цех.

При поломке того или иного инструмента, буровой мастер делает запрос на его изготовление. Если изготовление инструмента возможно силами работников базы, то оно должно проводиться вне очереди. Изготовление инструмента должно проводиться в максимально короткие сроки с соблюдением необходимого качества.

Технические осмотры, профилактические и экстренные ремонты бурового оборудования и прочей техники проводятся силами буровой бригады непосредственно на буровых площадках, либо при необходимости на территории базы.

4.2. Организация энергосбережения

Обеспечение электроэнергией силовых приводов буровой установки и средств освещения рабочих мест будет осуществляться при помощи дизельной электростанцией, входящей в комплект буровой установки.

Подключение к ЛЭП буровой установки нецелесообразно вследствие частого ее перемещения и невозможно, в виду ее отсутствия. При каждом переезде буровой установки электрические кабели придется протягивать заново, что может их повредить. Последнее может привести к коротким замыканием, и как следствие поражениям электрическим током персонала бурового участка.

4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов

При бурении скважин на данном участке будет использоваться глинистый буровой раствор. Замешивание глинистого раствора будет производиться силами буровой бригады непосредственной на буровой.

Для обеспечения водой будет использоваться «водовозка» на базе автомобиля УРАЛ-4320. Вода будет доставляться с действующей водонапорной скважины. Такая вода будет использована исключительно для технических нужд и приготовления бурового раствора.

Обеспечение буровой питьевой водой будет осуществляться силами буровой бригады – недалеко от участка проведения есть достаточно большое количество питьевых колонок с открытым доступом.

4.4. Транспортный цех

Для организации работ на участке будет использоваться следующее транспортное оборудование:

1. Бульдозер Б-10М ЧТЗ – для организации площадок под буровые установки и, при необходимости, перевозки бурового оборудования.
2. Водовозный транспорт на базе автомобиля УРАЛ-4320 – для доставки технической воды на буровую.
3. Водовозный транспорт на базе автомобиля ГАЗ-3307 – для доставки питьевой воды.
4. Служебный транспорт, УАЗ-2206 и ГАЗ-33081 – для доставки различного персонала к месту проведения работ.
5. Грузовой транспорт, «длинновозы» на базе УРАЛ-4320 и УАЗ-2206 – для доставки всех необходимых грузов к месту проведения работ.

При желании персонал буровой может пользоваться личным транспортом для прибытия к месту проведения работ.

4.5. Связь и диспетчерская служба

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

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

1. Приём, анализ, обработка и распределение информации о состоянии производства работ, необходимой для составления и корректировки планов, а также регулирования производства;
2. Приём аварийных заказов и распределение их по цехам, информирование соответствующих специалистов об аварии и доставка их, в случае необходимости, к месту аварии, контроль за выполнением заказов обслуживаемыми цехами, обеспечение заказчиков ресурсами со складов организации, доставка необходимых ресурсов заказчику;
3. Ведение ежедневного учёта выполняемых работ;
4. Передача распоряжений руководителей организации.

Участок буровых работ находится в достаточной близости с населенными пунктами, поэтому связь участка буровых работ с базой будет осуществляться с помощью мобильных телефонов. Также мобильные сети позволяют при необходимости осуществлять связь между буровыми бригадами и руководящим персоналом без участия диспетчерской службы, что может ускорить процессы решения различных вопросов.

5. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАБУРИВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТВОЛОВ СКВАЖИН

5.1. Методы забуривания дополнительных стволов скважин

5.1.1. Бесклиновые методы забуривания дополнительных стволов

Существуют несколько бесклиновых методов забуривания дополнительных стволов извлекаемыми отклонителями:

- от искусственного неметаллического забоя;
- методом резкого перегиба ствола с естественного забоя;
- бурением направляющего ствола уменьшенного диаметра;
- забуривание при расширении скважины в анизотропных породах;
- зарезание дополнительного ствола от неметаллического забоя

целесообразно из ранее пробуренной скважины по методу «снизу-вверх».

Метод наиболее эффективен в породах средней твердости и в скважинах со значительной разработкой и кавернозностью стволов, в которых установка стационарных клиньев затруднена или невозможна. С этой целью в скважине создается высокопрочная пробка-забой, например, на основе специальной цементации или заливки компаунда на основе синтетических смол (эпоксидной, карбамидной). Параметры такого забоя должны приближаться по твердости к вмещающим горным породам. В затвердевшем материале забоя забуривается центрированной компоновкой пилот-ствол для размещения в нем отклонителя, а затем проводится интенсивное искривление в требуемом направлении.

Метод резкого перегиба ствола с естественного забоя применяется при бурении многоствольных скважин «сверху-вниз».

В этом случае трасса проектируется таким образом, чтобы бурение основного ствола до определенной глубины производилось с невысокой интенсивностью. На этой глубине с помощью отклонителя непрерывного действия ствол резко искривляется для обеспечения значительного его отклонения от основного направления скважины.

Рекомендуется осуществлять проработку интервалов резких перегибов компоновками типа КПИИ, чтобы ликвидировать резкие перегибы и предотвратить разрушение бурильной колонны при последующем бурении.

Максимальный радиус искривления должен быть:

$$R_{min} \geq \frac{l_0^2}{4(D_c - d_0)}, \text{ м}, \quad (58)$$

где D_c – диаметр скважины, м;

d_0, l_0 – диаметр и длина отклонителя, м.

После проработки компоновкой КПИИ, КЖК или СПИ, этот участок должен представлять равномерно искривленный интервал с интенсивностью до $1,0^\circ$ на 1 м.

При применении конкретных типов бесклиновых отклонителей их длина при данной интенсивности искривления, обеспечивающая безаварийную работу, составит:

$$l_0 = 2,83 \sqrt{\frac{57,3}{i_{max}}} \times \sqrt{[D_c - (d_0 - t)]}, \quad (59)$$

где t – врезание боковой поверхности долота в стенку скважины, м.

После завершения бурения дополнительного ствола и выполнения им геологического задания продолжается бурение основного ствола.

Для этого по данным кавернометрии определяется диаметр скважины в интервале перегиба, рассчитывается длина и собирается жесткий колонковый набор с коронкой (долотом), имеющей удовлетворительное обнажение наружных подрезных резцов; набор опускается в скважину и проводится забуривание стенки скважины в этом интервале. Если остановки компоновки на рассчитанной глубине не произошло, то набор следует извлечь из скважины, поставить центраторы и опустить вновь. Забуривание следует проводить с незначительной осевой нагрузкой и подачей снаряда, после образования ступеньки величиной более 0,5 диаметра коронки нагрузка последовательно увеличивается.

Жесткий снаряд рекомендуется собирать из УБТ и ниппельной заготовки или использовать компоновки типа технологических снарядов

конструкции «Сосновгеологии», ДО ИМР, Востказгеологии и других рисунках 8, 9).

Более надежно выпрямление обеспечивается при цементировании дополнительного ствола с засыпкой щебнем.

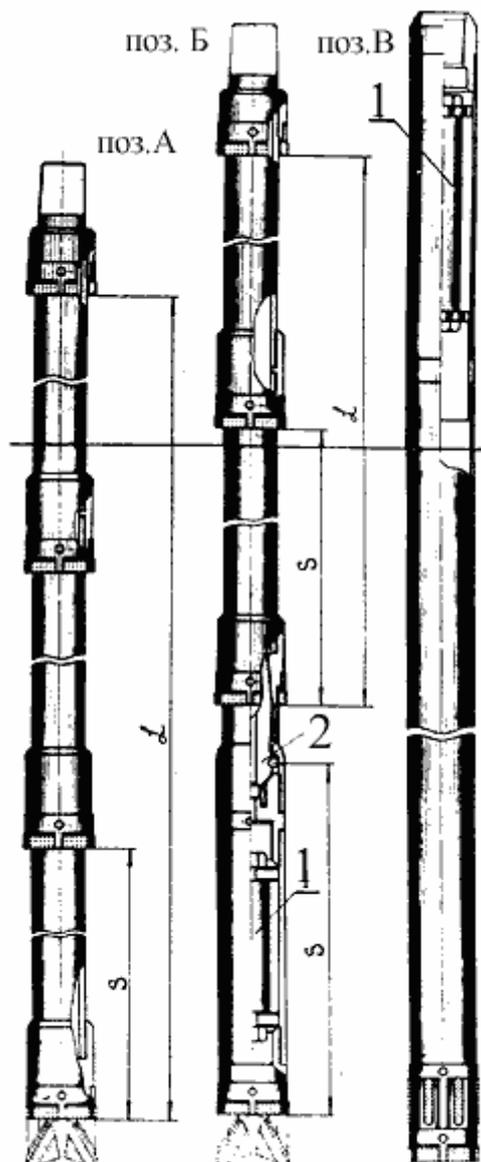


Рисунок 8 – Жесткие и шарнирные компоновки конструкции ДО ИМР

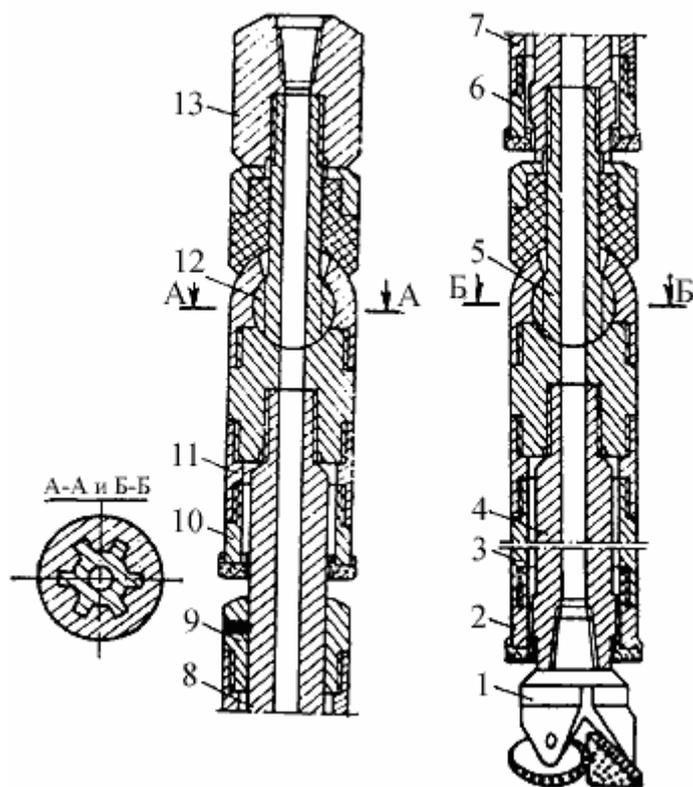


Рисунок 9 – Снаряд плавного искривления типа СПИ конструкции «Востказгеологии»:

- 1 – долото; 2, 6, 10 – алмазные коронки; 3, 7, 11 – колонковые трубы;
 4, 8 – нижний и верхний удлинители; 5, 12 – шарниры; 9 – муфта;
 13 – переходник

В некоторых случаях успешным оказывается метод, при котором на забое основного ствола предварительно забуривается пилот-ствол (глубиной 3-5 м) на один-два размера меньше по сравнению с диаметром основного ствола.

Затем от забоя основного ствола при сохранении диаметра забуривается дополнительный ствол. После его окончания на интервал основного забоя опускается ступенчатая компоновка, ее направляющая часть должна соответствовать диаметру пилот-ствола меньшего диаметра (длина колонковой трубы не менее 1 м), а основной корпус – диаметру основного ствола. После тщательной промывки забоя ступенчатая компоновка с направляющей опускается с вращением и небольшой нагрузкой и подачей в

пилот-ствол и осуществляется бурение по первоначальному направлению ствола на интервале не менее 3 м.

Забуривание нового ствола при расширении скважины применяется в случаях, когда естественное искривление скважин благоприятно для забуривания нового направления.

Для этого на предполагаемом интервале забуривания ствола следует произвести смену породоразрушающего инструмента на меньший диаметр и отбурить пилот-ствол, а затем расширить ствол коротким колонковым набором.

5.1.2. Забуривание дополнительных стволов с применением отклоняющих снарядов клинового типа

Цикл забуривания и бурение дополнительного ствола при помощи снарядов клинового типа заключаются в следующем:

а) установка снаряда на забой (искусственный или естественный) и забуривание пилот-скважины меньшего диаметра по сравнению с основным стволом;

б) расширение пилот-скважины специальным расширителями до диаметра основного ствола;

в) бурение скважины шарнирными компоновками для дальнейшего набора кривизны и проработка ее ствола с целью перехода на бурение стандартными колонковыми трубами.

При искусственном искривлении расширение пилот-скважины – непроизводительная операция, увеличивающая затраты времени. Поэтому более рационально совмещать ее с одновременной проработкой ствола и набором кривизны при последующем бурении за счет применения специальных снарядов-фрезеров и специальных компоновок. Такие компоновки позволяют многократно расширять ствол скважины в местах искусственного искривления. Эта операция выполняется при пониженной

осевой нагрузке (1–1,5 кН) с медленной подачей и частоте вращения бурового снаряда 80–100 об/мин.

В породах средней категории по буримости описанный метод обеспечивает последующий спуск стандартного колонкового набора для бурения скважины в новом направлении. В породах высокой категории интервал забуривания дополнительного ствола прорабатывается укороченными наборами и серийными алмазными коронками. Улучшение проработки ствола скважины в этом случае достигается при включении в состав колонковых наборов алмазных расширителей с последующей проработкой жесткими фрезерными снарядами. Прорабатывать ствол скважины следует при небольшой частоте вращения и медленной подаче снаряда.

5.2. Технические средства для забуривания дополнительных стволов скважин

Для забуривания дополнительных стволов скважин применяются неизвлекаемые и извлекаемые клинья.

5.2.1. Неизвлекаемые клинья

В ВИТР разработаны неизвлекаемые (стационарные) отклоняющие клинья диаметром 73 мм (КОС-73), 57 мм (КОС-57) и 44 мм (КОС-44), которые в конструктивном отношении совершенно идентичны.

Стационарный клин (рис. 10) состоит из ложка клина 11 и раскрепляющего устройства, соединенных между собой удлинителем 1 из колонковой трубы.

Раскрепляющее устройство состоит из корпуса 6, представляющего собой колонковую трубу, к которому посредством резьбы присоединяются верхний 3 и нижний 7 патрубки. Сквозные продольные прорезы на патрубках образуют пружинящие гибкие полосы, к которым внутри приваривают клиновидные плашки. Внутри патрубков расположены распорные верхний 2

и нижний 8 конусы, соединенные между собой штоком 5 с корпусом-шпилькой 4.

Спуск клина в скважину осуществляют с помощью установочного патрубка 9, соединяемого с ложком клина заклепками 10. При постановке клина на забой под действием осевой нагрузки вначале срезается шпилька 4, корпус перемещается вниз, поэтому пружинящие полосы с плашками распираются и закрепляют клин в скважине. После этого срезаются заклепки 10 и колонну бурильных труб поднимают на поверхность.

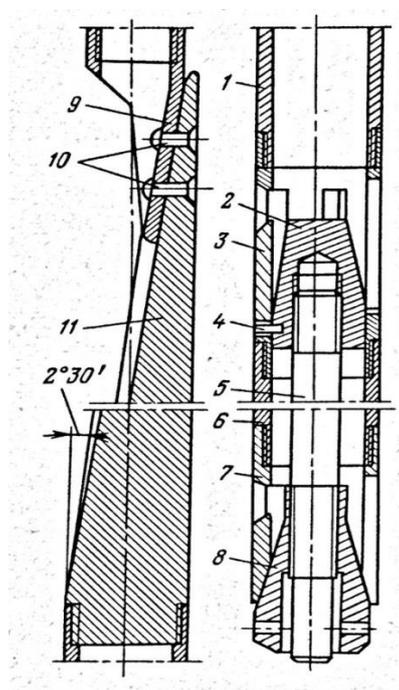


Рисунок 10 – Неизвлекаемый клин конструкции ВИТР

Таблица 24 – Техническая характеристика клиньев КОС

Тип клина	КОС-73 - 2°30'	КОС-57 - 2°30'	КОС-44 - 1°30'
Угол наклона желоба клина к оси	2°30'	2°30'	1°30'
Длина желоба, мм	1540	1570	1530
Диаметр клина, мм	73	57	44
Длина в собранном виде, мм	6825	6920	5065

В качестве примера в таблице 24 приведена технология забуривания дополнительного ствола диаметром 57 мм, применительно к породам VIII-X категорий по буримости.

Перед спуском неизвлекаемого клина в скважину с целью ликвидации аварии рекомендуется сделать контрольный спуск для определения точного замера. При бурении многоствольных скважин неизвлекаемый клин устанавливают на значительном расстоянии от забоя основного ствола, поэтому для создания искусственной опоры-моста чаще всего используют пробку-искусственный забой (ПЗ-73, ПЗ-57 или ПЗ-44). В некоторых случаях (например, для подъема дополнительного керна) в качестве опоры используют отработанные бурильные трубы.

При постановке стационарных клиньев диаметром 73 мм технология проведения работ практически мало чем отличается от технологии, приведенной в таблице 24. Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент диаметром 76 мм на 20–25% выше, чем на инструмент диаметром 59 мм. Независимо от диаметра неизвлекаемого клина в качестве колонковых труб рекомендуется применять толстостенные трубы (например, 57 x 13 и 73 x 19 мм). И, наконец, количество промывочной жидкости при отбуривании от клина и дальнейшей углубке скважины алмазными коронками составляет 40–50 л/мин и шарошечными долотами 100–420 л/мин (до 150 л/мин).

Для забуривания дополнительных стволов в Читинском ТГУ разработаны комплексы СКО-2 и СКО-3 полустационарного типа, отличающиеся между собой лишь размерами ложка клина. От комплекса СКО-2 можно забуривать дополнительный ствол меньшего диаметра, а от СКО-3 – ствол того же диаметра.

После проведения работ цельнометаллический клин специальным крюком извлекают на поверхность, а пробка остается в скважине.

Необходимо отметить, что каких-либо преимуществ по сравнению со стационарным клином ВИТР комплекс СКО не имеет. Стоимость

извлеченного ложка клина с удлинителем в ряде случаев (например, на значительной глубине в северных районах страны) будет даже ниже стоимости затрат, связанных с его извлечением. Свободная посадка клина на искусственный забой-пробку делает его использование проблематичным при забурировании скважины на выкручивание (даже при незначительной разработанности стенок скважины).

Таблица 25 – технология забурирования дополнительного ствола диаметром 57 мм

Наименование работ и применяемые технические средства	Тип и диаметр породоразрушающего инструмента	Углубка за рейс, м	Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, с ⁻¹
Установка искусственного забоя (ПЗ-57)	–	–	50–60	–
Установка клина КОС-57	–	–	50–60	–
Бурение по ложку клина (долото-армированный переходник длиной 100-150 мм – бурильная труба диаметром 42 мм)	Шарошечное долото ДДА-59 диаметром 59 мм	0,7–1,1	От 2 до 8 (реже до 15) увеличивать постепенно	1,0–1,2
Проработка уступа и бурение (то же, только переходник длиной 250-300 мм)	Шарошечное долото ДДА-59 диаметром 59 мм	1,2–1,5	8–15	2,0–4,5
Проработка уступа и бурение (долото или коронка – переходник – труба диаметром 57 мм – переходник; общая длина 0,65–0,70 мм)	Долото Ш-59К или алмазная коронка	1,2–1,5	12–20	4,5–5,8
Бурение укороченными колонковыми снарядами (последовательно 1,5; 3 и 4,5 м)	Алмазная коронка диаметром 59 мм	1,5; 3; 4,5	10–18	Максимально возможная

5.2.2. Извлекаемые (съёмные) клиновые отклонители

Клиновые отклонители, извлекаемые после изменения направления скважины, являются достаточно простыми в изготовлении, работе и относительно надёжными техническими средствами направленного бурения.

Они позволяют за один цикл работ, который включает установку отклонителя, отбуривание, расширение и проработку отклоненного ствола, изменить направление скважины на $0,5-6^\circ$ и могут применяться многократно.

В съемных клиновых отклонителях применен клин закрытого типа, поэтому отбурочный набор клина имеет породоразрушающий инструмент на один или два размера меньше, чем диаметр ствола в интервале установки отклонителя. На первом этапе цикла искусственного искривления осуществляется забуривание пилот-скважины непосредственно от ложка клина, а затем, после подъема клинового отклонителя, расширение пилот-скважины с одновременным углублением и последующей проработкой интервала искривления.

Расширение и проработка ствола скважины требуют специальных буровых технологических снарядов, включаемых в комплект отклонителей.

К извлекаемым отклонителям относятся съемные клинья СО-76/46 (здесь и далее указано соотношение диаметров ствола скважины и забуриваемой пилот-скважины), СО-59/36, разработанные в ВИТРе, СНБ-АС – конструкции ПГО «Южказгеология», СНБ-КО-76/59, СНБ-КО-59/46, созданные в КазИМСе и отклонитель СОАЭРУ-59/46 (ПГО «Сосновгеология») с комплектами технологических снарядов.

Комплект инструмента для искривления скважины съемным клином СНБ-КО (снаряд направленного бурения – клиновой отклонитель) включает конусный отбурник (рис. 11, а), собственно клин СНБ-КО (рис. 11, б) и 164 снаряд плавного искривления (СПИ) – (рис. 11, в). Закрепление клина СНБ-КО в скважине достаточно эффективно производится в конусном углублении забоя 7 (рис. 11, б). Конусное углубление выполняют специальным снарядом – конусным отбурником. Этот снаряд состоит из породоразрушающего инструмента 1, конусного, армированного твердым сплавом, наконечника 2, патрубка 3, армированного переходника 4, ниппеля замка 5. Поскольку конусный забой служит для закрепления ложка клина, его

глубина зависит от размеров ложка. Обычно длина конусного забоя при нормальных условиях не должна превышать 0,2–0,3 м, а длина наконечника 2 – 0,4 м.

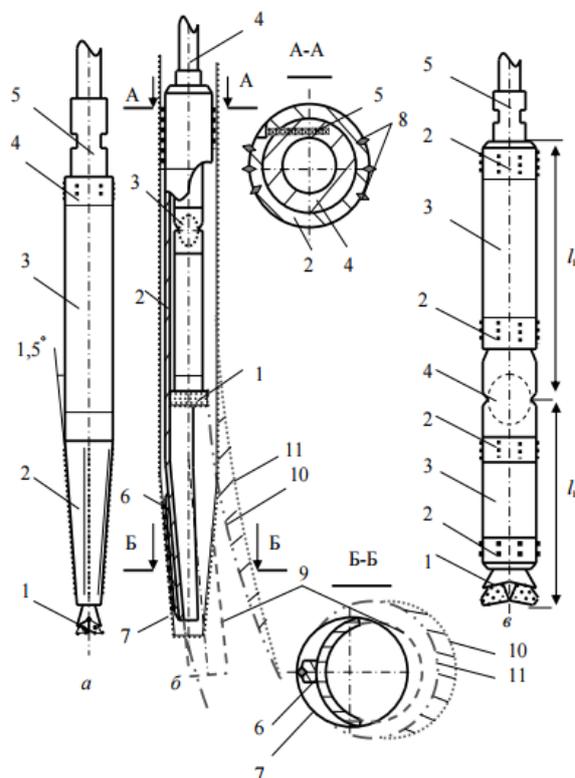


Рисунок 11 – Комплект технических средств для искривления скважин клиновым отклонителем СНБ-КО:

a – конусный отбурник; *б* – отклонитель СНБ-КО в скважине;
в – снаряд плавного искривления (СПИ)

Клин СНБ-КО в сборе приведен на рисунке 11, б. Клин служит для бурения пилот скважины 8 по заранее заданному направлению и состоит из клина-ложка, изготавливаемого из колонковой трубы диаметром 73 или 57 мм, и отбурочного набора.

Отбурочный набор, в свою очередь, состоит из породоразрушающего инструмента 1 (для СНБ-КО-76/59 диаметром 59 мм и для СНБ-КО-59/46 диаметром 46 мм), удлинителя 2, шарнира 3 с переходником и бурильной трубы 4 (для СНБ-КО-76/59 диаметром 42 мм и для СНБ-КО-59/46 диаметром 33,5 мм).

Во время спуска и ориентирования отклонителя отбурочный набор соединяют через ниппель-штулку с клином-ложком с помощью шпильки 5. После ориентирования отклонитель спускают на забой и нижний конец ложка 6, имеющий клиновидную форму, и усиленную накладкой с гребешковым вооружением твердым сплавом, входит в конусное углубление 7. Весом колонны бурильных труб или гидравликой станка повышают осевую нагрузку до срезания шпилек 5, одновременно заклинивая ложок в конусном углублении.

Верхний конец отклонителя фиксируется в скважине при помощи твердосплавных вставок 8. После срезания шпильки 5 начинают бурение пилот-скважины 9.

Для расширения пилот-скважины 9 и дальнейшего развития искривления служит шарнирная компоновка – снаряд плавного искривления (СПИ). СПИ (рис. 11, в) состоит из породоразрушающего инструмента 1, соответствующего диаметру основного ствола, переходников – расширителей 2, армированных твердым сплавом, патрубков 3, выполненных из колонковых труб диаметром 57 или 73 мм, шарнира 4, ниппеля замка 5 и бурильной трубы 6 диаметром 42 мм.

С помощью СПИ в направлении забуренной пилот-скважины 9, формируется ствол номинального диаметра 10. При этом СПИ обеспечивает проработку ствола скважины вооружением переходников – расширителей 2 путем удаления резкого перегиба ствола 10 и создания более плавной дуги ствола скважины 11. При бурении СПИ, ствол скважины может углубляться до 5–6 метров. В то же время для условий, при которых наблюдается значительное естественное искривление скважин, например, вследствие анизотропии горных пород, длину рейса СПИ следует уменьшить до 1,0–1,5 м.

В дальнейшем в скважину спускаются укороченные колонковые наборы длиной 2,0; 3,0 и 4,5 м для более качественной проработки кривизны и дальнейшей углубки скважины. Особенно тщательно проработку интервала

искривления производят в твердых горных породах. Ориентиром достаточной проработки искривления будет свободный спуск в скважину колонкового набора длиной не менее 6,0 м.

Расчет параметров отклонителя СНБ-КО.

1. Угол скоса ложка β выбирают в зависимости от твердости горной породы:

до VII категории по буримости – $\beta = 4 \dots 6$ град;

VII–IX – $\beta = 4 \dots 3$ град;

от IX и выше – $\beta = 1,5 \dots 2,5$ град.

2. Определяют размеры отбурочного набора из условия его свободного прохождения по скосу клина:

$$l_{от} \leq \frac{114,6(D_{СКВ} - t_k - d_k)}{\beta}, \quad (60)$$

где $D_{СКВ}$ – диаметр скважины, м;

t_k – толщина стенки ложка клина, м;

d_k – диаметр колонковой трубы отбурочного набора, м.

Если диаметр бурового шарнира превышает диаметр корпуса отбурочного набора, то в формулу следует ставить значение диаметра шарнира вместо значения d_k .

3. Определяют длину нижнего звена шарнирной компоновки СПИ (рис. 5, в) l_H :

$$l_H = \sqrt{\frac{337,1h_{III}(D_{СКВ} - d_{II})}{\delta - \beta}}, \quad (61)$$

где h_{III} – углубление скважины шарнирной компоновкой, м;

d_{II} – диаметр патрубка нижнего звена компоновки, м;

δ – полный угол искривления за цикл, град; β – угол скоса ложка клина, град.

Согласно производственным данным при сходе с ложка клина отбурочный набор, как правило, увеличивает угол искривления, который получается больше значения угла β в среднем в 1,5 раза. Поэтому в формуле

вместо значения угла β следует использовать значение угла β , умноженного на коэффициент, равный 1,2–2. При этом большее значение коэффициента следует применять, если породы средней твердости, и меньшее значение, если породы твердые.

Для горных пород VIII–X категорий по буримости значение l_n может составить значение равное 0,6–1,0 м.

4. Длина верхнего звена СПИ l_B может изменяться в пределах от 1 до 2 метров. При этом, исходя из требуемой интенсивности искривления i_d , длину верхнего звена компоновки l_B можно определить по формуле:

$$l_B = \sqrt{11,7 \frac{(D_{скв} - D_{и})}{i_d}} 57,3, \quad (62)$$

где $D_{и}$ – диаметр верхнего звена СПИ, м.

Искусственное искривление считается удовлетворительным при наборе полного угла от 2 до 5° за одну постановку съемного клина СНБ-КО.

5.3. Вывод

Дополнительные стволы скважин забуриваются с целью обхода аварийных интервалов и при многоствольном бурении. Многоствольное бурение, особенно, при разведке крутопадающих рудных тел, при значительной глубине разведочных скважин способно обеспечить значительное сокращение объема буровых работ и поэтому остается одним из самых перспективных методов проведения геологоразведочных работ.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

ООО «Росгеоперспектива» находится в г. Челябинск Челябинской области. Полное название предприятия – Общество с ограниченной ответственностью «Росгеоперспектива».

Группа предприятий «Росгеоперспектива» была основана 12 июня 1997 года. Компания является частным независимым предприятием, объединяющим ряд предприятий, занимающихся геологическим изучением рудных и нерудных месторождений на территории Челябинской, Воронежской, Свердловской, Оренбургской областей РФ, Республики Коми, Чукотского АО, Дальнего Востока, Республики Казахстан и Кыргызской Республики.

Еланское месторождение сульфидных медно-никелевых руд находится на территории восточной части Воронежской области Новохоперского района, близ станции Елань-Колено.

6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1. Технический план

Виды и объем проектируемых работ приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	<i>1. Подготовительный период и проектирование</i>		
2	<i>1.1. Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований</i>		
3	Выписки текста	100 стр.	28
4	Выписки таблиц	100 стр.	7
5	Выборки чертежей	100 черт.	1,5

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
6	<i>1.2. Составление предварительных графических материалов</i>		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:200000	чертеж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000	чертеж	1
9	Составление предварительного геолого-поискового плана Еланского м, м-б 1:10000	8 км ²	0,1
10	Составление текстовой части проекта на геологические работы	чел/мес	2
11	<i>2. Полевые работы</i>		
12	<i>2.1. Буровые работы</i>		
13	Бурение передвижной буровой установкой ПБУ-1200 с применением ССК-76	п. м.	4030
14	<i>2.3. Отбор и обработка проб</i>		
15	Отбор точечных (литохимических) проб по керну скважин	100 проб	19,7
16	<i>2.4. Геофизические исследования</i>		
17	<i>2.4.1. Геофизические исследования скважин</i>		
18	Основной комплекс: два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия	отр-смен на 1000 м.	1,5485

6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

Подготовительные работы и проектирование

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований

Общий объем сбора информации составит:

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

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

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

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

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

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

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

– начальник партии – $0,04 \times 41,87 = 1,67$ чел/смен;

– геолог 1 категории – $1 \times 41,87 = 41,87$ чел/смен.

Составление предварительных графических материалов

Составление схемы геологической изученности района работ масштаба 1:200000

Объем работ – 1 чертеж размером 2,8 дм².

Затраты времени на изготовление обзорной карты района работ (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят $2,8/3 \times 1,85 = 1,73$ смен или 0,07 мес.

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

– начальник партии – $0,04 \times 1,73 = 0,07$ чел/дн;

– техник-геолог 2 категории – $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73$ чел/дн.

Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000

Объем работ – 1 чертеж размером 2,8 дм².

Затраты времени на изготовление обзорной карты района работ (ССН-92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят $2,8/3 \times 1,85 = 1,73$ смен или 0,07 мес.

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

– начальник партии – $0,04 \times 1,73 = 0,07$ чел/дн;

– техник-геолог 2 категории – $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73$ чел/дн.

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

Объем работ – 1 чертеж участка площадью 12 км².

Затраты времени на изготовление предварительного геолого-поискового плана Еланского месторождения (СН-92, в. 1, ч. 2, т. 23, стр. 3, гр. 5; измеритель 10 км²) составят $12,0/10 \times 12,81 = 15,372$ смен или 0,615 мес.

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

- начальник партии – 0,04 чел/см;
- геолог 1 категории – 15,372 чел/см.

Составление текстовой части проекта на геологические работы

Затраты времени приняты по опыту работы подразделений ООО «Росгеоперспектива» в размере 2 мес. Работа по составлению сметы выполняется одним геологом 1 категории, одним геологом 2 категории и начальником партии.

Затраты труда составят:

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

Бурение

Бурение передвижной буровой установкой ПБУ-1200 с использованием комплекса ССК-76.

Объем бурения – 4030 пог. м, количество скважин – 6. Бурение колонковое в сложных геологических условиях – по мелкозернистым породам и диоритам IX категории.

Затраты времени на бурение скважин (диаметр бурения – 76 мм) по породам IX категории буровой установкой ПБУ-1200 (таблица 27) рассчитываются с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 27 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины передвижной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объем, ст-см.
1	2	3	4	5	6	7	8
6 скважин							
1	IX	76	4030	0,26	ССН 93, т.5	1,5	1571,1
Итого:						Σ=1571,1 ст-см	

* Для всех скважин применяется коэффициент:

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

Затраты времени на бурение всего объема скважин (6 скв.)

$$N_{бур} = 1571 \text{ ст-см.}$$

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

$$N_{м-д} = H_{м-д} \cdot n, \quad (63)$$

где $H_{м-д}$ – время на демонтаж-монтаж и перевозку, ст-см;

n – количество скважин.

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

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

– промывка

$$N_{всп} = H_{пром} \cdot n, \quad (64)$$

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

$$N_{всп} = 0,45 \cdot 6 = 2,7;$$

– крепление скважин обсадными трубами

$$N_{всп} = H_{обс} \cdot n, \quad (65)$$

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

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

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{нпр} = N_{бур} / 103 \cdot 4; \quad (66)$$

$$N_{нпр} = 1571 / 103 \cdot 4 = 61 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах:

– каротаж

$$N_{кар} = H_{общ} \cdot n \quad (67)$$

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

$$N_{кар} = 4030 \cdot 4,96 / 1000 = 19,9 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{м-д} + N_{всп} + N_{нпр} + N_{кар}; \quad (68)$$

$$N_{общ} = 1571,1 + 3,9 + 2,7 + 4,8 + 61 + 19,9 = 1663,4 \text{ ст-см.}$$

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

– начальник участка – $0,07 \times 1663,4 = 116,44$ чел/дн;

– инженер по буровым работам – $0,05 \times 1663,4 = 83,17$ чел/дн;

– инженер-механик – $0,1 \times 1663,4 = 166,34$ чел/дн;

– буровой мастер – $0,29 \times 1663,4 = 482,38$ чел/дн;

– машинист буровой установки – $1 \times 1663,4 = 1663,4$ чел/дн;

– пом. машиниста буровой установки 1-ый – $1 \times 1663,4 = 1663,4$

чел/дн.

Отбор и обработка проб

Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин

Объем работ: 4030 проб (пог. м), категория пород – IX.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную, категория пород – IV (СН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, стр. 1, гр. 5, измеритель – 100 м керна) составят: $4030 / 100 \times 5,83 = 234,95$ смен или 9,2 мес.

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

– геолог 2 категории – $0,1 \times 234,95 = 23,5$ чел/дн;

– техник-геолог 2 категории – $1 \times 234,95 = 235$ чел/дн;

– рабочий 3 разряда – $1 \times 234,95 = 235$ чел/дн.

Геофизические исследования

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

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

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

6.2.3.1 Расчет производительности труда

Расчет производительности труда за месяц производится по формуле:

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \times C, \quad (69)$$

где $P_{\text{см}}$ – производительность в смену, $P_{\text{см}} = Q/N$;

Q – объем работ; N – затраты времени на данный вид работ;

C – количество смен в месяц, $C = 60$.

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований

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

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

Составление предварительных графических материалов

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

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

Буровые работы

$$P_{\text{см}} = 4030/1663,4 = 2,42;$$

$$P_{\text{мес}} = 2,42 \times 60 = 145,2.$$

Отбор и обработка проб

$$P_{\text{см}} = 19,7/5,83 = 3,38;$$

$$P_{\text{мес}} = 3,38 \times 25,4 = 85,85.$$

Геофизические исследования скважин

$$P_{\text{см}} = 3,8285/18,98 = 0,201;$$

$$P_{\text{мес}} = 0,201 \times 25,4 = 5,1.$$

6.2.3.2. Расчет количества бригад при буровых работах

Расчет необходимого количества бригад производится по формуле:

$$n = \frac{Q}{(P_{\text{мес}} \times T)}; \quad (70)$$

где T – условное время выполнения работ в мес.

Расчет продолжительности работ осуществляется по формуле:

$$T_{\text{пл}} = \frac{Q}{(P_{\text{мес}} \times n)}; \quad (71)$$

Принимаем условное время проведения буровых работ за 8 месяцев.

$$n = 4030/(145,2 \times 8) \approx 4 \text{ бригады.}$$

Чтобы выполнить объем за 8 месяцев необходима 1 бригада, но при этом конкретный срок выполнения будет равен:

$$T_{\text{пл}} = 4030/(145,2 \times 4) = 6,93 \text{ месяца.}$$

6.2.4. Календарный план

Таблица 28 – Выполнение работ на Еланском 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 информации.	II квартал 2014 г.	IV квартал 2014 г.

Наименование основных видов работ и этапов их выполнения	Сроки выполнения	
	Начало	Окончание
Этап 2. Выявление условий залегания, промышленных параметров залежей сульфидных медно-никелевых руд с использованием геофизических и буровых работ. Локализация перспективных участков с оценкой прогнозных ресурсов.	I квартал 2015 г.	III квартал 2016 г.
Этап 3. Завершение разведочных работ. Локализация прогнозных ресурсов сульфидных медно-никелевых руд.	IV квартал 2016 г.	II квартал 2017 г.

6.3. Расчет сметной стоимости работ

6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат

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

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

Таблица 29 – Сметно-финансовый расчет затрат

<i>Наименование должностей</i>	<i>Районный коэфф.</i>	<i>Оклад, руб</i>	<i>С учетом коэффициента (за 1 мес.)</i>	<i>С учетом коэффициента (за 18 мес.)</i>
Основная зарплата:				
Директор	1,2	30000	36000	648000
Главный геолог	1,2	19800	23760	427680
Начальник партии	1,2	19800	23760	427680
Геолог 1 категории	1,2	13700	16440	295920
Геолог 2 категории	1,2	12100	14520	261360
Инженер по буровым работам	1,2	13700	16440	295920
Техник-геолог 2 категории	1,2	10700	12840	231120
Буровой мастер	1,2	8688	10425,6	187660,8
Машинист буровой установки	1,2	7500	9000	162000
Помощник машиниста буровой установки	1,2	6110	7332	131976
Рабочие 3 разряда (3 чел.)	1,2	5000	6000	108000
Итого основная зарплата			176517,6	3177316,8
Отчисления на соц. нужды (30,5%)			70196,7	1263542,11
Итого			285185,35	5133336,2

6. 3. 2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Таблица 30 – Сметная стоимость геологоразведочных работ

Код	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Единичные расценки в текущих ценах, руб	Стоимость работ в текущих ценах, тыс.руб.
I	Основные расходы				29805,12
A	Собственно геологоразведочные работы			232045	28942,627
1	Проектирование и подготовительный период к полевым работам				192,842
1.1	<i>Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов</i>				43,840
1.1.1	Выписки текста	100 стр.	28,00	1129,20	31,618
1.1.2	Выписки таблиц	100 стр.	7,00	1252,56	8,768
1.1.3	Выборки чертежей	100 чер.	1,50	2302,69	3,454
1.2	<i>Проектирование</i>				149,002
1.2.1	Составление картограммы геологической изученности Еланского мр-я м-ба 1:200000	чертеж	1,00	1489,79	1,490
1.2.2	Составление картограммы геофизической изученности Еланского мр-я м-ба 1:200000	чертеж	1,00	1489,79	1,490
1.2.3	Составление предварительного геолого-поискового плана Еланского мр-я, м-б 1:10000	8 км ²	0,1	13618,25	1,362
1.2.4	Составление текстовой части проекта	чел/мес	2,00	72320,91	144,642
2	Полевые работы – всего				28749,785

Продолжение таблицы 30

2.1	Отбор точечных (литохимических) проб по керну скважин, категория IX, всего	100 проб	22,20	8370,61	185,828
2.2	Разведочное бурение				28528,033
2.2.1	Бурение передвижной буровой установкой ПБУ-1200 с применением ССК-76	ст-см	1571,1	18158	28528,033
2.3	Геофизические исследования скважин, всего				35,932
2.3.1	Основной комплекс (два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия)	отр-смен на 1000 м	3,828	9385,36	35,932
Б.	Сопутствующие работы и затраты				
	Транспортировка грузов и персонала (3%) от ПР				872,484
II.	Накладные расходы, 12,9% от ОР				3844,860
III.	Плановые накопления, 20% от НР+ОР				6729,996
	Итого				40379,976
IV.	Компенсированные затраты				3129,554
	Полевое довольствие (7% А+Б)				2086,358
	Доплаты (2%)				596,120
	Рекультивация земель (1%)				298,051
	Лесобилет (0,5%)				149,025
V.	Резерв на непредвиденные расходы (6% А+Б)				1788,307
	Итого				45297,837
	НДС 18%				8153,610
	Всего				53451,447

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе произведен: подбор технологии и техники сооружения разведочных скважин на Еланском месторождении; анализ вредных и опасных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению; подбор вспомогательного оборудования и организация работ; сметно-финансовые расчеты.

В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, произведен выбор технологии и техники для сооружения скважин на Еланском месторождении сульфидных медно-никелевых руд (Воронежская область). В работе представлено описание выбранной передвижной буровой установки ПБУ-1200 и используемого бурового оборудования, а также выполнены расчеты режимных параметров бурения. Произведены все проверочные расчеты выбранного бурового оборудования. В подразделе направленного бурения разработана конструкция многоствольной скважины, заменяющая бурение двух типичных одноствольных скважин. С экономической точки зрения бурение многоствольных скважин взамен одноствольных более эффективно.

В разделе социальной ответственности приведены – анализ вредных и опасных производственных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению.

В специальной части проекта выполнен аналитический обзор методик проектирования дополнительных стволов многоствольных геологоразведочных скважин, которые могут понадобиться при дальнейшей детальной разведке вышеуказанного месторождения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
3. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1996.
4. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
6. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
7. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1).
8. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
9. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
10. Белов С.В., А.В. Ильницкой А.В., Морозова Л.Л., Павлихин Г.П., Якубович Д.М., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. МГТУ им. Н.Э. Баумана.
11. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
12. ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования.
13. ГОСТ 12.4.221-2002. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования.
14. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах».

15. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
16. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".
17. СНиП 12-03-2001 "Техника безопасности в строительстве".
18. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
19. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
20. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
21. РД 51-1-96 Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин.
22. 23. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении скважин.
23. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
24. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание (с Изменением N 1).
25. Трудовой кодекс Российской Федерации.
26. П-44-16.1-00-01 Положение «О порядке организации безопасного ведения одновременного производства буровых работ, освоения, реконструкции, эксплуатации и ремонту скважин на кусте».
27. Справочник по бурению геологоразведочных скважин / И. С. Афанасьев, Г. А. Блинов, П. П. Пономарев и др. – СПб.: ООО «Недра», 2000. – 712 с.
28. Расчеты в бурении: справочное пособие / Р. А. Ганджумян, А. Г. Калинин, Н. И. Сердюк; – М.; РГГРУ, 2007. – 668 с.

29. Направленное бурение: Учебник для вузов / С.С. Сулакшин – М.:Недра, 1987. – 272 с.
30. Решение геолого-технических задач при направленном бурении скважин: Справочное пособие / С.С. Сулакшин, В.В. Кривошеев, В.И. Рязанов. – М.: Недра, 1989. – 167 с.
31. Направленное бурение и основы кернометрии: Учебник. – 2-е изд. / В.В. Нескоромных. – М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 336 с.
32. Бурение многозабойных скважин при разведке рудных месторождений / Х.И. Мурсалимов, И.Н. Страбыкин, Н.К. Кузьмина, Ф.Д. Вытоптов. – Алма-Ата; Министерство геологии СССР: Каз. НИИМС, 1969. – 103 с.
33. Нескоромных В.В., Калинин А.Г. Направленное бурение: учебное пособие. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 384 с.
34. Методическое руководство по технике и технологии направленного бурения скважин малого диаметра / Ю.С. Костин, В.В. Перминов, Ю.Г. Соловов, Г.Д. Куклин, Ф.А. Вайнов. – ОНТИ ЗабНИИ, 1973. – 88 с.
35. Морозов Ю. Т. Методика и техника направленного бурения скважин на твердые полезные ископаемые. – Л.: Недра, 1987. – 220 с.
36. Направленное и многозабойное бурение скважин с основами кернометрии. Учебное пособие / В.В. Кривошеев – Томск: ТПИ, 1984. – 84 с.