

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

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки: технология геологической разведки  
Кафедра бурения скважин

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>Технология и техника сооружения поисково-оценочных скважин на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)</b> УДК 553.411:550.822.7:622.24(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222В	Бузырев Иван Сергеевич		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Геолого-методическая часть»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 180 страниц, 27 таблиц, 26 рисунков, 21 источник.

Перечень ключевых слов: УКБ-50/100П, «Водораздельный» участок, отбор керна, 01А3.

Объектом исследования является полезное ископаемое золоторудного проявления на «Водораздельном» участке, Таштагольский район.

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

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

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

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте предоставляется полное описание передвижной буровой установки УКБ-50/100П и ее комплектации; приведены технические характеристики составляющих

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17				
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17			2	180
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17				

буровой установки и буровой установки в целом; приведен состав используемого технологического инструмента.

Значимость работы: проведение поисково-оценочных работ на «Водораздельном» участке с последующим подсчетом запасов золота и серебра позволит спроектировать добычу запасов.

## ABSTRACT

Graduation qualification work contains 180 pages, 27 tables, 26 figures, 21 sources.

The list of keywords: UKB-50/100P, "Vodorazdelny" section, selection of core, 01A3.

The object of the study is the mineral of gold ore manifestation in the "Watershed" section, Tashtagolsky district.

Purpose of the work: drafting the project for drilling prospecting and evaluation wells; Geological study of the object; The development of technology for carrying out prospecting works on the site; The development of management and organization of work at the facility.

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

As a result of design: a complete geological description of the object was given; A selection of drilling and auxiliary equipment has been made, satisfying all the requirements; The analysis of all harmful and dangerous factors was carried out at geological prospecting works within the given object; Estimated financial calculations.

The main design, technological and technical and operational characteristics: the project provides a complete description of the mobile drilling rig UKB-50/100P and its configuration; the technical characteristics of the components of the drilling rig and the drilling rig as a whole; the composition of the used technological tool is given.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Abstract</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17				
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17			4	180
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17				

Significance of the work: carrying out prospecting and appraisal work at the "Watershed" site with the subsequent calculation of gold and silver reserves will allow to design the extraction of reserves.

# СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ .....	2
ABSTRACT .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	10
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
1.1. Географо-экономические условия проведения работ .....	11
1.1.1. Административное положение объекта работ.....	11
1.1.2. Рельеф .....	12
1.1.3. Климат .....	12
1.1.4. Растительность.....	12
1.1.5. Животный мир .....	13
1.1.6. Экономическая характеристика района работ .....	13
1.2. Геологическое строение района работ .....	15
1.2.1. Стратиграфия .....	15
1.2.2. Интрузивные образования .....	16
1.2.3. Тектоника .....	16
1.2.4. Полезные ископаемые .....	18
1.3. Геологическая характеристика рудопроявления «Водораздельного» .....	20
1.3.1. Околорудные изменения пород .....	21
1.3.2. Морфология и внутреннее строение рудных тел .....	22
1.4. Методика оценки рудопроявления «Водораздельного».....	22
1.4.1. Топографо-геодезические работы.....	22
1.4.2. Геологическая съёмка .....	24
1.4.3. Горнопроходческие работы .....	25
1.4.4. Буровые работы .....	27
1.4.5. Геофизические работы .....	30
1.4.5.1. Наземные геофизические методы .....	30
1.4.5.2. Геофизические исследования в горных выработках и скважинах .....	31
1.4.6. Геохимические работы.....	33
1.4.7. Опробование .....	33
1.4.8. Обработка проб.....	35
1.4.9. Аналитические исследования.....	39
1.4.10. Контроль опробования.....	39
1.4.10.1.Контроль пробоотбора .....	39
1.4.10.2. Контроль качества обработки проб .....	41
1.4.10.3. Контроль аналитических работ .....	41
1.4.11. Оценка прогнозных ресурсов .....	42

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ .....	50
2.1. Организация буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения .....	50
2.2. Выбор способа бурения скважин .....	50
2.3. Разработка типовых конструкций скважин .....	51
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин .....	51
2.3.2. Оборудование устья скважины и забуривание .....	53
2.4. Выбор буровой установки .....	56
2.4.1. Буровой насос .....	59
2.4.2. Буровая мачта .....	60
2.4.3. Выбор бурильных труб .....	61
2.4.4. Обсадные трубы и их соединения .....	63
Спуск и извлечение обсадных колонн .....	63
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения .....	64
2.5.1. Породоразрушающий инструмент .....	64
2.5.2. Выбор и расчет режимов бурения .....	71
2.5.3. Параметры промывочных жидкостей .....	76
2.5.4. Бурение по полезному ископаемому .....	77
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины, сложенных неустойчивыми породами .....	78
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования .....	79
2.7.1. Проверочный расчет мощности привода бурового станка .....	79
2.7.2. Проверочный расчет мощности привода насоса .....	82
2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты .....	84
2.7.3.1. Расчет и выбор схемы талевой системы .....	84
2.7.3.2. Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии .....	85
2.7.3.4. Определение грузоподъемности мачты .....	87
2.7.3.5. Определение грузоподъемности талевой системы .....	88
2.7.3.6. Расчет талевых канатов .....	89
2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность .....	89
2.8. Механизация спуско-подъемных операций .....	93
2.9. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин .....	93
2.10. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры .....	98
2.11. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования .....	101
2.12. Ликвидация скважин .....	102
3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	103
3.1. Производственная безопасность .....	103
3.1.1. Анализ опасных факторов и меры по их устранению .....	105
3.1.1.1. Пожарная и взрывная безопасность .....	108

3.1.2. Анализ вредных факторов и меры по их устранению .....	112
3.1.2.1. Отклонение показателей микроклимата .....	112
3.1.2.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	112
3.1.2.3. Повышенный уровень шума и вибрации .....	114
3.1.2.4. Загазованность и запыленность рабочей зоны .....	114
3.3. Экологическая безопасность .....	115
3.3.1. Мероприятия по охране воздушного бассейна района от загрязнения.....	116
3.3.2. Охрана и рациональное использование земельных ресурсов .....	116
3.3.3. Намечаемое направление рекультивации нарушенных горными работами земель.....	117
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	118
3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	119
3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	119
3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	120
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ .....	122
4.1. Организация ремонтной службы .....	122
4.2. Организация энергоснабжения .....	124
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов.....	125
4.4. Транспортный цех .....	126
4.5. Связь и диспетчерская служба .....	127
5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ.....	129
5.1. Технологические критерии оптимизации буровых работ .....	129
5.1.1 Механическая скорость бурения.....	130
5.1.2. Рейсовая скорость бурения.....	135
5.1.3. Оптимальное время нахождения породоразрушающего инструмента на забое .....	141
5.1.4. Оптимальная углубка забоя за один оборот бурового инструмента .....	142
5.1.5 Расход алмазов или проходка на буровой инструмент.....	147
5.2. Физический смысл критерия $W$ .....	149
5.3. Комплексные критерии оценки оптимальности бурового процесса.....	151
5.3.1. Коммерческая скорость бурения.....	151
5.3.2. Стоимость одного метра бурения скважины .....	152
5.3.3. Стоимость одного метра бурения скважины с учетом затрат на обеспечение проектного направления скважины .....	152
5.4. Методика определения оптимальных параметров режима и условий бурения скважин.....	153
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ .....	155
6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия.....	155



6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ .....	156
6.2.1. Таблица видов и объёмов проектируемых работ .....	156
6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ .....	157
6.2.2.1. Подготовительные работы и проектирование .....	157
6.2.2.2. Полевые работы .....	159
6.2.2.3. Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т.д.), продолжительности выполнения отдельных работ .....	164
6.3. Расчет сметной стоимости работ .....	165
6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат .....	165
6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ .....	166
6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами .....	168
6.4.1. Поэтапный план .....	169
6.4.2. Финансовый план .....	170
6.5. Режим труда и отдыха .....	171
6.6. Мотивация и стимулирование труда .....	173
6.7. Стратегия развития предприятия .....	177
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	178
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	179

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире золото по-прежнему сохраняет свое значение в качестве сырьевого товара наряду с другими полезными ископаемыми, а также в качестве "квазиденежного" мирового платежного средства при определенных политико-экономических условиях. Наряду с функцией стратегического валютного резерва в последнее время возросла его роль в качестве промышленного металла. Это обусловлено бурным развитием электроники, космической техники, медицинской аппаратуры, ювелирной промышленности и т.д. Золото является важной составной частью государственных золотовалютных резервов, выполняющих функции поддержания устойчивой экономической безопасности.

Необходимость переоценки минерально-сырьевой базы золотодобывающей отрасли Сибири вызвала мощный импульс изучения перспектив выявления новых объектов.

Целевым назначением проектируемых работ является локализация и оценка прогнозных ресурсов золото-серебряного оруденения в пределах перспективной Алгаинско-Березовской площади по категории  $P_1$ : золота – 2,78 т, серебра – 29,2 т.;  $P_2$ : золота – 65,61 т, серебра – 304,68 т.

Анализ вышеуказанных прогнозных ресурсов указывает на перспективность Алгаинско-Березовского месторождения для дальнейшего изучения и освоения.

Геологические материалы, собранные по данному месторождению, наблюдения, анализы и сделанные выводы по технике и технологии сооружения скважин легли в основу дипломного проекта.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<b>Введение</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17				
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17			10	180
<i>Консульт.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17				
						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		

# 1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Географо-экономические условия проведения работ

### 1.1.1. Административное положение объекта работ

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

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

Участок имеет следующие географические координаты угловых точек:

1 – 52°59'37" сш, 87°24'00" вд; 2 – 52°59'37" сш, 87°36'40" вд;  
3 – 52°56'51" сш, 87°36'40" вд; 4 – 52°56'51" сш, 87°24'00" вд.

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

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17		11	180
<i>Консульт.</i>					НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17			
					<i>Геолого-методическая часть</i>		

### **1.1.2. Рельеф**

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

### **1.1.3. Климат**

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

### **1.1.4. Растительность**

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

### **1.1.5. Животный мир**

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

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

Наиболее крупным населенным пунктом района является город Таштагол, от которого до участка работ около 30 км. Район работ (пос. Амзас) связан с г. Таштагол и пос. Каз автомобильной дорогой с асфальтовым покрытием до пос. Центральный и отсыпанной грунтовой дорогой до пос. Анзас. Основой экономики Горно-Шорского района является горно-добывающая отрасль, включающая добычу: железной руды для Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов (Таштагольский, Шерегешский и Казский рудники), нерудного сырья (Темир-Таусский рудник), золота (прииск Алтайский), и лесоразработки. Снабжение района электроэнергией осуществляется «Кузбассэнерго». Район сравнительно хорошо обжит и доступен. Ближайшая железнодорожная станция Алгаин расположена в 8 км от участка работ.

Благоприятные географо-экономические условия района проектируемых работ – транспортная доступность и экономическая освоенность (наличие развитой горнодобывающей и перерабатывающей инфраструктуры, обеспеченность энергетическими и высококвалифицированными людскими ресурсами) позволяет рассматривать район как весьма перспективный в плане выявления крупных объектов рудного золота, удовлетворяющих современные требования экономики, для существенного наращивания ресурсного потенциала минерально-сырьевой базы региона на благородные металлы и страны в целом.





## 1.2. Геологическое строение района работ

### 1.2.1. Стратиграфия

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

Девонская вулканоструктура сформирована Учуленско-казанкольским риолит-андезит-базальтовый комплексом ( $D_1 uk$ ), включает в себя контрастно-дифференцированные вулканы в составе базальтоидной и риолитоидных породных групп, с подчиненным наличием андезитов. На современном эрозионном срезе он представлен Северо-Тельбесским Кабурчакским (Кабурчакская ВТС) ареалами с различными схемами расчленения разреза покровных фаций. Северо-Тельбесский ареал почти полностью сложен основными и средними породами, в строении Кабурчакского резко преобладают кислые разновидности.

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

Комплекс представлен покровными стратифицированными образованиями (фациями) учуленской и тазовской свит (в правобережной части долины р. Березовая нерасчлененными отложениями учуленской и тазовской свит) и субвулканическими образованиями (штоки, некки, силлы) риолит-дацитового ряда. Им предшествуют туффо-терригенные отложения усть-кундусуольской свиты.

## 1.2.2. Интрузивные образования

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

### **Учуленско-казанкольский комплекс (субвулканическая фация) ( $\lambda\pi D_1 uk$ )**

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

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

## 1.2.3. Тектоника

Площадь работ в структурно-тектоническом плане приурочена к зоне сочленения Тельбесского прогиба нижнепалеозойского времени заложения и Кабурчакской вулкано-тектонической структуры (ВТС) нижнедевонского возраста. Как указывалось ранее, зона сочленения северного фаса Кабурчакской (ВТС) осложнена мощной субширотной зоной сближенных дизъюнктивов регионального заложения, в пределах которой фиксируется



полоса сближенных оперяющих разломов северо-восточного направления переходящих на западе в субширотное направление. Оперяющие тектонические сближенные зоны интенсивно проработаны более широко процессами пропилитизации по средне - основным вулканитам и их туфам, и локально в линейном плане процессами низкотемпературного метасоматоза в виде аргиллизации и прокварцевания, вдоль которых проявлена золотоносность и золотооруденение.

В структурном плане участок проектируемых работ имеет двухэтажное строение.

Наиболее древняя часть каледонского структурного этажа представлена кембро-ордовикскими карбонатно-вулканогенно-терригенными формациями в виде мазасской, мундыбашской и алгаинской свит. Они выходят на поверхность в северо-западной части площади, образуя выступ додевонского фундамента.

Породы герцинского структурного этажа представлены раннедевонскими вулканогенно-осадочными отложениями покровных фации (усть-кундусуюльская, учуленская, тазовская свиты) учуленско-казанкольского риолит-андезит-базальтового комплекса и небольшими субвулканическими телами, штоками, силлами (риолит-порфиры, риодацит порфиры) субвулканической фации, Раннедевонские вулканогенно-осадочные отложения слагают Кабурчакскую вулканогенно-тектоническую деперсионную структуру.

Вулканические комплексы перекрывающие терригенную молассу здесь отличаются контрастным типом дифференциации, повышенной щелочностью, представлены формациями риолит-андезит-базальтовой (учуленско-казанкольский вулканический комплекс  $D_1$ ).

В целом, в пределах Водораздельного золоторудного поля, сильно проявлена разрывная тектоника. Все основные разломы установленные на площади работ восток-северо-восточного простирания заложены в раннепалеозойское время и неоднократно подновлялись в герцинское и более

позднее время. С их сбросо-сдвиговыми левосторонними смещениями связано формирование раннедевонской структуры: Кабурчакской вулканотектонической. Основные разломы формируют многочисленную сеть оперяющих разрывов и трещин северо-восточного простирания, значительно усложняющих расшифровку геологического строения участка и рудолокализирующих структур. Рудоносные гидротермальные жильные образования в пределах рудного поля как раз и приурочены к системе СВ разрывных оперяющих нарушений, участка Водораздельный.

#### **1.2.4. Полезные ископаемые**

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

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

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

Свинцовое оруденение на площади работ выражено двумя пунктами

минерализации, выявленными предшественниками, среди обломков кварцевого порфира с бурыми охрами и эпидотизированного порфирита. Содержание в них свинца достигает 0,1...0,2%. Кроме этого ранее по данным предшественников было установлено три гидрохимических ореола свинца с содержанием в водных пробах до 0,002 %, с попутным повышенным содержанием серебра, мышьяка, цинка, олова.

Цинковое оруденение на площади работ приурочено к эффузивным образованиям учуленской свиты и представлена рядом проявлений и пунктов минерализации со сфалеритовой минерализацией и одним гидрохимическим ореолом, установленного ранее предшественниками [Сергиенко, 1971].

Мышьяковая минерализация имеет широкое развитие. Она проявлена в виде проявлений, пунктов минерализации, вторичных геохимических ореолов и потоков рассеяния. Основная площадь широкого развития мышьякового оруденения сосредоточена на водоразделе между руч. Рудный Лог и Лосиный.

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

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

В пределах контура на участке Водораздельном были выявлены золоторудные тела с концентрацией золота удовлетворяющих обусловленных геологическим заданием содержанием золота 2,2 г/т: Риолитовое, Юрьевское, Одиночное, Августовское, Ложковое, Придорожное, Склоновое.

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

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

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

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

### 1.3.1. Околорудные изменения пород

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

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

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

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

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

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

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

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

## **1.4. Методика оценки рудопроявления «Водораздельного»**

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

Топографо-геодезические работы по обеспечению геологоразведочных работ будут проводиться в Государственной системе координат (1942г.) и Балтийской системе высот (1977г.) Топографические привязки скважин, горных выработок и значительной части точек наблюдения в маршрутах будут осуществляться силами ФГУГП «Запсибгеолсъемка» (Лицензия № ЗСГ-0044Г от 03.12.2002 г., выданная Федеральной Службой Геодезии и Картографии России, г. Новосибирск) с помощью спутникового навигатора GPS. Имеющиеся топографические карты масштаба 1:50 000 и 1:25000, выполненные в системе координат 1942 года, по своей точности соответствуют требованиям, предъявляемым к разбивочно-привязочным работам с помощью глобальных спутниковых навигационных систем.

При удалении участка на расстояние более 10 км от пунктов Государственных геодезической и нивелирной сетей допускается применение местной системы координат и высот – единой для всего комплекса геологоразведочных работ на данном участке. Исходные пункты и данные местной системы координат и высот определяются любыми средствами и методами, обеспечивающими заданную точность проектируемых работ. «Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геолого-разведочных работ».

Учитывая отсутствие пунктов государственной геодезической сети на участке работ, привязка геологических выработок будет выполнена в местной (условной) системе. В районе базового лагеря будет закреплена долговременная базовая точка, координаты которой определены несколькими сериями наблюдений JPS навигатором. Большое количество наблюдений позволит повысить точность определения местоположения точки в плане и максимально приблизить местную систему к государственной геодезической 1942 г.

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

В результате обработки измерений на геодезическом пункте и определяемой точке находится местоположение точки на местности. При

необходимости производят корректировку положения точки. После закрепления точки проводят контрольную съемку её местоположения.

Эту же методику применяют при съёмке устьев пробуренных скважин, но с большим промежутком времени измерений в сеансе для повышения точности.

Так, на выноску с закреплением одной проектной точки планируется 80 мин.

### **1.4.2. Геологическая съёмка**

Геологическая съемка, имеющая целью составление геологической карты, в то же время является и процессом площадного обследования для выявления полезных ископаемых. В каждом геологосъемочном маршруте постоянно будут выполняться поисковые наблюдения по обнаружению проявлений полезных ископаемых и их признаков.

Поисковыми маршрутами предусматривается решение следующих задач:

- уточнение геологического строения Водораздельного участка и прослеживание механических ореолов рассеяния золото-серебросодержащих минерализованных пород;
- поиски и привязка старых горных выработок, вскрывших выходы минерализованных пород, золото-серебряных первичных руд и продуктов их окисления;
- изучение и опробование на золото, серебро и элементы-спутники минерализованных пород, первичных и окисленных руд в коренных обнажениях, отвалах старых горных выработок, в делювиальных и элювиальных развалах.

#### *Методика проведения геологической съемки*

При проведении геологической съемки маршруты будут осуществляться пешим способом, в том числе и на труднодоступных участках. Полевая документация любых признаков полезных ископаемых



будет выполняться наиболее тщательно.

В соответствии с рекомендациями, количество точек наблюдений на 1 км<sup>2</sup> в масштабе карты 1:10000 при сложности геологического строения будет составлять 50 точек.

Отбор проб будет производиться сборно-точечным способом, предусматривающий отбор проб из узлов равномерной сети. Для определения количества и массы проб, которые будут отбираться из узлов равномерной сети.

Маршруты будут осуществляться с помощью GPS-навигатора. В местах развития почвенного покрова геолого-съёмочные работы будут сопровождаться проходкой копуш.

Результатами геологической съёмки будет составление геологической карты, карты прогноза, геоморфологической карты с данными об условиях ведения поисковых работ.

### **1.4.3. Горнопроходческие работы**

В процессе выполнения поисковых работ будут использоваться горнопроходческие работы, включающие проходку шурфов глубиной до 5 м, траншей проходка механическим способом. Основными геологическими задачами, решаемыми с применением горных работ, следующие:

- вскрытие с поверхности и определение природы геофизических и геохимических аномалий;
- вскрытие выходов под наносы минерализованных пород, сульфидных руд и продуктов их окисления («железных шляп»), опробование их на все виды анализа;
- определение параметров рудных зон и рудных тел с поверхности (по мощности и по простиранию);
- отбор лабораторно-технологических проб золото-серебряных первичных и окисленных руд.

Проходка шурфов вручную будет являться одним из основных видов

горнопроходческих работ и предусматривается для опережающего вскрытия с поверхности и опробования золотоносных пород в местах их предполагаемого выхода под перекрывающие суглинки и делювиальные глины небольшой мощности (до 5м).

Места заложения шурфов определяются по результатам выполнения поисковых маршрутов, наземных профильных геохимических и геофизических работ, с учетом материалов всех ранее выполненных геологических исследований. Проходка шурфов будет осуществляться вручную до глубины 5м (средняя – 2,9 м) с сечением забоя  $1\text{ м} \times 0,9\text{ м} = 0,9\text{ м}^2$ . Объем проходки шурфов вручную должен составить 625,7 пог.м (215 шурфов), в т.ч. по категориям: III – 74,2 пог.м; IV – 525,3 пог.м; V-XVII – 26,2 пог.м. До глубины 2,5 м проходка будет осуществляться «на выкид», а свыше 2,5 м – с применением бады и ручного воротка. Все шурфы глубиной свыше 2,0 м подвергаются креплению сплошной деревянной крепью из пластин (объем крепления – 189,7 пог.м); по плану предусматривается отставание крепи от забоя не более 1,5 м.

Проходка разведочных траншей механизированным способом будет осуществляться для вскрытия и опробования на полную мощность золото-серебросодержащих рудных зон и выявления в их пределах рудных тел, а также для отбора технологических проб. По проекту предусматривается проходка траншей по линиям поисковых шурфов или мелких скважин (мотобурение) с выявленной рудной минерализацией на тех участках линий, где установленная мощность рыхлых отложений не будет превышать 5м. Максимальная глубина траншей составит 6 м, средняя около 4 м. Проходка траншей будет производиться механизированным способом с применением экскаватора «Хитачи» с объемом ковша  $0,8\text{ м}^3$ . Работы будут осуществляться с соблюдением угла естественного откоса бортов траншеи  $60^{\circ}$ . Всего будет пройдено 13 траншей. Общий объем механизированной проходки составит  $19320\text{ м}^3$ , в т.ч. по категориям: III –  $2720\text{ м}^3$ ;

IV – 15600м<sup>3</sup>; V-XVII – 1000 м<sup>3</sup>. Полотно бульдозерных траншей в дальнейшем будет зачищаться вручную (для документации и опробования).

После завершения всего комплекса геолого-опробовательских работ, предусмотренных проектом, горные выработки засыпаются вручную.

#### **1.4.4. Буровые работы**

Бурение скважин будет являться основным видом поисковых работ, в связи с закрытостью территории исследований – наличием значительного по мощности чехла (до 5...10 м) рыхлых четвертичных отложений, необходимостью перебуривания выветрелых пород и выхода из зоны окисления в первичные золотоносные породы с сульфидной минерализацией.

Бурение скважин будет проводиться на втором и третьем этапе поисковых работ после получения и обработки результатов наземной геофизики, площадных и профильных геохимических работ по вторичным ореолам рассеяния. В пределах Водораздельного участка проведено три вида буровых работ:

- картировочное бурение,
- поисково-картировочное бурение,
- поисковое бурение.

*Картировочное бурение* будет проводиться мотобуром КМ-10 по профилям литохимического опробования с расстоянием между скважинами 20...40 метров. Всего будет пробурено 149 скважин (894 п.м.) глубиной от 2 до 10 метров, в среднем 6 метров. Бурение будет проводиться шнеком диаметром 60 мм (777.5 п.м.) по породам III–V категории и колонковое бурение «всухую» диаметром 59 мм (116,5 п.м.) по породам V–VI категории. Картировочное бурение проводится для изучения вулканитов и метасоматически изменённых пород создающих геохимические и геофизические аномалии, уточнения мощности и состава рыхлых образований. По результатам картировочного бурения в зависимости от мощности рыхлых отложений для вскрытия золотоносных пород будут

проводиться горные или буровые работы.

*Поисково-картировочное бурение* будет проводиться самоходной буровой установкой УКБ-4С. Основной диаметр бурения 93мм, запасной 76 мм. Всего будет пробурено 47 скважин (2020 пог.м) при средней глубине 43 м (от 22,6 м до 70,5 м). Средний выход керна по рудным интервалам не менее 80 % предусмотрен проектом. Бурение будет проводиться по породам IV–X категории. При встрече рыхлых образований, с целью повышения выхода керна бурятся «всухую». Бурение проводится по результатам наземных геофизических и геохимических работ, горных выработок и картировочного бурения. Целью поисково-картировочного бурения является:

- заверка геофизических и геохимических аномалий;
- выявление и установление параметров рудных зон и рудных тел с поверхности;
- оценка уровня золото-сереброносности пород зоны на участках аномальных зон, где мощность покровных рыхлых образований и структурной коры выветривания превышает 5...6 м.

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

*Поисковое бурение с ГИС* планируется проводить на третьем этапе работ после выявления и вскрытия с поверхности горными выработками и поисково-картировочными скважинами рудоносных минерализованных пород и золото-серебряных руд.

Бурение скважин предполагается проводить самоходной буровой установкой УКБ-50/100П. Основные диаметры бурения 76 и 59 мм. Угол наклона скважин составит по данным инклинометрии от 14 до 28,3° к вертикальной оси. Объем бурения составит 2012,7 пог.м. Всего будет

пробурено 15 скважин глубиной от 40 до 200 м, в среднем 134,2 м. Средний выход керна по рудным интервалам не менее 80 % предусмотрен проектом.

Перед началом бурения для каждой поисковой и поисково-картировочной скважины участковым геологом должен составляться ГТН (или типовой для отдельного профиля), учитывающий результаты опережающих профильных геофизических работ (магниторазведка и электроразведка ВЭЗ-ВП) и материалы ранее выполненных геологоразведочных работ, отражающих уровень золотоносности различных геологических образований. Фактическая категория пород по буримости составит: по рыхлым отложениям IV-VI, по сливным образованиям «железной шляпы» – VIII, по коренным породам – от VIII (мраморизованный известняк, вулканиты, порфиры) до IX-XI (жильный кварц, окварцованные породы).

Для достижения проектной глубины, определявшейся по результатам опережающих наземных геофизических работ, и выполнения поставленных геологических задач, поисковые скважины будут перекрываться с поверхности обсадными трубами со сменой диаметра на меньший, что будет отражено на геологических колонках по скважинам. Объем обсадки скважин трубами диаметром 89 мм составит 916 пог.м. По окончании проходки скважин, обсадные трубы планируется извлекать на поверхность, а скважины будут тампонироваться глинистым раствором.

Документация буровых скважин будет сопровождаться составлением бурового журнала и журнала документации скважин. В буровой журнал будут заноситься данные о заложении скважин, координатах, конструкции, режимах бурения, для наклонных скважин азимут направления ствола и угол наклона. Документация керна будет сопровождаться зарисовкой по разрезу буровых скважин в масштабе 1:500, а важных деталей керна в масштабе 1:20.

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

## 1.4.5. Геофизические работы

### 1.4.5.1. Наземные геофизические методы

Проектом предусматривается, совместно с литохимическими поисками, проведение опытно-методических наземных геофизических (магниторазведка, электроразведка РСВП, СГ и ВЭЗ-ВП, гамма-спектрометрия) работ масштаба 1:10 000. Работы будут выполняться по профилям литогеохимической съемки, для поисков новых перспективных участков и взаимоувязки выявленных золото-сереброносных рудных зон.

Для решения поставленных задач предусматривается применение следующих геофизических методов.

Высокоточная магниторазведка  $\Delta T$  масштаба 1:10 000 с целью:

- оконтуривания в пространстве образований геологической формации, вмещающей золото-серебряное оруденение – слабомагнитных вулканогенных пород учуленской свиты среднего девона и немагнитных субвулканических и дайковых пород кислого состава;
- расшифровки геолого-структурной позиции золото-серебряного оруденения в пределах площади и отдельных перспективных участков;
- привязки и оконтуривания в пространстве выделенных в подготовительный период предполагаемых золото-сереброносных зон (линейных и изометричных тел), в т.ч. образований «железной шляпы», сложенных преимущественно слабомагнитными бурыми железняками.

Электроразведка методом РС ВП и СГ масштаба 1:10 000 с целью:

- выявления зон сульфидизации, вмещающих золото-серебряное оруденение, отличающихся повышенной поляризуемостью ( $\eta_k$ );
- установления зон метасоматической проработки пород, в т.ч. прокварцевания, сопровождающих золото-серебряное оруденение и

характеризующихся повышенной величиной значения кажущегося электрического сопротивления ( $\rho_k$ ).

#### **1.4.5.2. Геофизические исследования в горных выработках и скважинах**

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

Всего на участке будет пробурено 15 разведочных скважин (2012,7 п. м.). Каротаж выполняется в 15 скважинах, 1940,42 п. м., что составляет 100% по количеству и 96,490% по метражу (таблица 1.1). Все скважины наклонные.

Работы планируется проводить одной станцией и одним комплектом скважинной аппаратуры. Каротажные бригады работают вахтовым методом. Интерпретация и анализ результатов геофизических исследований скважин, составление графических материалов и пояснительной записки выполняются на базе партии.

Геофизические исследования проводятся для решения следующих задач:

- литологическое расчленение разреза скважин;
- решение технических задач: определение диаметра ствола скважины и траектории его искривления.

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

Таблица 1.1 – Объемы запланированных каротажных работ

Годы разведки	Примененный комплекс ГИС	Количество скважин		
		Пробурено	Прокартировано	
			Количество	%
1	2	3	4	5
2011-2014	КС (БК)	15	15	10
	ГК		15	100
	КМВ		15	100
	Кавернометрия		15	100
	ГГК		5	33
	ПС		8	53
	Инклинометрия		15	100
	Итого:	15		

Геофизические исследования будут выполняться цифровой каротажной станцией с регистратором «КАРАТ-У», использующей программу Log\_mine разработанной НПО «Тверь-геофизика» для рудноугольного каротажа. Основные скважинные приборы это комплекс АК ИПС, комплект цифровых скважинных приборов модульного типа. Используются цифровые модули КС (БК), ГК, КМВ, КМ-3 и общий для всех вышеперечисленных модулей, модуль цифровой телеметрии ТЛС. Для записи ГГК используется скважинный прибор КУРА-2, а для записи ПС используется самодельный зонд. Инклинометрию предусматривается проводить инклинометрами типа МИР. Для всех методов шаг квантования по глубине составит 0,02 м. Для записи и хранения регистрируемых каротажных данных используется стандартный формат LIS- и LAS-файлов. Измерения зенитного угла и азимута скважин будут проведены в скважинах с шагом 10 м, инклинометрами МИР-36. Радиоактивные (ГК, ГГК), электрический (КС) и магнитный (КМВ) каротажи используются для выделения и уточнения контактов литологических разновидностей пород. Для записи значений ГК, КС и КМВ используются модули из комплекта АК ИПС. Кавернометрию скважин проводят для определения диаметров



стволов скважин. Контрольные измерения производят при спуске снаряда, а основные измерения – при подъеме.

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

#### **1.4.6. Геохимические работы**

Геохимические работы будут проводиться по поверхностным горным выработкам и керну скважин. Опробованию будут подвергаться породы, слагающие околорудное пространство, т.е. не несущие видимых признаков оруденения или гидротермально-метасоматических изменений. Рудные зоны и ореолы будут опробоваться кернавым и бороздовым способом. Отбор проб в горных выработках и скважинах осуществляется методом пунктирной борозды, путем точечной отбойки в одну пробу небольших сколков, равномерно расположенных по всему интервалу опробования. Длина интервала определяется литологическим составом опробуемой толщи пород, причем каждая разновидность опробуется отдельно.

#### **1.4.7. Опробование**

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

- штуфное опробование;
- бороздовое опробование;
- кернавое опробование;
- отбор малообъемных технологических проб.

Штуфное опробование проводится в небольшом объеме при проведении поисковых маршрутов. Пробы отбираются из коренных обнажений, делювиальных и элювиальных глыбовых развалов минерализованных пород и руд, окисленных минерализованных пород и руд

с целью определения концентраций в них золота и серебра, а также для петрографических и минераграфических исследований свойств пород и руд. Масса штуфов составляет 1...2 кг.

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

В процессе проведения горных работ сотрудником ЦНИГРИ (В. О. Коньшев) будут даны рекомендации об опробовании всего полотна траншей метровыми бороздовыми пробами, с сечением борозды 5x10 см, что приведёт к увеличению объемов бороздового опробования более чем в два раза.

Для контроля опробования, при отборе рядовых проб будет осуществляться взвешивание каждой пробы весами безмен с целью сопоставления с теоретической массой пробы, рассчитанной с учетом её сечения и длины. Все данные опробования заносятся в журнал документации горных выработок. Пробы отбираются по породам VI-XVIII категории.

Отбор проб из керна буровых скважин проводится для оценки на золото и серебро всех разновидностей пород и руд кернавому опробованию подвергается весь керн поисково-картировочных и поисковых скважин за исключением кернавого материала из слоя покровных суглинков. Средняя длина рядовых кернавых проб равна 1 м, в пробу отбирается весь кернавый

материал, за исключением отобранных образцов. Средний вес одной пробы составит около 5,5 кг (от 4 до 9 кг, в зависимости от диаметра бурения и выхода керна).

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

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

#### **1.4.8. Обработка проб**

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

##### *Обработка начальных проб*

Обработка (промывка) материала шлиховых проб, отобранных из золотоносных кор выветривания, будет осуществляться на установке ПОУ-4-2М с доводкой на сеператоре «Knelson-7,5», установленных на базе ФГУГП «Запсибгеолсъемка». Сборником сметных норм (ССН в. 1, ч.5.) установлены нормы времени на промывку на установке ПОУ-4-2М при объеме рядовой пробы 0,08м<sup>3</sup>. Учитывая малый объем рядовой пробы на промывку по проекту (0,01м<sup>3</sup> и менее) и, исходя из фактических затрат времени на обработку аналогичных проб (по опыту работ), в расчет затрат

времени на обработку (промывку) начальных проб введен коэффициент 5,0.

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

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

где  $Q$  – масса исходной пробы;  $k$  – коэффициент неравномерности распределения полезных компонентов, с учетом весьма неравномерного распределения принимаем,  $k = 0,7$ ;  $d$  – диаметр наиболее крупных частиц в пробе; для бороздовых проб,  $d = 60$  мм, для керновых проб = 100 мм.

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

Процесс обработки проб будет включать дробление и измельчение, грохочение, перемешивание и сокращение. Согласно рекомендациям, измельчение частиц будем производить до получения частиц 0,1 мм. Дробление будет осуществляться на щековой дробилке, при этом размер материала проб будет составлять не менее 10 мм, материал размером от 0,1 мм до 10 мм будет подвергаться измельчению, при этом измельчение проб от 10 мм до 1 мм будет производиться на валковой дробилке, а от 1 мм до 0,1 мм – на стержневой мельнице. Просеивание будет осуществляться на механических грохотах. Смешивание планируется производить трехкратным перемешиванием по методу кольца и конуса. Для сокращения проб предполагается использование желобкового делителя. Для рационального анализа минимальная масса должна составлять 300 г.

При составлении схемы будет учитываться, что дробление и измельчение пробы необходимо производить до тех пор, пока масса, рассчитанная по формуле Ричардса-Чечетта, при диаметре частиц, полученном на данной стадии измельчения, не будет меньше исходной массы пробы более чем в два раза.

В общем виде схема обработки бороздовых и керновых проб

представлена на рисунках 1.2 и 1.3.

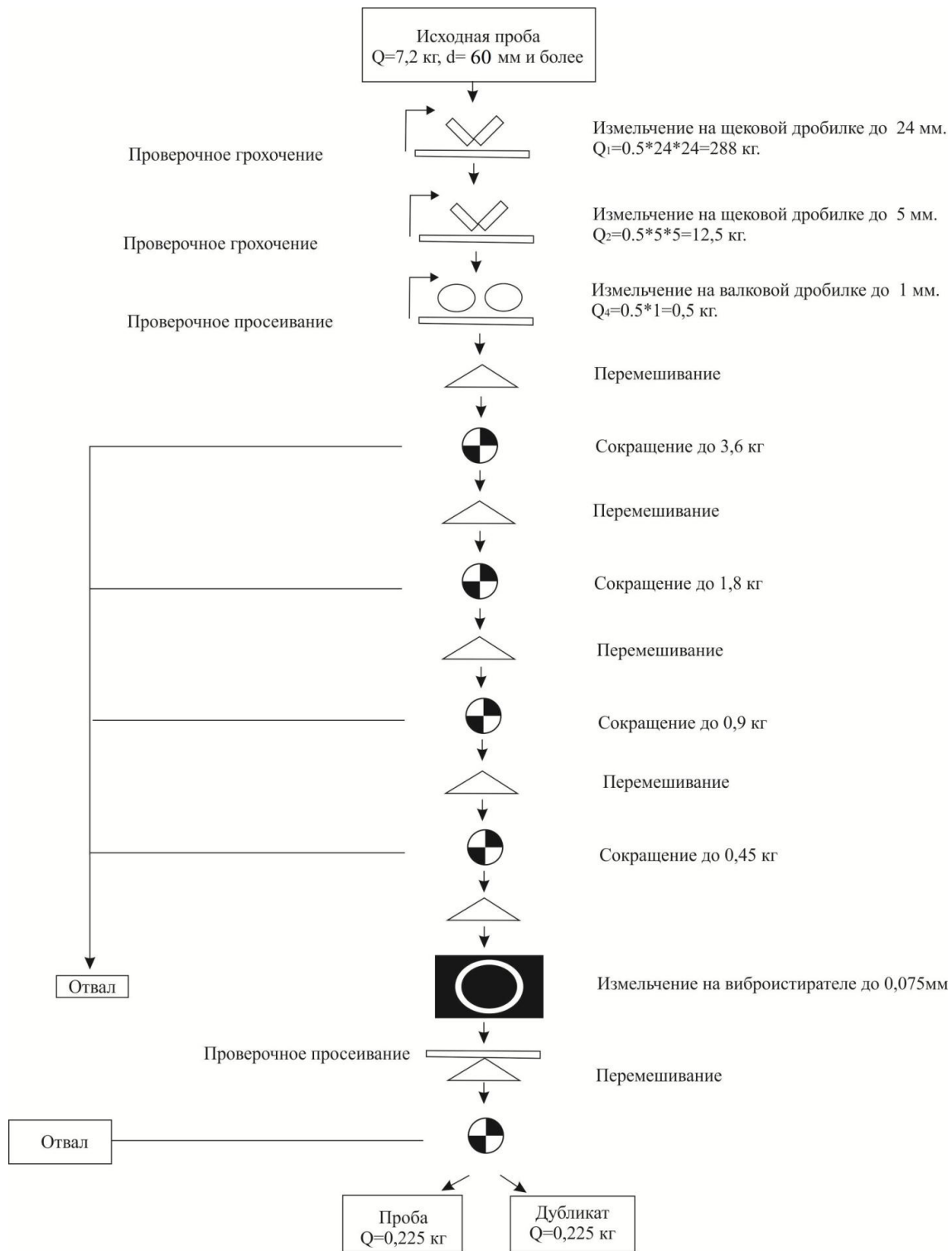


Рисунок 1.2 – Рекомендуемая ЦНИГРИ схема обработки бороздовых проб

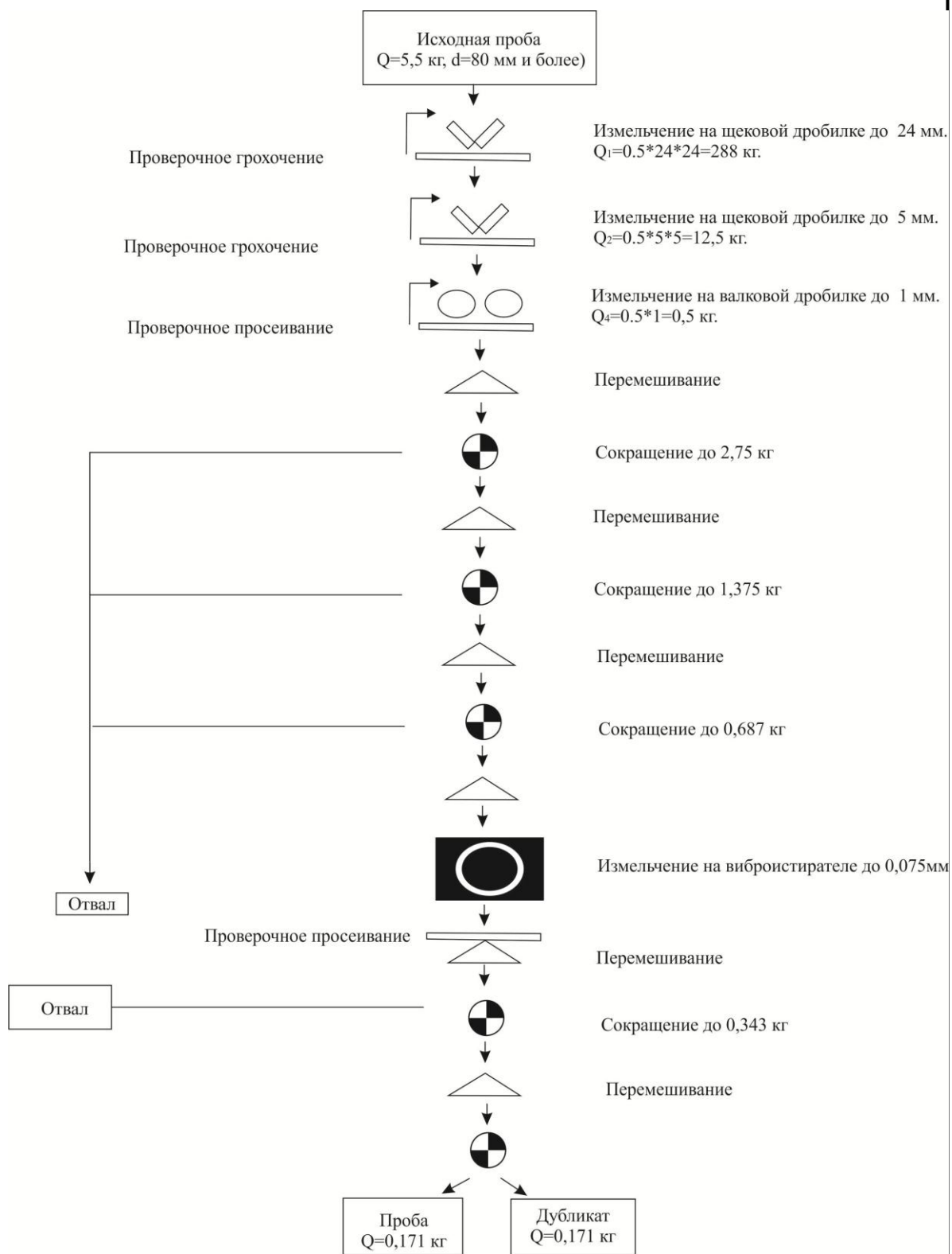


Рисунок 1.3 – Обработка керновых проб

## **1.4.9. Аналитические исследования**

Лабораторные исследования предусматривается проводить оперативно параллельно полевым работам в нескольких лабораториях: спектральный полуколичественный анализ на 32 элемента, петрографические исследования разновидностей вмещающих оруденение пород, минераграфические исследования полированных образцов руд и минералогический анализ шлихов в лаборатории ФГУГП «Запсибгеолсъемка», спектрохимический и пробирный анализ рядовых проб в ОАО «Рудно-Алтайская экспедиция» (г. Змеиногорск).

## **1.4.10. Контроль опробования**

### **1.4.10.1. Контроль пробоотбора**

В процессе ГРП будет систематически осуществляться контроль:

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

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

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

где  $C_{i1}$  – содержание полезного компонента по интервалам опробования в основных пробах;  $C_{i2}$  – то же в контрольных пробах;  $n$  – число парных определений. Оценка достоверности способа опробования будет производиться сопоставлением его данных с результатами отбора более достоверных представительных проб.

Оценка систематической погрешности способа опробования будет определяться по формуле:

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

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

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

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

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

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

$d_r$  – средняя относительная систематическая погрешность.

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

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

Для бороздовых проб:

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

где  $D$  – диаметр керна в см;  $l$  – длина опробуемого интервала;  $d$  – объемная масса руды, г/см<sup>3</sup>;  $S$  – площадь поперечного сечения борозды.

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



### **1.4.10.2. Контроль качества обработки проб**

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

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

где  $k$  – значение, которое определяет зависимость массы пробы от однородности руды;  $d$  – наибольший диаметр частицы.

Качество обработки проб будет контролироваться постоянно следующим образом:

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

Сопоставление начальной и конечной масс проб будет контролировать процесс квартования.

### **1.4.10.3. Контроль аналитических работ**

Оценка качества лаборатории будет проводиться путём геологического контроля, который подразделяется на внутренний, внешний и арбитражный.

Внутренний контроль будет выполняться в основной лаборатории путём повторного анализа зашифрованных проб, при этом анализ контрольных проб будет выполняться по той же методике, по которой будут анализироваться рядовые пробы. По результатам внутреннего контроля для каждого класса содержаний вычисляется относительная среднеквадратичная погрешность единичного определения.

На внешний контроль будут отправляться только те пробы, которые

прошли внутренний контроль.

Материал контрольных проб будет отбираться из дубликатов рядовых проб. Контроль будет проводиться ежеквартально.

При наличии значимых систематических расхождений будет проводиться арбитражный контроль. На арбитражный контроль будут направляться аналитические дубликаты рядовых проб, по которым имеются результаты внешних контрольных анализов. На контроль будет направляться 30...40 проб по каждому классу содержаний и периоду работы основной лаборатории, по которым выявлены систематические расхождения.

#### **1.4.11. Оценка прогнозных ресурсов**

Расчет прогнозных ресурсов будет проводиться по формуле:

$$Q = V \cdot D \cdot C, \quad (1.8)$$

где  $Q$  – прогнозные ресурсы, т;  $V$  – прогнозируемый объем объекта,  $\text{м}^3$ ;  $D$  – прогнозируемая плотность пород объекта,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $C$  – содержание полезного компонента на единицу массы, г/т.

Прогнозируемый объем будет вычисляться по формуле:

$$V = L_x \cdot L_y \cdot L_z, \quad (1.9)$$

где  $L_x$ ,  $L_y$ ,  $L_z$  – прогнозируемая протяженность оцениваемого объекта по простиранию, падению и мощности.

Произведение длины объекта по простиранию на длину по падению и на его мощность характеризует объем прямоугольного параллелепипеда, которым для упрощения заменяется объем действительного тела полезного ископаемого.

*Предварительный расчет прогнозных ресурсов золота и серебра по категории  $P_1$  (рудных тел №№ 1, 2, 5, 6, 7) на участке Водораздельном*

Расчет по выявленным золоторудным телам № 1, 2, 5, 6, 7 в составе которых установлены средние содержания золота выше установленных геологическим заданием 2,2 г/т.

Экспериментально определенные ЦНИГРИ коэффициенты коррекции на достоверность рядового опробования по золоту колеблются от 1,11 до 1,31 и в среднем составляют 1,2. По серебру они изменяются от 0,845 до 1,657 при среднем значении 1,25.

ЦНИГРИ рекомендовано при оценке прогнозных ресурсов использовать близкие к истинным содержания, а значит вводить поправки к средним содержаниям благородных металлов по разведочным пересечениям: для золота ( $K_d = 1,2$ ) и серебра ( $K_d = 1,25$ ).

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$  золота и серебра по участку Водораздельному, в пределах которого установлены золоторудные тела с промышленными содержаниями золота (№ 1, 2, 5, 6, 7), производится для рудных тел. При расчете средних содержаний используются повышающие коэффициенты (для золота 1,2, для серебра 1,25) рекомендуемые ЦНИГРИ по результатам исследования технологических проб.

Расчет основывается на основных оценочных параметрах технического (геологического) задания: минерализованные зоны с прожилково вкрапленными золото-серебряными рудами по аналогии с разрабатываемыми месторождениями золота в Республике Хакасия (Кузнецовское) оцениваются по минимальному промышленному содержанию 2,2 г/т условного золота для открытой отработки и переработки руд методами гравитационного обогащения и кучного выщелачивания. Глубина оценки – 200 м.

На геологических разрезах по поисковым линиям в пределах выявленных рудных зон по результатам пробирного анализа керновых и бороздовых проб были выделены рудные интервалы, при соблюдении следующих параметров оконтуривания:

- бортовое содержание золота 0,5 г/т;
- минимальное промышленное содержание условного золота по рудному телу 2,2 г/т;
- минимальная мощность рудного тела по пересечению,

включаемого в подсчет ресурсов – 2 м;

- в подсчет ресурсов включены рудные тела мощностью по пересечению менее 2 м, если концентрация золота в них, отвечает минимальному метрограмму равному 2,2. При выделении рудных интервалов по поисковым скважинам и горным выработкам исключены крайние интервалы с чередующимися кондиционными и некондиционными прослоями, со средним содержанием золота в них ниже бортового;
- среднее содержание золота и серебра по рудным пересечениям определяется путем взвешивания через метрограмм;
- протяженность рудных тел принимается равной расстоянию между крайними линиями горных выработок (скважин) их вскрывающих, плюс половина среднего интервала между внутри контурными линиями поисковых выработок.

Большинство рудных тел имеет крутое до вертикального падение, в связи с чем при вскрытии рудных тел горными выработками мощности рудных тел считались истинными, некоторое увеличение мощности компенсировалось тем, что при подсчете прогнозных ресурсов протяженность рудного тела по падению принимается как проекция рудного тела на вертикальную плоскость, что в свою очередь незначительно меньше чем истинная протяженность рудного тела.

Рудные тела, по которым проводится подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$ , в основном вскрывались на полную мощность с поверхности горными выработками и прослеживались по падению единичными скважинами. По простиранию рудные тела прослежены фрагментарно, опираясь на рудные обломки и частичное пересечение рудных тел горными выработками и буровыми скважинами, поэтому параметры рудных тел и содержания полезных компонентов принимаются в основном по одному наиболее изученному разрезу (пересечению).

### *Подсчет прогнозных ресурсов по рудному телу №1*

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$  по рудному телу №1 производится для окисленных руд при бортовом содержании 0,5 г/т и минимальном содержании 2,2 г/т условного золота. Видимая мощность рудного тела по траншее 155 составляет 4 м.

Предполагаемая длина рудного тела 260 метров. Средняя глубина распространения окисленных руд 40 метров. Истинная мощность рудного тела с содержанием золота 3,01 г/т и серебра 24,01 г/т составляет 2,6 м. Среднее содержание золота с учетом коэффициента 1,2 составляет 3,61 г/т. Среднее содержание серебра с учетом коэффициента 1,25 составляет 30,01 г/т. Объемный вес руды равен 2,86 т/м<sup>3</sup>.

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по зоне окисления рудного тела №1 при бортовом содержании 0,5 г/т составят: золота – 322 кг, серебра – 2677 кг.

### *Подсчет прогнозных ресурсов по рудному телу №2*

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$  по рудному телу №2 производится для окисленных руд при бортовом содержании 0,5 г/т и минимальном содержании 2,2 г/т условного золота. При подсчете прогнозных ресурсов используем данные по траншее 155 (Au – 1,7 г/т, Ag – 19,2 г/т на 8 м) и скважине 533 (Au – 5,39 г/т, Ag – 67 г/т на 5 м).

Траншея 155 пройдена под углом 50° к линии простирания рудного тела, поэтому истинная мощность составляет 6,1 м.

Истинная мощность по скважине 533, пересекающей рудное тело под углом 25°, составляет 2,1 м. Прослеженная длина рудного тела 380 метров.

Средняя глубина распространения окисленных руд 40 метров. Средняя мощность по рудному телу №2 составляет 4,1 м. Среднее содержание золота по окисленным рудам составляет 2,65 г/т, серебра 31,44 г/т. Среднее содержание золота с учетом коэффициента 1,2 составляет 3,18 г/т. Среднее содержание серебра с учетом коэффициента 1,25 составляет 39,3 г/т. Объемный вес руды равен 2,86 т/м<sup>3</sup>.

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по зоне окисления рудного тела №2

при бортовом содержании 0,5 г/т составят: золота – 567 кг, серебра – 7003 кг.

*Подсчет прогнозных ресурсов по рудному телу №5*

При бортовом содержании 0,5 г/т и минимальном содержании условного золота на рудное тело 2,2 г/т.

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по зоне окисления рудного тела №5 составляют: золота – 516 кг, серебра – 12440 кг.

*Подсчет прогнозных ресурсов по рудным телам №6а и № 6б*

Подсчет прогнозных ресурсов категории  $P_1$  по рудным телам №6а и 6б из-за малого количества аналитического материала производится для окисленных руд. Прогнозируемая длина рудных тел 600 метров (на 400 м прослежены по рудным обломкам).

Глубина распространения окисленных руд 20 метров. При подсчете прогнозных ресурсов по рудному телу 6а используем данные по шурфу 245 (содержание золота 11,21 г/т, серебра 93,5 г/т на 1,2 м) и скважине 713 (содержание золота 0,54 г/т, серебра 6,63 г/т на 2 м). Среднее содержание золота по рудному телу (среднее арифметическое) составляет 5,88 г/т, серебра 50,07 г/т. Прогнозируемая мощность рудного тела 1,5 м. Среднее содержание золота с учетом коэффициента 1,2 составляет 7,06 г/т. Среднее содержание серебра с учетом коэффициента 1,25 составляет 62,59 г/т. Объемный вес руды равен 2,86 т/м<sup>3</sup>. Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по зоне окисления рудного тела №6а составят: золота – 364 кг, серебра – 3223 кг.

При подсчете прогнозных ресурсов по рудному телу 6б используем данные по шурфу 243 (содержание золота 4,25 г/т, серебра 33,3 г/т).

Прогнозируемая мощность рудного тела 2,0 м. Среднее содержание золота с учетом коэффициента 1,2 составляет 5,1 г/т. Среднее содержание серебра с учетом коэффициента 1,25 составляет 41,63 г/т. Объемный вес руды равен 2,86 т/м<sup>3</sup>

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по зоне окисления рудного тела

№6б составят: золота – 350 кг, серебра – 2856 кг.

*Подсчет прогнозных ресурсов по рудному телу №7*

При бортовом содержании 0,5 г/т и минимальном содержании условного золота на рудное тело 2,2 г/т.

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по зоне окисления рудного тела №7 составят: по первому варианту золота – 422 кг, серебра – 862 кг.

*Подсчет прогнозных ресурсов по рудному телу №7а*

Подсчет прогнозных ресурсов золота категории  $P_1$  производится по окисленным рудам до глубины 40 м. Из-за весьма низких содержаний серебра (подсчет прогнозных ресурсов по нему не проводим. Рудное тело №7а, вскрытое скважиной 536 в интервале 35,5...36,4 м, скважиной 709 не встречено, вероятно выклиниваясь на глубине 70...80 м от поверхности. Скважиной 536 вскрыты смешанные (частично окисленные) руды, поэтому ближе к поверхности с большой долей вероятности можно ожидать увеличение мощности данного рудного тела и повышение содержаний полезных компонентов. Учитывая вышеизложенное, среднюю мощность рудного тела до глубины 40 м принимаем равной 0,9 м, среднее содержание золота 2,14 г/т. По простиранию рудное тело не изучено, поэтому его длина принимается равной 380 м, по аналогии с рудным телом №7, при коэффициенте достоверности 0,7, т.е. 260 метров.

Среднее содержание золота с учетом коэффициента 1,2 составляет 2,57 г/т. Объемный вес руды равен 2,86 т/м<sup>3</sup>. Прогнозные ресурсы золота категории  $P_1$  по окисленным рудам рудного тела №7а составят 69 кг.

При первом варианте расчета (при бортовом содержании 0,5 г/т, минимально промышленном содержании 2,2 г/т обусловленном геологическим заданием и повышающих коэффициентах для золота 1,2 и серебра 1,25); прогнозные ресурсы категории  $P_1$  по выявленным рудным телам (окисленные руды) №№ 1, 2, 5, 6, 7 составят 2,57 т золота и 29,01 т серебра (при глубине прогноза 40...60м). Среднее содержание золота 3,51 г/т и серебра 39,67 г/т. По неокисленным первичным рудам рудного тела № 7:

прогнозные ресурсы категории  $P_1$  составят: 0,209 т золота и 0,186 т серебра (в интервале глубин 40...100 м) и среднем содержании золота 5,04 г/т и серебра 4,38 г/т. Всего по  $P_1$  – золота 2,78 т; серебра 29,29 т. Соотношение золота к серебру 1: 10,5.

### *Расчет условных запасов категории $C_2$*

*Расчет условных запасов категории  $C_2$  по бортовому содержанию золота 0,5 г/т (минимальное по блоку 2,2 г/т условного золота)*

Прогнозные ресурсы золота при коэффициенте линейной продуктивности 0,86 т/км и коэффициенте соответствия 0,8 составят:

$25,31 \text{ км} \cdot 0,86 \text{ т/км} \cdot 0,8 = 17,413 \text{ т}$ , из них 2,569 т категории  $P_1$  и 14,844 т категории  $P_2$ .

Прогнозные ресурсы серебра составят:

$25,31 \text{ км} \cdot 9,67 \text{ т/км} \cdot 0,8 = 195,798 \text{ т}$ , из них 29,01 т категории  $P_1$  и 166,788 т категории  $P_2$ .

Для геолого-экономической оценки рудного поля необходимо привести прогнозные ресурсы в условные запасы категории  $C_2$  (УЗ). На основе статистического анализа коллективом авторов ЦНИГРИ (Минеральные ресурсы России. 2.2008) предложена следующая формула:

$$УЗ = 0,125 (P_3 + 2P_2 + 4P_1), \quad (1.10)$$

Условные запасы золота категории  $C_2$  составляют:

$УЗ_1 = 0,125(2 \cdot 14,844 + 4 \cdot 2,569) = 5,0$  тонн золота, или 1425 тыс.т руды.

При определении экономической ценности месторождения необходимо приведение полезных компонентов к одному условному. В качестве условного обычно выбирается основной компонент, извлекаемая ценность которого на 1 т руды доминирует, в нашем случае этим компонентом является золото. Серебро является вторым по значимости полезным ископаемым, содержания которого и необходимо перевести в условное



золото.

Так как серебро добывается попутно при извлечении золота, то дополнительных затрат на его извлечение не требуется. По состоянию на 12 июня 2017 г стоимость 1 грамма серебра ( $\text{Ц}_1$ ) составляет 27,84 рублей, стоимость 1 грамма золота ( $\text{Ц}_0$ ) 1330 рублей. Процент извлечения золота методом кучного выщелачивания по ЛТП №2 составляет золота 74,7% ( $\text{И}_0$ ) серебра 33,9% ( $\text{И}_1$ ).

Расчет переводного коэффициента ( $\text{К}_{1/0}$ ) серебра в условное золото проводим по формуле:

$$\text{К}_{1/0} = \text{Ц}_1 \cdot \text{И}_1 / \text{Ц}_0 \cdot \text{И}_0 = 0,0074 \quad (1.11)$$

Условные запасы серебра категории  $\text{С}_2$  составят:

$\text{УЗ}_1 = 0,125(2 \cdot 166,788 + 4 \cdot 29,01) = 56,2$  тонн серебра, или 0,42 т условного золота.

Условные запасы категории  $\text{С}_2$  составят 5,42 т условного золота, при среднем содержании 3,8 г/т.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

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

На этапе разведки было пройдено большое количество скважин. Сооружение скважин осуществлялось самоходными буровыми установками УКБ-4С, электроснабжение – от дизельной электростанции. В качестве очистного агента использовалась техническая вода. Планируемый выход керна по полезному ископаемому – не менее 90 %.

В связи с небольшой глубиной скважин было принято решение выбрать передвижную установку УКБ-50/100П. Для перевозки буровой установки используется бульдозер Т-170. При таких неглубоких скважинах и не высоких требованиях установка очень хорошо справлялась с поставленными задачами.

### 2.2. Выбор способа бурения скважин

Колонковое бурение скважин осуществляется вращательным и ударно-вращательным способами. В настоящее время основной объем разведочного колонкового бурения выполняется вращательным способом при помощи твердосплавного и алмазного породоразрушающего инструмента. В последние годы на геологоразведочных работах находит широкое применение ударно-вращательный способ бурения с гидро- и пневмоударниками.

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.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17	<i>Технология и техника проведения буровых работ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17			50	180
<i>Консульт.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17				
						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		

Выбрать способ бурения можно также на основании анализа статистического материала по ранее пробуренным скважинам. 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.

Для данных геологических условий выбираем вращательный способ бурения, исходя из следующих условий:

- бурение ведется с отбором керна;
- небольшая глубина бурения.

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

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

### **2.3.1. Определение конечного диаметра скважин**

Конструкция скважин должна быть наиболее простой, но обеспечивающей безаварийный режим сооружения скважин. Она подбирается, учитывая не только геологические свойства пород (геологическое строение горных пород, минимально допустимый диаметр керна), но и возможности бурового оборудования, определяющие параметры скважин.

Одной из составных частей выпускной квалификационной работы является составление конструкции скважины. Она должна обеспечивать:

- выполнение, прежде всего, геологической задачи, получение кондиционного керна;
- безусловное получение высокого качества геологической информации по полезному ископаемому и по всей продуктивной толще;

- сокращение затрат на решение геологической задачи и повышение качества геологической информации за счёт выбора оптимальной трассы скважины;
- достижение запланированной глубины;
- возможность использования на любом интервале глубины скважины основных видов скважинной аппаратуры и приборов, необходимых для проведения геофизических, гидрогеологических и геологических исследований;
- надлежащую изоляцию горизонтов друг от друга и от поверхности, надёжное закрепление проницаемых и ослабленных интервалов;
- осуществление запроектированных режимов бурения;
- соблюдение требований об охране недр и защите окружающей среды.

Минимальный диаметр скважины выбран исходя из таблицы 2.1. Так как полезным ископаемым золоторудного проявления на участке «Водораздельный» является золото, то принимаем минимально-допустимый диаметр керна  $d_{k.min} = 32$  мм.

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

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

Определение минимально возможного диаметра коронки  $d_{в.мин}$  необходимого для получения информации о минимально допустимом диаметре керна  $d_{к.мин}$ . При этом необходимо учитывать, что полученный керн всегда имеет меньший диаметр, чем внутренний диаметр коронки. Это уменьшение зависит от применяемого инструмента, используемой технологии бурения, глубины скважины.

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

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

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

Ориентировочно  $\Delta$  может быть определена по формуле:

$$\Delta = 20 - 9 \ln f, \quad (2.2)$$

$$\Delta = 20 - 9 \times \ln 9 = 20 - 9 \times 2,2 = 0,2 \text{ мм};$$

$$D_{в.мин} = 32 + 0,2 = 32,2 \text{ мм}.$$

На основании полученных данных принимаем коронку с наружным и внутренним диаметрами 59 и 42 мм соответственно. На основании геолого-технических условий и допустимого диаметра керна по полезному ископаемому проектируем конструкцию скважины и составляем геолого-технический наряд (ГТН).

### **2.3.2. Оборудование устья скважины и забуривание**

Важно выбрать правильный метод забуривания скважины, обеспечивающий быстрое пересечение зоны неустойчивых пород, не вызывающий искривления скважины, размывания и обрушения пород в устье. Начальный интервал желательно пройти до коренных пород, врезавшись в них на 4–6 м.

В мягких и средних породах забуривание следует производить задавливанием снаряда с малым расходом промывочной жидкости, с малым вращением снаряда. В твёрдых породах забуривание осуществляем с

параметрами, соответствующими их буримости.

Перед началом забуривания в точке заложения скважины горизонтируем буровую установку. Проверяем правильность положения снаряда и начинаем бурение при небольших осевых нагрузках и минимальной частоте вращения. По мере углубки скважины длину колонковой трубы увеличиваем. Осевую нагрузку, частоту вращения и расход промывочной жидкости увеличиваем до проектного значения, указанного в геолого-техническом наряде.

После забуривания скважины устанавливается направляющая труба. Она служит для предохранения устья скважины от размывания и обрушения пород, а также для направления промывочной жидкости в желоб циркуляционной системы. Кроме того, направляющая труба способствует сохранению заданного направления оси скважины. Башмак ее должен быть зацементирован, а в устье труба прочно закрепляется и цементируется или тампонируется глиной.

Геологический разрез по оси скважины представлен преимущественно андезитовыми туфами. Эти породы преимущественно абразивные и перемежающиеся и относятся к VIII-IX категории по буримости.

В интервале от 0 до 4 м разрез представлен рыхлыми несвязанными породами, а от 4 до 6 м плотными глинами. В интервале от 0 до 6 м бурение производится твердосплавной коронкой типа М-5 диаметром 93 мм. После бурения данный интервал перекрывается обсадными трубами диаметром 89 мм.

В интервале от 6 до 16 м бурение производится твердосплавной коронкой типа СМ-5 диаметром 76 мм. После бурения данный интервал перекрывается обсадными трубами диаметром 73 мм.

В интервале от 16 до 19 м бурение производится твердосплавной коронкой типа СМ-5 диаметром 59 мм.

Дальнейший интервал от 19 м до проектной глубины бурения 50 м будет производиться алмазной коронкой 01А3 диаметром 59 мм.

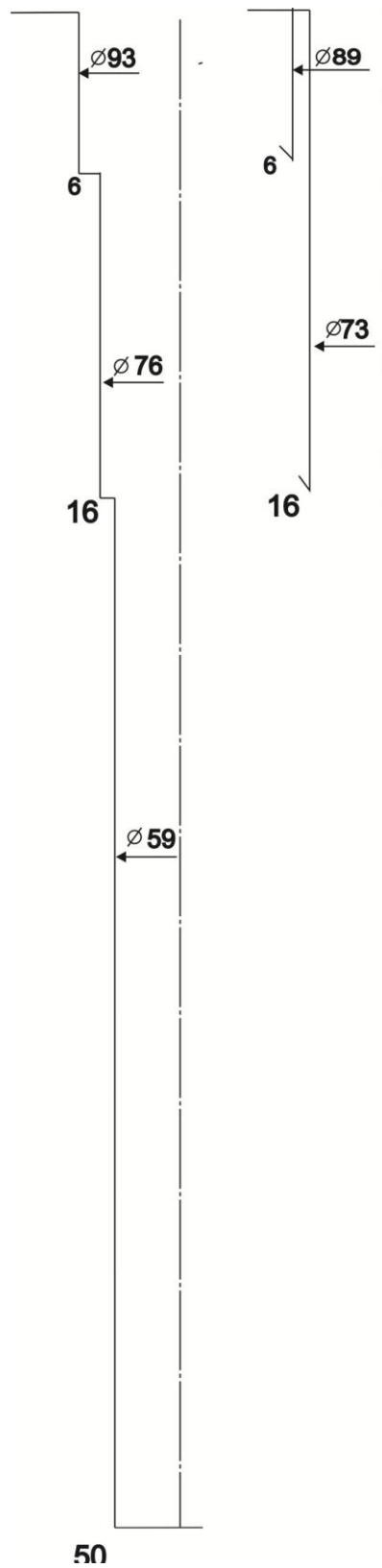


Рисунок 2.1 – Типовая конструкция скважины

Описание скважин шифрами по классификации Юшкова А. С.: 93/89  
(6) 76/73 (16) 59 (50).

## 2.4. Выбор буровой установки

Передвижная буровая установка УКБ-50/100П предназначена для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин с применением алмазного и твердосплавного породоразрушающего инструмента конечным диаметром 93 мм на глубину до 50 м и 46 мм – до 100 м.

Разработаны две модификации установок: одна передвижная (базовая модель) для бурения на поверхности, другая для бурения из подземных горных выработок.

В состав базовой модели буровой установки (рис. 2.2) входят: буровой станок СКБ-2 с приводом от электродвигателя, мачта МР-8 с гидроцилиндрами подъема. Насосная установка НБ-63/4,0 имеет принадлежности для спуско-подъемных операций: труборазворот РТ-100, полуавтоматический элеватор, электрооборудование, укрытие, различный инвентарь. Труборазворот работает от гидромотора типа Г15-21, масло в который подается из гидросистемы станка.

Все оборудование смонтировано на полозьях. Привод бурового станка осуществляется от двухскоростного асинхронного электродвигателя, развивающего частоту вращения 2880 и 1450 об/мин. Применение такого электродвигателя расширило диапазон частоты вращения шпинделя без усложнения конструкции бурового станка.

В буровом станке этой установки фрикционная муфта сцепления, коробка перемены передач, лебедка планетарного типа с тормозами подъема и спуска и выходная шестерня конического редуктора вращателя расположены на одной оси, что упростило конструкцию станка, его ремонт и обслуживание.

В станке применены однодисковая нормально замкнутая сухая фрикционная муфта сцепления и унифицированная коробка перемены передач от автомобиля ГАЗ-53.



В гидросистеме применен сдвоенный лопастной маслонасос 5БГ18-22А. В общем случае гидросистема бурового станка обеспечивает:

- 1) подачу бурового снаряда;
- 2) перекрепление зажимного патрона на ведущей трубе;
- 3) работу трубоизворота, снабженного гидравлическим двигателем;
- 4) подъем мачты в рабочее положение и опускание ее в транспортное положение;
- 5) использование гидроцилиндров подачи в качестве домкрата.

Техническая характеристика буровой установки УКБ-50/100П приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика буровой установки УКБ-50/100П

ПАРАМЕТРЫ	Передвижная буровая установка УКБ-50/100П
1	2
Глубина бурения, м:	
при конечном диаметре 93 мм	50
при конечном диаметре 46 мм	100
Диаметр скважины, мм:	
при алмазном бурении	36 – 76
при твердосплавном бурении	46 – 132
Диаметр бурильных труб, мм	33.5 и 42
Диапазон углов наклона вращателя, градус	70 – 90
Частота вращения шпинделя, об/мин	155; 305; 325; 590; 645; 1000; 1170; 2000
Максимальное усилие подачи, кгс:	
вниз	1500
вверх	2000
Грузоподъемность лебедки, т:	
номинальная	0.63
максимальная	1.8

Продолжение таблицы 2.2

1	2
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0,7; 1,5; 2,8; 4,7
Электродвигатель вращателя и лебедки:	
тип	АО2-52-4/2
частота вращения, об/мин	1450/2880
мощность, кВт	9,8/11,7
Электродвигатель маслососа:	
тип	4АХ80В4
мощность, кВт	1,5
Маслосос гидросистемы:	
тип (сдвоенный лопастной)	5БГ18-22А
производительность, л/мин	5 – 18
максимальное давление в гидросистеме, кгс/см <sup>2</sup>	90
Буровой станок	СКБ-2
Буровой насос	НБ-63/4,0
Буровая мачта	МР-8
Длина свечи, м	4,7
Габаритные размеры установки, мм:	
в рабочем положении	5580×3000×8530
в транспортном положении	7600×3000×3840
Масса, кг:	
стайка (с электродвигателем)	760
буровой установки	5670

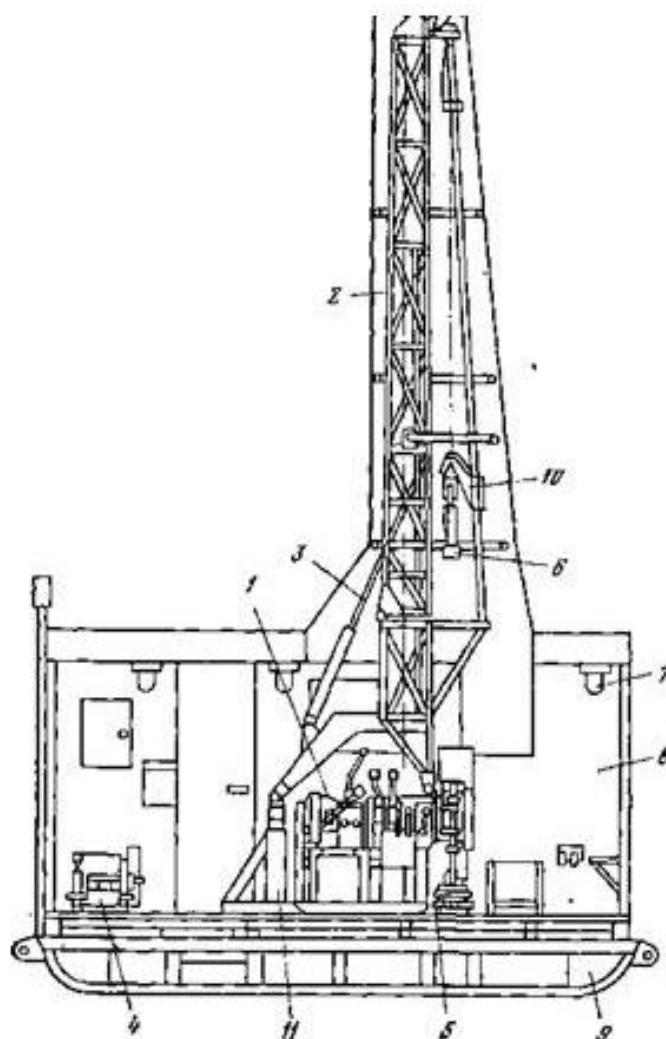


Рисунок 2.2 – Модель буровой установки УКБ-50/100П:

1 – станок; 2 – мачта; 3 – гидроцилиндр подъема мачты; 4 – насосная установка; 5 – трубооборот РТ-100; 6 – элеватор; 7 – плафон; 8 – укрытие; 9 – полозья; 10 – каретка; 11 – опорная стойка

### 2.4.1. Буровой насос

Буровой насос НБ-63/4,0 предназначен для обеспечения циркуляции промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин буровыми установками. Техническая характеристика представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика бурового насоса НБ-63/4,0

Параметры	Буровой насос НБ-63/4,0
Производительность, л/мин	16; 25; 40; 63
Максимальное давление, МПа	4,0; 4,0; 2,5; 2,2
Диаметр плунжера (втулок), мм	45
Число плунжеров (поршней), шт	3
Длина хода плунжера (поршня), мм	90
Мощность двигателя, кВт	2,1/3,0
Масса, кг	1450

#### 2.4.2. Буровая мачта

Буровая установка УКБ-50/100П укомплектована мачтой типа МР-8. Основание мачты опирается на стойку и на фланец вращателя. Подъем и опускание мачты осуществляются с помощью гидравлического цилиндра.

На санях смонтировано буровое здание с деревянными утепленными щитами, размещенными в металлическом каркасе. При наклонном бурении нужный угол наклона мачты обеспечивается путем поворачивания винта подкоса, установленного между основанием мачты и санями, а угол наклона шпинделя – ослаблением болтов крепления вращателя. С целью предупреждения возможного переподъема снаряда в верхней части мачты установлен концевой выключатель.

Техническая параметры мачты МР-8 представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технические параметры МР-8

Параметры	Буровая мачта БМТ-4
Рабочая высота мачты, м	7,6
Длина свечи, м	4,7
Грузоподъемность, кН	45
Галевая оснастка	1х0
Глубина бурения, м	100
Предельные углы наклона скважины, град	70...90

### 2.4.3. Выбор бурильных труб

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

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

Используя рекомендации по выбору типоразмера бурильных труб [1, с. 40] в зависимости от диаметра ( $\varnothing 59$  мм) и глубины скважины ( $L = 50$  м), выбираем для бурения скважины трубы марки СБТН-54 (рис. 2.3).

Техническая характеристика труб марки СБТН-54 приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика труб марки СБТН-54

Наружный диаметр, мм	54
Толщина стенки труб, мм	4,5
Наружный диаметр ниппеля, мм	54,5
Масса 1 м буровой колонны (с ниппелями), кг	5,49

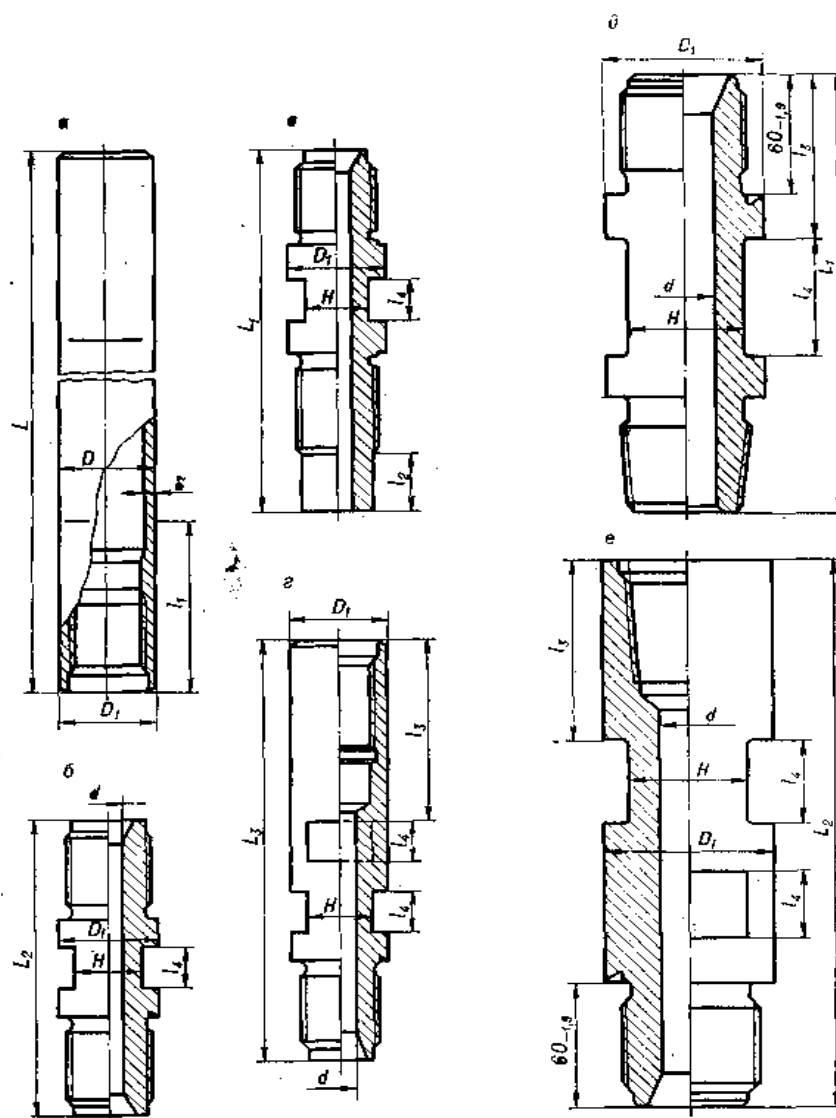


Рисунок 2.3 – Стальные буровые трубы ниппельного соединения: а – буровая труба; б – ниппель трубный соединительный (типа В); в – ниппель типа А диаметром; г – полуниппель (ниппель типа В); д – ниппель типа А; е – полуниппель

## **2.4.4. Обсадные трубы и их соединения.**

### **Спуск и извлечение обсадных колонн**

Данным проектом предусматривается применение обсадных труб безнипельного соединения по ГОСТ 6238-77, в соответствии с конструкцией скважины и рекомендациями литературных источников, диаметр обсадных труб составит 89 и 73 мм. Для упрощения транспортировки обсадных труб, выбираем обсадные трубы длиной 3 м.

Для успешного закрепления скважины обсадными трубами потребуется 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 передвижные сани.

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

Второй вид работ сводится к приведению ствола скважины в благоприятное для спуска колонн состояние. Перед спуском обсадных труб скважину предусматривается интенсивно промыть промывочной жидкостью и, если это необходимо, проработать шарошечным долотом соответствующим нормальному диаметру скважины.

Спуск обсадных труб будет производиться с помощью трубных хомутов, свинчивание труб будет производиться шарнирными трубными ключами.

По окончании бурения обсадные трубы будут извлекаться из скважины.

Извлечение обсадных труб производится при помощи вращателя и переходника. Переходник прикручивают к обсадным трубам, другой его конец вставляют во вращатель, а затем слегка натягивают. Если трубы при этом не поднимаются, их следует попытаться вращать вправо, не ослабляя натяжение. Если трубы не сдвинутся с места, тогда следует поднять трубы с помощью домкрата.

Подъем обсадных труб, так же как и разворот аварийного снаряда, является опасной операцией для членов буровой бригады. Поэтому при извлечении обсадных труб, особенно при работе с домкратами, необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

Извлеченные из скважины трубы очищают от грязи, а резьбовые соединения тщательно смазывают. При этом неисправные трубы отделяют от исправных.

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

### **2.5.1. Породоразрушающий инструмент**

При сооружении скважин в интервале от 0 до 6 м в качестве породоразрушающего инструмента (ПРИ) будут применяться твёрдосплавные коронки. В связи с небольшой категорией пород по буримости в этом интервале исключается применение алмазных коронок при сооружении скважин.

Для разрушения мягких однородных пород (I-III категории) будут использоваться коронки М-5 (рис. 2.4) оснащенные резцами из твердых сплавов. Конструктивные особенности коронки М-5 приведены в таблице 2.6.



Таблица 2.6 – Техническая характеристика коронки М-5

Тип коронки	Размер, мм		Число ребер, вставок	Число резцов	
	D <sub>н</sub>	D <sub>в</sub>		Основных	Подрезных
М-5-93	93	54	4	16	4

При сооружении скважин в интервале от 6 до 19 м в качестве породоразрушающего инструмента (ПРИ) будут применяться твёрдосплавные коронки СМ-5 (рис. 2.5, 2.6). Конструктивные особенности коронки СМ-5 приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Техническая характеристика коронки СМ-5

Тип коронки	Размер, мм		Число резцов		Масса коронки, кг
	D <sub>н</sub>	D <sub>в</sub>	Основных	Подрезных	
СМ-5	59	44	12	4	0,74

Бурение по породам VIII-X категории в интервале от 19 м до конечной глубины 50 м будет производиться с помощью коронки 01А3 производства ОАО «ТерекАлмаз», т.к. породы сложены андезитовыми туфами, которые относятся к малоабразивным горным породам IX категории по буримости.

Общий вид коронки показан на рисунке 2.7. Конструктивные особенности коронки 01А3 приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Техническая характеристика коронки 01А3

Тип коронки	Размер, мм		Зернистость алмазов, шт/кар		Масса алмазов, кар
	D <sub>н</sub>	D <sub>в</sub>	Торцовых	Подрезных	
01А3	59	42	20-30	20-30	10

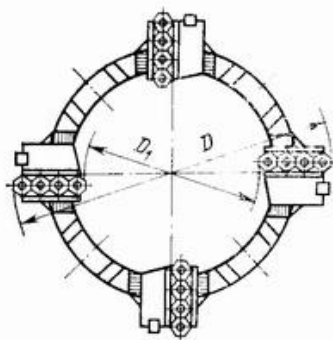


Рисунок 2.4 – Внешний вид ребристой коронки М-5: 1 – корпус; 2 – ребро; 3 – основной резец; 4 – подрезной резец; 5 – место маркировки

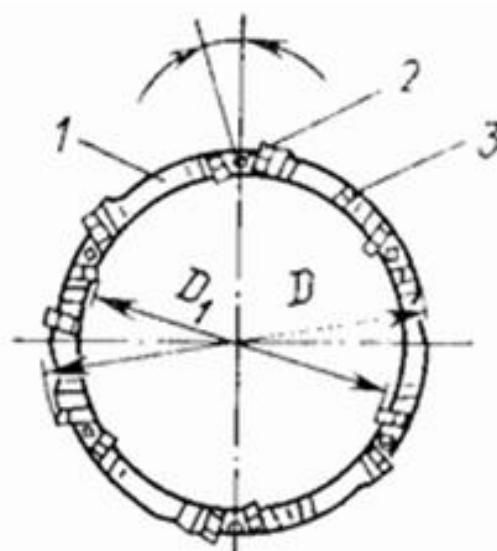
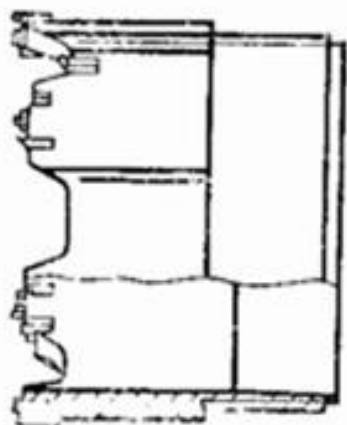
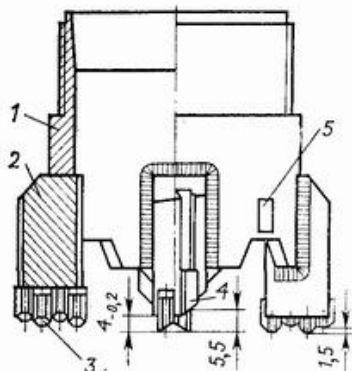


Рисунок 2.5 – Внешний вид твердосплавной коронки CM-5:  
1 – корпус; 2 – резцы; 3 – вкладыши



Рисунок 2.6 – Коронка CM-5

Методика отработки ПРИ включает в себя: время приработки ПРИ, рациональное сочетание и изменение параметров режима бурения в зависимости от свойств пород и по мере износа матрицы и алмазов, общая продолжительность работы ПРИ в рейсе.

От этих факторов зависит механическая скорость бурения, величина углубки за рейс и в целом на один породоразрушающий инструмент, то есть его работоспособность во времени, и стоимость 1 м пробуренного ствола скважины.



Рисунок 2.7 – Алмазная однослойная коронка 01А3

Перед спуском новой коронки в скважину необходимо проверить наружный и внутренний диаметры коронки и наружный диаметр расширителя, величины которых должны быть в допустимых пределах.

Применение алмазного породоразрушающего инструмента предполагает и применение расширителя ствола скважины.

Выбираем для использования расширитель РСА-59 (табл. 2.9).

Алмазные расширители (рис. 2.8, 2.9) предназначены для поддержания заданного диаметра скважин. В буровом снаряде расширитель устанавливается между коронкой и колонковой трубой. Расширители заменяются, когда их диаметр становится меньше диаметра новой коронки. Поэтому только самая последняя часть скважин калибруется при установке новой коронки. Алмазный расширитель также помогает стабилизировать колонковую трубу. Выпускаются расширители для всех типов колонковых труб и коронок. В расширителях для армирования секторов применяются специально отобранные природные или синтетические алмазы.

Форма промывочных каналов разработана для обеспечения эффективной промывки, что способствует продлению срока эксплуатации расширителей и коронок. Расширители имеют как спиральное, так и

шахматное расположение алмазов, что обеспечивает стабильно высокие эксплуатационные показатели.

В зависимости от абразивности пород сектора расширителей дополнительно армируется элементами для повышения износостойкости.

Таблица 2.9 – Техническая характеристика расширителя РСА-59

Типоразмер расширителя	РСА-59
Основные размеры	
D, мм	+0,2 59,4 – 0,1
D <sub>1</sub> , мм	52
D <sub>2</sub> , мм	52
D <sub>3</sub> , мм	44
L, мм	145
l, мм	41
l <sub>1</sub> , мм	40
Характеристика алмазосодержащей части:	
число секторов (штабиков), шт	6
общее содержание алмазов, шт/кар	7,6–11,4
зернистость алмазов, шт/кар	30–20
выпуск алмазов из штабика, мм	0,35–0,45
форма поверхности штабика	Цилиндрическая с конусным заходом

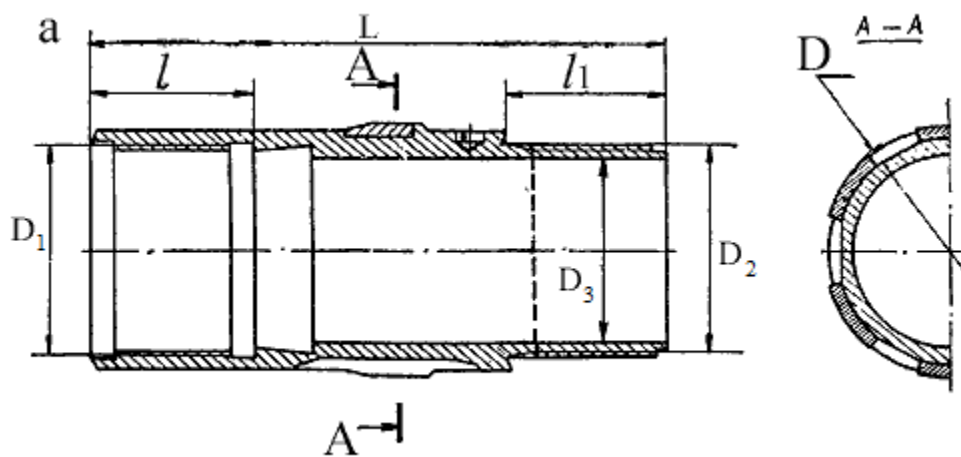


Рисунок 2.8 – Внешний вид алмазного расширителя PCA-59:

$D$  – наружный диаметр расширителя (по штабикам);  $D_1$  – диаметр резьбовой части (внутренней);  $D_2$  – диаметр резьбовой части (наружный);

$D_3$  – внутренний диаметр корпуса;  $L$  – общая длина корпуса;  $l$  – длина резьбовой части (наружной резьбы);  $l_1$  – длина резьбовой части (внутренней резьбы)



Рисунок 2.9 – Алмазный расширитель PCA-59

## 2.5.2. Выбор и расчет режимов бурения

К основным режимным параметрам бурения относятся: осевая нагрузка на ПРИ, частота вращения снаряда и расход промывочной жидкости.

Оптимальное сочетание данных параметров позволяет обеспечить достижение наилучших показателей работы коронки. Кроме того, от режимных параметров напрямую зависит величина механической скорости бурения.

Выбор режимных параметров производится в соответствии с рекомендациями завода-производителя алмазного ПРИ, свойствами горных пород и наработками предприятия, имеющего большой опыт работы в данной области.

*Интервал от 0 до 6 м*

Для бурения по породам по данному интервалу выбираем твердосплавную коронку типа М-5 диаметром 93 мм.

Осевая нагрузка на коронку  $G$  определяется исходя из количества основных резцов и рекомендуемой удельной нагрузки на один резец:

$$G = m \cdot G_p, \quad (2.3)$$

где  $m$  – число основных резцов,  $m = 16$ ;  $G_p$  – удельная нагрузка на один резец, для твердосплавных коронок М5 по породам II-III категории по буримости,  $G_p = 0,4-0,6$  кН.

$$G = 16 \cdot (0,4 \div 0,6) = (6,4 \div 9,6) \text{ кН.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c}, \quad (2.4)$$

где  $V_0$  – окружная скорость коронки, м/с;  $D_c$  – средний диаметр коронки, м.

Средний диаметр коронки можно определить по формуле:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2}, \quad (2.5)$$

где  $D_H$  и  $D_C$  – наружный и внутренний диаметры коронки, соответственно, м.

Средний диаметр коронки рассчитывается по формуле (2.5):

$$D_c = \frac{0,093 + 0,054}{2} = 0,0735 \text{ м.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле (2.4):

$$n = \frac{20 \cdot (1,5 \div 1,0)}{0,0735} = (408,1 \div 272,1) \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости определяется по формуле:

$$Q = q_T \cdot D_H, \quad (2.6)$$

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

$D_H$  – наружный диаметр коронки, см.

$$Q = (12 \div 8) \cdot 9,3 = (111,6 \div 74,4) \text{ л/мин.}$$

*II интервал от 6 м до 16 м*

Для бурения по породам по данному интервалу выбираем твердосплавную коронку типа СМ-5 диаметром 76 мм.

Осевая нагрузка на коронку  $G$  определяется исходя из количества основных резцов и рекомендуемой удельной нагрузки на один резец:

$$G = m \cdot G_p, \quad (2.3)$$

где  $m$  – число основных резцов,  $m = 12$ ;  $G_p$  – удельная нагрузка на один резец, для твердосплавных коронок СМ-5 по породам II-V категории по буримости,  $G_p = 0,4–0,6$  кН.



$$G = 12 \cdot (0,4 \div 0,6) = (4,8 \div 7,2) \text{ кН.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c}, \quad (2.4)$$

где  $V_0$  – окружная скорость коронки, м/с;  $D_c$  – средний диаметр коронки, м.

Средний диаметр коронки можно определить по формуле:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2}, \quad (2.5)$$

где  $D_H$  и  $D_B$  – наружный и внутренний диаметры коронки, соответственно, м.

Средний диаметр коронки рассчитывается по формуле (2.5):

$$D_c = \frac{76 + 59}{2} = 67,5 \text{ мм.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле (2.4):

$$n = \frac{20 \cdot (1,5 \div 1,0)}{0,0675} = (444,4 \div 296,3) \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости определяется по формуле:

$$Q = q_T \cdot D_H, \quad (2.6)$$

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

$$Q = (12 \div 8) \cdot 7,6 = (91,2 \div 60,8) \text{ л/мин.}$$

### *III интервал от 6 м до 19 м*

Для бурения по породам по данному интервалу выбираем твердосплавную коронку типа СМ-5 диаметром 59 мм.

Осевая нагрузка на коронку  $G$  определяется исходя из количества основных резцов и рекомендуемой удельной нагрузки на один резец:

$$G = m \cdot G_p, \quad (2.3)$$

где  $m$  – число основных резцов,  $m = 12$ ;  $G_p$  – удельная нагрузка на один резец, для твердосплавных коронок CM-5 по породам II-V категории по буримости,  $G_p = 0,4-0,6$  кН.

$$G = 12 \cdot (0,4 \div 0,6) = (4,8 \div 7,2) \text{ кН.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{20 \cdot V_0}{D_c}, \quad (2.4)$$

где  $V_0$  – окружная скорость коронки, м/с;  $D_c$  – средний диаметр коронки, м.

Средний диаметр коронки можно определить по формуле:

$$D_c = \frac{D_H + D_B}{2}, \quad (2.5)$$

где  $D_H$  и  $D_B$  – наружный и внутренний диаметры коронки, соответственно, м.

Средний диаметр коронки рассчитывается по формуле (2.5):

$$D_c = \frac{59 + 44}{2} = 51,5 \text{ мм.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле (2.4):

$$n = \frac{20 \cdot (1,5 \div 1,0)}{0,0515} = (582,5 \div 388,3) \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости определяется по формуле:

$$Q = q_T \cdot D_H, \quad (2.6)$$

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

$$Q = (12 \div 8) \cdot 5,9 = (70,8 \div 47,2) \text{ л/мин.}$$

*IV интервал от 19 м до проектной глубины*

Для бурения по данному интервалу выбираем алмазную коронку типа 01А3 диаметром 59 мм.

Осевая нагрузка на коронку определяется по формуле (2.3):

$$G = 1 \cdot 8,5 \cdot (0,6 \div 0,8) = (5,1 \div 6,8) \text{ кН.}$$

Частота вращения коронки рассчитывается по формуле (2.4).

$$n = \frac{20 \cdot (4 \div 3)}{0,0505} = (1584 \div 1188) \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости определяется по формуле (2.6):

$$Q = (10 \div 8) \cdot 1,0 \cdot 8,5 = (85,0 \div 68,0) \text{ л/мин.}$$

Основные параметры бурения являются одинаковыми для всех скважин, с незначительными отличиями.

Выбираем оптимальные режимы бурения данной скважины и заносим их в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Оптимальные режимы бурения

Интервалы бурения, м		Мощность, м	ПРИ		РЕЖИМЫ БУРЕНИЯ					
					Осевая нагрузка, кН		Частота вращения, об/мин		Интенсивность промывки, л/мин	
от	до	всего	тип	диаметр, мм	расчетная	уточненная	расчетная	уточненная	расчетная	уточненная
0	6	6	М-5	93	6,4–9,6	7	272,1–408,1	320	74,4–111,6	90
6	16	10	СМ-5	76	4,8–7,2	5,5	296,3–444,4	360	60,8–91,2	75
16	19	3	СМ-5	59	4,8–7,2	5,5	388,3–585,5	450	47,2–70,8	60
19	50	31	01А3	59	5,1–6,8	6	1188–1584	1170	68–85,0	72

### 2.5.3. Параметры промывочных жидкостей

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

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

При сооружении скважин будет применяться прямая схема промывки скважины (рис. 2.10). Преимущество этой схемы в том, что восходящий поток промывочной жидкости в затрубном пространстве предохраняет в определенных условиях стенки скважины от возможных обвалов и в конструктивном отношении схема наиболее проста.

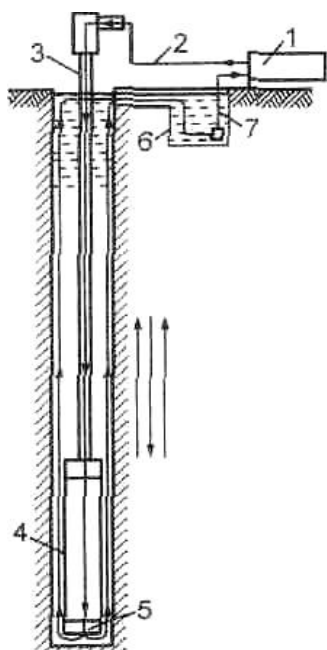


Рисунок 2.10 – Прямая схема циркуляции очистного агента:

- 1 – насос; 2 – напорный шланг; 3 – бурильные трубы;  
4 – колонковый снаряд; 5 – коронка; 6 – отстойник;  
7 – всасывающий шланг насоса

На поверхности промывочная жидкость, циркулируя по специальным желобам и отстойникам, освобождается от шлама и вновь захватывается насосом из приемной ёмкости, через всасывающий шланг. Главным достоинством прямой схемы промывки скважины является простота.

Повышенная вязкость при малой концентрации полимера, полиэлектрические и адсорбционные свойства, способность к гидролизу и к взаимодействию с глинистыми минералами и другие свойства позволяют использовать слабokonцентрированные растворы некоторых полимерных соединений для промывки геологоразведочных скважин.

#### **2.5.4. Бурение по полезному ископаемому**

Получение высококачественного керна из толщи полезного ископаемого является основной задачей всех поисковых и разведочных колонковых скважин, поэтому при бурении принимают все меры к тому, чтобы получить необходимый по количеству и качеству керн, используя наиболее совершенные технические средства и методы его отбора.



Рисунок 2.11 – Пирит-арсенопиритовая прожилково-вкрапленная минерализация в андезитовых туфах

При бурении будут соблюдаться следующие правила для повышения выхода керна:

- снижение осевой нагрузки;
- снижение частоты вращения;
- снижение интенсивности промывки скважины;
- ограничение длины рейса;
- снижение вибрации.

Однако наряду с этим снижение осевой нагрузки и частота вращения ведет к продолжительному нахождению керна в скважине, что пагубно сказывается на его сохранности. При подъеме керна из скважины необходимо снизить до минимума удары и встряхивания.

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

Закрепление стенок скважины или изоляцию отдельных горизонтов при колонковом бурении скважин обычно осуществляют с помощью обсадных труб. Как правило, при этом трубы в скважину спускают свободно.

В некоторых случаях приходится спускать трубы одновременно с бурением с применением расширителей. При этом будут вести углубку скважины на длину одной трубы, затем расширяют ствол и продвигают колонну на длину этой трубы, затем снова проходят короткий интервал. Для уменьшения сопротивлений, возникающих при посадке, трубы по наружной поверхности смазывают отработанным смазочным материалом.

Перед спуском обсадных труб будет необходимо: точно измерить глубину перекрываемого интервала скважины; подобрать требуемое число обсадных труб, тщательно замерив их длину и записав замеры в той последовательности, в которой трубы будут спускаться в скважину; произвести тщательную очистку скважины от шлама интенсивной промывкой с применением специального снаряда со шламовой трубой; проверить внутренний диаметр каждой трубы, пропуская через нее буровую

коронку с короткой колонковой трубой; тщательно проверить и очистить резьбы на трубах, свинчивая их на поверхности в том порядке, в котором они будут спускаться в скважину. Башмак спущенной колонны должен быть обязательно затампонирован цементом.

Закрепление стенок скважины будет осуществляться в интервале от 0 до 6 м с помощью обсадных труб диаметром 89 мм и в интервале от 0 до 16 м обсадными трубами диаметром 73 мм.

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

Поверочный расчет мощности двигателя бурового станка, а также другие расчеты, ведем с использованием ниже следующих исходных данных.

Глубина скважины – 50 м. Буровая установка – УКБ-50/100П. Мощность двигателя – 11 кВт. Начальный зенитный угол скважины – 0°. Горные породы – андезитовые туфы. Бурильные трубы – СБТН-54. Диаметр скважины – 59 мм. Тип очистного агента – техническая вода.

### **2.7.1. Проверочный расчет мощности привода бурового станка**

Поверочный расчет мощности привода бурового станка необходим для того, чтобы обосновать выбор бурового станка для бурения скважин по пригодности двигателя станка для данных условий бурения.

Для того чтобы рассчитать мощность привода станка на бурение, необходимо произвести корректировку параметров технологических режимов бурения в соответствии с техническими возможностями выбранного оборудования.

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_{\Sigma} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \quad (2.7)$$

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

1) Потери мощности в станке

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

$$N_{ст} = A + Bn, \quad (2.8)$$

где  $A$  – затраты мощности в звеньях силовой кинематики, не зависящие от частоты оборотов шпинделя, кВт;  $B$  – коэффициент, учитывающий затраты мощности в звеньях силовой кинематики, зависящие от частоты оборотов шпинделя, кВт/(об/мин);  $n$  – частота оборотов шпинделя, об/мин.

В таблице 2.11 для ряда станков приводятся сведения по значениям параметров  $A$  и  $B$ .

Таблица 2.11 – Сведения по значениям параметров  $A$  и  $B$

Марка бурового станка	$N_{дв}$ , кВт	Значения	
		$A$ , кВт	$B$
УКБ-50/100	11	0.4	0,0019

$$N_{ст} = 0.4 + 0,0019 * 1170 = 2.62 \text{ кВт}.$$

2) Мощность на вращение буровой колонны

При высоких частотах вращения по формуле:

$$N_{тр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8})(1 + 0,6 * i) \left[ \frac{(0,9+0,02\delta)}{1+0,013\delta} \right] \cdot DдE10,16 \cdot n1,85 \cdot L0,75 \cdot 1 + 0,44 \cdot \sin\theta_{ср} + 2 \cdot 10^{-7} \delta nG, \text{ кВт}, \quad (2.9) \right.$$

где  $L$  – длина буровой колонны ( $L = 50$  м);  $K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности (1,0 – при применении воды);  $K_2$  – 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 ниппельного соединения бурильных труб);  $K_4$  – 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);  $\delta$  – зазор, между стенками скважины и бурильными трубами – 9,4 мм;  $n$  – частота вращения бурового вала – 1170 об/мин;  $E$  – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см<sup>2</sup> ( $2 \cdot 10^6$  – для стальных труб);  $I$  – экваториальный момент инерции бурильных труб, см<sup>4</sup>;  $\theta_{cp}$  – средний зенитный угол скважины – 0 град;  $G$  – усилие подачи, кгс;  $D_d$  – наружный диаметр ПРИ, мм.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см<sup>4</sup>:

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (2.10)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ, см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ, см.

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (5,4^4 - 4,5^4) = 21,59 \text{ см}^4.$$

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

$$\delta = 0,5 \cdot (D - d_n), \text{ мм}, \quad (2.11)$$

где  $D$  – диаметр скважины по расширителю, мм;  $d_n$  – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 \cdot (59,4 - 50,0) = 9,4 \text{ мм};$$

$$N_{тр} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot \left\{ (1,6 \cdot 10^{-8}) (1 + 0,6 * 0) \cdot \left[ \frac{(0,9 + 0,02 \cdot 9,4)}{1 + 0,013 \cdot 9,4} \right] \cdot 592 \cdot 106 \cdot 21,590,16 \cdot 11701,85 \cdot 500,751 + 0,44 * \sin 0 + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 9,4 \cdot 1170 \cdot 550 \right\} = 1,87 \text{ кВт}.$$

### 3) Мощность на разрушение забоя

Определяется по формуле:

$$N_{рз} = 2,67 * 10^{-7} \left( \mu_0 + \frac{16,7 \Omega v_{мех}}{n} \right) (D_n + D_b) G n, \text{ кВт}, \quad (2.12)$$

где  $\mu_0$  – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о породу;  $\Omega$  – коэффициент, учитывающий физико-технические свойства горных пород и характер их разрушения;  $v_{мех}$  – механическая

скорость бурения, м/ч;  $D_H$  и  $D_B$  – наружный и внутренний диаметр коронки, мм.

Таблица 2.12 – Значения коэффициентов  $\Omega$  и  $\mu_0$  для различных коронок

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

Таблица 2.13 – Значения  $v_{\text{мех}}$  для различных пород

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

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left(0,05 + \frac{16,7 \cdot 3,5 \cdot 1,2}{1170}\right) \cdot (59 + 42) \cdot 550 \cdot 1170 = 1,91 \text{ кВт};$$

$$N_6 = 2,62 + 1,87 + 1,91 = 6,4 \text{ кВт}.$$

Мощность двигателя, выбранного бурового агрегата равна 11 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

### 2.7.2. Проверочный расчет мощности привода насоса

Мощность привода насоса рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{10 \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}, \quad (2.13)$$

где  $Q$  – расчетная подача бурового насоса, л/с;  $H$  – потери давления в нагнетательной линии, кг/см<sup>2</sup>;  $\eta$  – общий КПД насоса ( $\eta = 0,8...0,75$ ).

Величина  $H$  определяется по формуле:

$$H = \frac{(L + 1500)v_{тж}}{2g} \left( \frac{\lambda_{тр}}{d_{тр}} + \frac{\xi}{1} \right), \quad (2.14)$$

где  $d_{тр}$  – внутренний диаметр бурильных труб, м;  $L$  – длина трубопровода, м;  $1$  – длина бурильной трубы, м;  $\xi$  – коэффициент местных сопротивлений;  $v_{тж}$  – скорость течения жидкости, л/мин;  $\lambda_{тр}$  – коэффициент гидравлических сопротивлений.

Скорость течения жидкости  $V_{тж}$  может быть посчитана по формуле:

$$V_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot \left( \frac{Q}{d_{тр}^2} \right); \quad (2.15)$$

$$V_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} \cdot \left( \frac{1,2}{0,045^2} \right) = 0,012 \text{ л/с.}$$

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

$$Re = \frac{V_{тж} \cdot d_{тр}}{\gamma}, \quad (2.16)$$

где  $\gamma$  – кинематическая вязкость жидкости (для применяемой промывочной жидкости  $\gamma = 1,004 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ).

$$Re = \frac{0,012 \cdot 0,045}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 538.$$

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

$$\lambda_{тр} = 0,11 \cdot \left( \frac{10^{-4}}{d_{тр}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (2.17)$$

$$\lambda_{тр} = 0,11 \cdot \left( \frac{10^{-4}}{0,045} + \frac{68}{538} \right)^{0,25} = 0,065.$$

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

$$\xi = 1,5 \cdot \left[ \left( \frac{d_{тр}}{d_{зам}} \right)^2 - 1 \right]^2, \quad (2.18)$$

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

$$\xi = 1,5 \cdot \left[ \left( \frac{0,045}{0,022} \right)^2 - 1 \right]^2 = 15,2;$$

$$H = \frac{(50+1500) \cdot 0.012}{2 \cdot 9,8} \cdot \left( \frac{0,054}{0,045} + \frac{15,2}{3} \right) = 5,95 \text{ (кг/см}^2\text{)} ;$$

$$N = \frac{10 \cdot 1,2 \cdot 5,95}{102 \cdot 0,8} = 0,88 \text{ кВт.}$$

Рассчитанная мощность привода соответствует мощности выбранного насоса, мощность которого равна 3 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.

Таблица 2.14 – Исходные данные

Исходные данные	
1	2
Длина колонны (L), м	50
Средний зенитный угол ( $\theta$ ), град	0
Коэффициент доп. сопротивлений ( $\alpha_2$ )	1,2
Удельный вес ПЖ ( $\gamma_{ж}$ ), гс/см <sup>3</sup>	1
Мощность двигателя (N), кВт	11
Коэффициент перегрузки ( $\lambda$ )	1,1
Тип мачты	МР-8
Грузоподъемность лебедки ( $Q_{л}$ ), тс	1,8
Тип бурового станка	СКБ-2
Время разгона элеватора (t), с	1,8
Типоразмер бурильных труб	СБТН
Длина свечи ( $l_{св}$ ), м	4,7
Вес подвижного груза (G), кгс	29,6
Вес 1 м бурильных труб, кгс	5,49

Число рабочих ветвей определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{кр.\Sigma}}{Q_{л}\eta}, \quad (2.19)$$

где  $Q_{кр.\Sigma}$  – нагрузка на крюке при подъеме колонны бурильных труб из скважины, кгс;  $Q_{л}$  – грузоподъемность лебедки, кгс;  $\eta$  – КПД талевой системы.

$$Q_{кр.\Sigma} = Q_{кр.д} + G_{д}, \quad (2.20)$$

где  $Q_{кр.д}$  – вес бурового снаряда с учетом динамических сил,  $кГс$ ;  $G_0$  – вес подвижного груза с учетом динамических сил,  $кГс$ .

$$Q_{кр.д} = Q_{кр} \left( 1 + \frac{V}{gt} \right), \quad (2.21)$$

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

$$Q_{кр} = \alpha_1 \alpha_2 q L \left( 1 - \frac{\gamma_{жс}}{\gamma_m} \right) \cos \theta_{cp} (1 + f t g \theta_{cp}), \quad (2.22)$$

где  $\alpha_1$  – коэффициент, учитывающий ниппельное соединение БТ ( $\alpha_1 = 1,0$ );  $\alpha_2$  – коэффициент дополнительных сопротивлений ( $\alpha_2 = 1,2$ );  $q$  – вес 1 метра труб ( $q = 5,49 кз$ );  $\gamma_m$  – удельный вес металла ( $\gamma_m = 7,85 Гс/см^3$ );  $f$  – коэффициент трения ( $f = 0,3$ ).

$$G_0 = G \left( 1 + \frac{V}{gt} \right), \quad (2.23)$$

где  $G$  – вес подвижного груза,  $G = 26 кГс$ .

$$Q_{кр.Σ} = \left[ \alpha_1 \alpha_2 q L \left( 1 - \frac{\gamma_{жс}}{\gamma_m} \right) \cos \theta_{cp} (1 + f t g \theta_{cp}) + G \right] \left( 1 + \frac{V}{gt} \right); \quad (2.24)$$

$$Q_{кр.Σ} = \left[ 1,0 \cdot 1,2 \cdot 5,49 \cdot 50 \cdot \left( 1 - \frac{1}{7,85} \right) \cos 0 \cdot (1 + 0,3 t g 0) + 26 \right] \left( 1 + \frac{2}{9,81 \cdot 1,8} \right) = 349 кГс;$$

$$m = \frac{349}{1800 \cdot 0,966} = 0,2.$$

Принимаем число рабочих ветвей  $m = 1$ .

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

### 2.7.3.2. Расчет нагрузки на мачту в статическом состоянии

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

$$Q_0 = Q_{кр} + P_n \text{ кГс}, \quad (2.25)$$

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

$$Q_{кр} = \alpha_1 q L \left( 1 - \frac{\gamma_{жс}}{\gamma_m} \right) \text{кГс}, \quad (2.26)$$

$$Q_{кр} = 1,0 \cdot 5,49 \cdot 50 \cdot \left( 1 - \frac{1}{7,85} \right) = 240 \text{ кГс}.$$

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

$$P_l = \frac{Q_{кр} + G}{m} \text{кГс}, \quad (2.27)$$

где  $G$  – вес подвижного груза,  $G = 26$  кГс;  $P_l$  – усилие в лебедочном конце каната, кГс.

$$P_l = \frac{240 + 26}{1} = 266 \text{ кГс};$$

$$Q_o = 240 + 266 = 506 \text{ кГс}.$$

Усилия в рабочей ветви обозначается  $P_1$ , в лебедочном конце каната:

$$P_1 = \frac{P_l}{\beta} \text{кГс}, \quad (2.28)$$

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

Вес бурового снаряда определяется из выражения:

$$Q_{кр.\Sigma} = P_l \frac{\beta^m - 1}{\beta^m (\beta - 1)}, \text{кГс}. \quad (2.29)$$

Исходя из этого  $P_l$  определяется:

$$P_l = Q_{кр.\Sigma} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \text{кГс}; \quad (2.30)$$

$$P_l = 266 \cdot \frac{1,04 \cdot (1,04 - 1)}{1,04 - 1} = 277 \text{ кГс};$$

$$P_1 = \frac{277}{1,04} = 266,35 \text{ кГс}.$$

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

$$P_{\text{л}} = Q_{\text{кр.}\Sigma} \frac{\beta - 1}{\beta(\beta^m - 1)}, \text{ кГс}; \quad (2.31)$$

$$P_1 = Q_{\text{кр.}\Sigma} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1}, \text{ кГс}; \quad (2.32)$$

$$P_{\text{л}} = 240 \cdot \frac{1,04 - 1}{1,04 \cdot (1,04^2 - 1)} = 113,2 \text{ кГс};$$

$$P_1 = 240 \cdot \frac{1,04^2 \cdot (1,04 - 1)}{1,04^2 - 1} = 127,25 \text{ кГс}.$$

Данный расчет показал, что нагрузка на мачту не превышает допустимое значение нагрузки на мачту.

#### 2.7.3.4. Определение грузоподъемности мачты

Грузоподъемность в статическом состоянии определяется по формуле:

$$Q_o = Q_{\text{кр}} + G + P_{\text{л}}, \text{ кГс}; \quad (2.33)$$

$$Q_o = 240 + 26 + 277 = 543 \text{ кГс}.$$

Грузоподъемность при подъеме инструмента определяется по формуле:

$$Q_0 = \sum P = P_{\text{л}} + P_1 \text{ кГс}, \quad (2.34)$$

$$Q_0 = 277 + 266,35 = 543,35 \text{ кГс}.$$

КПД талевого системы определяется по формуле:

$$\eta_{\text{ТС}} = P / P_{\text{л}}, \quad (2.35)$$

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

$$P = \frac{Q_{\text{кр}}}{m} \text{ кГс}; \quad (2.36)$$

$P_{\text{л}}$  – действительное натяжение в лебедочном конце каната при подъеме инструмента, определяется по формуле:

$$P_{л} = Q_{кр} \frac{\beta^m (\beta - 1)}{\beta^m - 1} \text{ кГс}, \quad (2.37)$$

Сводная формула:

$$\eta_{ТС} = \frac{\beta^m - 1}{m\beta^m (\beta - 1)}, \quad (2.38)$$

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

Рассчитали КПД талевой системы при  $\beta = 1,04$  и  $m = 1$ . Уточненное значение КПД фигурирует в дальнейших расчетах.

### 2.7.3.5. Определение грузоподъемности талевой системы

Производится в зависимости от скорости навивки каната на барабан лебедки:

$$V = 0,7 \text{ м/с},$$

Грузоподъемность однострунной ТС определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{102 N_0 \eta \eta_{ТС}}{V_{кр.i}}, \quad (2.39)$$

где  $N_0$  – номинальная мощность двигателя ( $N_0 = 11$  кВт);  $\eta$  – КПД передачи от вала двигателя до барабана лебедки ( $\eta = 0,85$ );  $\eta_{ТС}$  – КПД талевой системы ( $\eta_{ТС} = 0,961$ );  $V_{кр.}$  – скорость подъема талевого блока, м/с.

$$V_{кр.} = \frac{V}{m}, \quad (2.40)$$

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

$$V_{кр.i} = \frac{0,7}{1} = 0,7 \text{ м/с};$$

$$Q = \frac{102 \cdot 11 \cdot 0,85 \cdot 0,961}{0,7} = 1309,3 \text{ кГс};$$

$$1309,3 \text{ кГс} > 240 \text{ кГс}.$$

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



### 2.7.3.6. Расчет талевого каната

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

$$R_x \geq kP_{л. \max} \text{ кГс}, \quad (2.41)$$

где  $k$  – запас прочности ТК по технике безопасности ( $k = 2,5$ );  $P_{л. \max}$  – максимальное усилие лебедки на минимальной скорости навивки каната на барабан с учетом возможной перегрузки двигателя;  $\lambda$  – коэффициент перегрузки двигателя ( $\lambda = 1,1$ );

$$P_{л. \max} = \frac{102N_0 \lambda \eta}{V_{\min}}, \text{ кГс}; \quad (2.42)$$

$$P_{л. \max} = \frac{102 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 0,95}{0,7} = 1675 \text{ кГс};$$

$$R_x = 2,5 \cdot 1675 = 4187,5 \text{ кГс}.$$

На основе расчетов и по значению разрывного усилия каната выбираем канат двойной свивки типа ТК конструкции  $6 \times 19 + 1 \text{ о.с.}$  (6 – число прядей; 19 – число проволок в прядях; 1 о.с. – один органический сердечник) диаметром 13 мм.

### 2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

Проверочный расчет бурильных труб на прочность заключается в определении запаса прочности в трех сечениях колонны (верхнее, нулевое, нижнее).

Оптимальная осевая нагрузка равна 600 кгс, что больше чем вес колонны бурильных труб, следовательно, бурение будет вестись с дополнительной осевой нагрузкой. Это говорит о том, что расчет необходимо производить только для нижнего сечения.

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

Предел текучести для стали 40ХН составляет  $5800 \text{ кгс/см}^2$ .

Запас прочности определяется по формуле:

$$n_{\text{сж}} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma}} \geq 1,7, \quad (2.43)$$

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

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

Суммарное напряжение от одновременного действия сил сжатия, изгиба и кручения определяется по формуле:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{из}})^2 + 4\tau^2}, \text{ кгс/см}^2, \quad (2.44)$$

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

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

Напряжение сжатия определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{сж}}}{F}, \quad (2.45)$$

где  $P_{\text{сж}}$  – усилие сжатия в рассматриваемом сечении (в сечении бурильных труб у забоя  $P_{\text{сж}} = G_{\text{ос}}$ ), кгс;  $F$  – площадь сечения БТ, см<sup>2</sup>.

Площадь поперечного сечения БТ определяется по формуле:

$$F = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2), \text{ см}^2, \quad (2.46)$$

где  $d$  – наружный диаметр БТ, см;  $d_1$  – внутренний диаметр БТ, см.

$$F = \frac{3,14}{4} \cdot (5,4^2 - 4,5^2) = 6,99 \text{ см}^2;$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{600}{6,99} = 85,83 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{из}}}, \text{ кгс/см}^2, \quad (2.47)$$

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

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

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

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

$f$  – стрела прогиба бурильных труб, см.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ определяется по формуле:

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (2.48)$$

$$J = \frac{3,14}{64} (5,4^4 - 4,5^4) = 21,6 \text{ см}^4.$$

Стрела прогиба бурильных труб определяется по формуле:

$$f = \frac{D-d}{2}, \text{ см}, \quad (2.49)$$

где  $D$  – диаметр скважины, см;  $d$  – наружный диаметр БТ, см.

$$f = \frac{5,9-5,4}{2} = 0,25 \text{ см}.$$

Длина полуволны прогиба бурильных труб определяется из выражения:

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt{0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EI\omega^2}{10^3 qg}}}, \text{ см}, \quad (2.50)$$

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

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

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

$z$  – длина участка колонны от забоя скважины до вращателя – 50 м.

Угловая скорость вращения определяется по формуле:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \text{ с}^{-1}; \quad (2.51)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1170}{30} = 122,5 \text{ с}^{-1}.$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$$l = \frac{10}{122,5} \sqrt{-0,5 \cdot 50 + \sqrt{0,25 \cdot 50^2 + \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 21,6 \cdot 122,5^2}{10^3 \cdot 5,49 \cdot 9,81}}} = 4,79 \text{ см}.$$

Осевой момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы определяется из выражения:

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi}{32} \frac{(d^4 - d_1^4)}{d}, \text{ см}^3; \quad (2.52)$$

$$W_{\text{изг}} = \frac{3,14}{32} \frac{(5,4^4 - 4,5^4)}{5,4} = 7,99 \text{ см}^3.$$

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

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 21,6 \cdot 0,25}{300^2 \cdot 7,99} = 47,15 \text{ кгс.}$$

Напряжение кручения определяется по формуле:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \text{ кгс/см}^2, \quad (2.53)$$

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

$W_{кр}$  – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения бурильных труб, см<sup>3</sup>.

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n}, \text{ кгс·см}, \quad (2.54)$$

где  $N$  – затраты мощности, кВт.

Затраты мощности определяются из выражения:

$$N = 1,5N_{рз}, \text{ кВт}, \quad (2.55)$$

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

$$N = 1,5 \cdot 1,91 = 2,86 \text{ кВт},$$

$$M_{кр} = 97400 \frac{2,86}{1170} = 238,08 \text{ кгс·см.}$$

Полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения бурильных труб определяем по формуле :

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(d^4 - d_1^4)}{d} \text{ см}^3; \quad (2.56)$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} * \frac{(5,4^4 - 4,5^4)}{5,4} = 15,9;$$

$$\tau = \frac{238,08}{15,9} = 14,97 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(85,83 + 47,15)^2 + 4 * 14,97^2} = 136,3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Запас прочности бурильных труб:

$$n_{сж} = \frac{5500}{136,3} = 40,32 \geq 1,7.$$

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. Механизация спуско-подъемных операций**

Свинчивание и развинчивание бурильных труб в установке осуществляется трубооборотом с приводом от гидромотора Г15-21. Масло в него, а также в гидроцилиндры подъема мачты поступает из большой секции маслонасоса станка. Гидравлический привод трубооборота позволяет регулировать крутящий момент при свинчивании бурильных труб с целью уменьшения деформации резьбовых соединений.

Для освобождения устья скважины на время проведения спуско-подъемных операций вращатель станка с помощью рычага отводится в сторону от устья скважины.

На случай отключения электроэнергии станок снабжен ручным приводом для подъема бурового снаряда над забоем.

Подача масла в гидросистему станка (гидроцилиндры подачи, пружинно-гидравлический патрон, трубооборот и цилиндр подъема мачты) обеспечивается работой сдвоенного лопастного маслонасоса типа 5БГ18-22 производительностью 5 и 18 л/мин.

Особенностью конструкции планетарной лебедки является ее полый вал, внутри которого на зубчатых муфтах подвешен самоустанавливающийся промежуточный вал, соединяющий коробку передач с лебедкой и вращателем. Наличие такого вала обеспечивает нормальную работу узлов кинематической схемы в случаях нарушения строгой их соосности.

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

Аварии в скважине происходят из-за нарушения её нормального состояния или работоспособности находящегося в ней бурового

инструмента. Аварии приводят к временному прекращению процесса бурения, а в ряде случаев, к непредусмотренному закрытию скважины. На ликвидацию аварий затрачивается много времени и средств, что в конечном счёте повышает стоимость буровых работ.

При ликвидации аварий возникают дополнительные повышенные нагрузки на буровое оборудование, сооружения и инструмент, что отрицательно сказывается на их надёжности и снижает безопасность проведения работ. Поэтому необходимо принимать все меры по предупреждению аварий.

При бурении возможны следующие аварии:

- прихват бурового снаряда;
- прижог алмазной коронки;
- обрыв и развинчивание бурового снаряда;
- падение бурового снаряда в скважину при его спуске или подъеме;
- оставление в скважине керна;
- падение посторонних предметов в скважину;
- наличие на забое скважины обломков матрицы алмазной коронки и кусочков металла;
- обрыв троса овершота.

Предупреждение аварий ведётся путём устранения их причин, внедрения профилактических мероприятий.

К профилактическим мероприятиям по предупреждению аварий относятся: постоянное повышение квалификации бурового персонала; изучение опыта безаварийной работы лучших бригад; анализ аварий на технических совещаниях для выявления причин их возникновения, обсуждение плана их ликвидации, установление степени виновности бригад, разработка мероприятий по предупреждению аварий и др.

Геологические причины аварий практически устранить невозможно. Но систематически, изучая и анализируя эти причины, можно до минимума

свести их вредное влияние путём разработки и внедрения комплекса технических и технологических мероприятий.

Для предупреждения обрывов и развинчивания бурильных труб необходимо выполнять следующие мероприятия:

- поступающие новые бурильные трубы подвергать выборочному контролю и дефектоскопии;
- положение труб в комплекте необходимо своевременно менять;
- периодически производить измерение износа бурильных труб и дефектоскопию;
- при сборке колонн осуществлять затяжку и многократную приработку резьбовых соединений с применением специальных смазок;
- диаметры бурильных труб должны соответствовать диаметру скважины;
- не допускать чрезмерно резких торможений спускаемой колонны бурильных труб;
- инструмент для СПО поддерживать в исправном состоянии;
- соблюдать правила хранения, погрузки, разгрузки и перевозки труб.

Предупреждение обрыва колонковых труб и породоразрушающих инструментов:

- при сборке колонкового снаряда следует проверять исправность резьб, отсутствие механических повреждений и сильного износа;
- ПРИ не должны иметь трещин, глубоких размывов;
- резьбовые соединения должны завинчиваться до упора, свинчивание от руки или недovinчивание не допускается;
- необходимо избегать резких ударов породоразрушающего инструмента об уступы при спуске;
- забой скважины следует интенсивно промывать перед проведением подъема бурового снаряда;
- в начале рейса коронка должна прирабатываться в течение 10-15 мин.

Предупреждение прихватов бурового снаряда и прижога ПРИ:

- в скважине необходимо поддерживать постоянное гидростатическое давление;
- необходимо, применять промывочные жидкости со смазочными добавками и небольшой плотностью;
- тщательный контроль расхода промывочной жидкости и систематическая опресовка бурильной колонны.

Предупреждение падения бурового снаряда и посторонних предметов в скважину:

- во всех случаях при спуско-подъёмных операциях на барабане лебёдки должно оставаться не менее трёх витков каната;
- талевая система и спускоподъёмный инструмент должны быть исправны и ежедневно осматриваться;
- устье скважины в процессе углубки и особенно после подъёма снаряда необходимо закрывать специальными приспособлениями.

Основной противоаварийный инструмент представлен на рисунке 2.12.

Прихват бурового снаряда ликвидируется обычным способом (расхаживание, промывка). Если поднять снаряд не удастся, следует предпринять следующее:

- извлечь керноприемник овершотом;
- левым снарядом с ловильной пикой развернуть и поднять по частям аварийную колонну;
- оставшуюся часть снаряда обрезать гидравлическим труборезом и извлечь гидравлической труболовкой или пикой;
- остаток колонковой трубы с алмазным расширителем и коронкой расфрезеровать фрезером с направлением;
- очистить забой от стружки (при этом возможно применение ловушки секторов матриц).



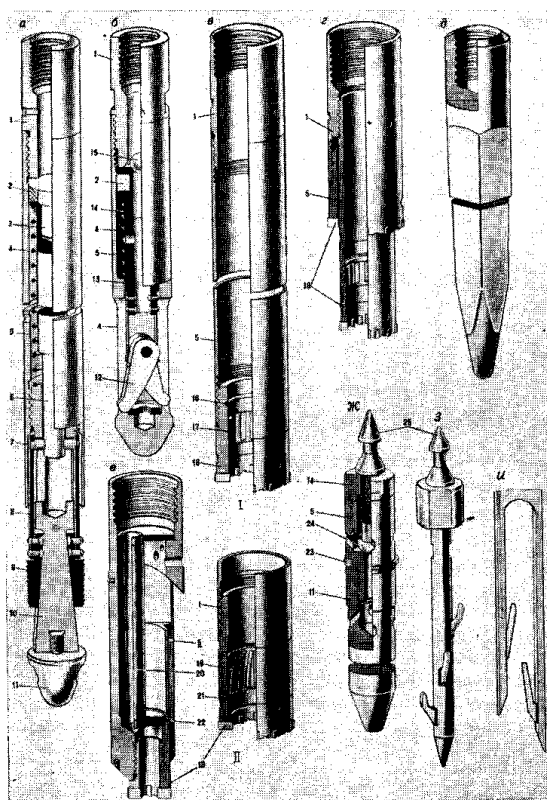


Рисунок 2.12 – Аварийный инструмент:

а – труболовка гидравлическая; б – труборез гидравлический;  
 в – керноподъемник; г – фрезер с направлением; д – пика ловильная;  
 е – ловушка секторов матриц; ж – пробка для опрессовки колонн;  
 з и и – однорогие (з) и двурогие (и) ловильные ерши; 1 – переходник;  
 2 – поршень; 3 – шток; 4 – пружина; 5 – корпус; 6 – тяга; 7 – палец;  
 8 – планка; 9 – плашка; 10 – конус; 11 – наконечник; 12 – резец; 13 – втулка;  
 14 – гнездо; 15 – шарик; 16 – кольцо упорное; 17 – кольцо кернорвательное;  
 18 – коронка твердосплавная; 19 – пружина захватная; 20 – трубка;  
 21 – обойма; 22 – шайба; 23 – кольцо резиновое; 24 – клапан; 25 – головка

*Прижог алмазной коронки* ликвидируется аналогично аварии с прихватом бурового снаряда.

*Обрыв бурового снаряда* ликвидируется следующим образом:

- необходимо поднять бурильные трубы, находящиеся выше обрыва и по оборванному концу выбрать вид ловильного инструмента; при открытом сверху месте обрыва применяется гидравлическая труболовка или ловильная пика;
- если конец трубы деформирован (смят или скручен), можно применить расфрезерование снаряда, а затем применение труболовки гидравлической или пики ловильной.

В случае *падения бурового снаряда* в скважину при спуске или подъеме необходимо поднять на поверхность упавший снаряд, проверяя, не образовались ли от удара кольцевые выступы по внутреннему или наружному диаметрам труб в местах их соединения и по телу трубы. Трубы, имеющие такую деформацию, из колонны исключаются. Алмазная коронка осматривается и при необходимости заменяется.

При *оставлении в скважине керна* спуск снаряда с алмазной коронкой категорически воспрещен, для извлечения керна используется специальный кернаподъемник.

Для *очистки забоя скважины от обломков матрицы* алмазной коронки или кусочков металла используется ловушка секторов матриц. Если на забое большое количество стружки и обломков металла (после расфрезерования колонкового набора) можно использовать ловушки других типов, шламовую трубу.

## **2.10. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры**

Оборудование применяется для оперативного контроля различных технологических процессов и обеспечивают их безопасность. Предприятия пищевой, металлургической, нефтехимической, парфюмерной, разведочной и др. отраслей промышленности. Работой приборов управляет микропроцессор, режим работы программируется и позволяет вести контроль сразу за несколькими параметрами.

В непосредственной близости от пульта управления станком рекомендуется устанавливать показывающие и самопишущие дистанционные манометры с ценой деления 0,01-0,05 МПа.

Пределы измерения манометров должны составлять не менее  $3/2$  от максимального рабочего давления на устье скважины. При бурении скважин в многолетнемерзлых породах, когда очень важно соблюдение нормального температурного режима скважины, должна быть предусмотрена установка термометра (лучше самопишущего) с пределами измерений от  $-20$  до  $+100$  °С. Для контроля за расходом воздуха могут быть использованы самые различные приборы. Расходомеры всех типов по принципу действия можно разделить на объемные, постоянного и переменного перепадов давления и скоростные (индукционные, ультразвуковые, радиоактивные, тепловые).

Автоматизация технологического процесса составляет важную часть научно-технического прогресса в проведении геологоразведочных работ. Теоретические исследования в области совершенствования управления процессом бурения и его оптимизации получили новые возможности практической реализации с появлением управляющей микропроцессорной техники и созданием на ее основе систем автоматизированного управления.

В отрасли в течение ряда лет проводятся исследования по созданию микропроцессорных систем автоматизированного управления геологоразведочным бурением, реализующие методы и средства универсального, многофункционального управления, способного в отличие от жестких аналоговых решений осуществлять гибкую технологию бурения.

Разнообразные образцы систем автоматизированного управления процессом бурения разведочных скважин на твердые полезные ископаемые позволяют не только управлять процессом бурения в реальном времени по любому из известных алгоритмов, но и собирать, накапливать и обрабатывать информацию о процессе бурения, а также диагностировать работоспособность отдельных узлов и механизмов.

Автоматизация технологических процессов на основе современной техники должна обеспечить интенсификацию производства, повышение качества и снижение себестоимости продукции.

Необходимость этого вытекает из анализа производственной деятельности геологоразведочных организаций по выполнению плановых заданий. Несмотря на то, что внедрение современного оборудования, инструментов, прогрессивной технологии бурения, средств механизации и автоматизации отдельных операций, совершенствование организации труда в целом обеспечило выполнение этих заданий, в разведочном бурении остаются значительные резервы повышения производительности труда и улучшения его технико-экономических показателей. Эти резервы заключаются, прежде всего, в оптимизации и автоматизации оперативного управления процессом бурения скважин и в совершенствовании организации работ.

В настоящее время, в условиях интенсифицированного производства возросших скоростей бурения, резко повысилась физическая нагрузка на буровой персонал. Учитывая также и тенденцию к росту глубин бурения разведочных поисковых скважин, можно утверждать, что возросли психологическая нагрузка и ответственность за решения, принимаемые бурильщиком в процессе бурения. Уже сейчас время простоев из-за неправильных технологических решений в процессе бурения составляет 5-7% общего баланса рабочего времени.

Процесс бурения, особенно глубоких скважин, протекающий в условиях значительной неопределенности, подвергается сильным и непредсказуемым возмущающим воздействиям, основа которых – как горно-геологические, так и технико-технологические факторы. Буровики знают насколько проектный геологический разрез может отличаться от фактического, а следовательно, проектная технология бурения – от фактической. Бурильщику приходится отступать от проектной технологии, использовать свой опыт, знания, интуицию, чтобы вовремя обнаружить

изменение категории буримости пород, неблагоприятную технологическую ситуацию. Поэтому научить бурить хорошо, не задавать проектные параметры режимов бурения, а варьировать ими в зависимости от условий очень сложно. Намного быстрее и дешевле научить бурильщика пользоваться системой автоматизированного управления процессом бурения, которая будет выбирать и поддерживать оптимальные режимы бурения в соответствии с заданными критериями оптимальности и в рамках установленных ограничений. С помощью систем автоматизированного управления можно более жестко нормировать процесс бурения, широко внедрять передовые технологии бурения.

Буровая установка УКБ-50/100П снабжена следующей контрольно-измерительной аппаратурой:

- амперметр;
- вольтметр;
- указатели контроля нагрузки на буровой снаряд;
- манометры.

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

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

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

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

Для перевозки буровой установки используется бульдозер Т-170.

Перевозка буровой установки осуществляется с соблюдением соответствующих правил техники безопасности.

## 2.12. Ликвидация скважин

После того, как скважина достигает проектной глубины и в ней произведены все исследования, ее ликвидируют. При этом делают контрольный замер глубины скважины, угла наклона и азимута.

Ликвидация скважины заключается в извлечении обсадных труб и установке специального знака (репера). Перед извлечением обсадных труб выясняют, потребуется ли труборез, надо ли применять домкрат, какие усилия можно приложить к трубам, чтобы их не разорвать; какую оснастку талей необходимо применять с учетом массы колонны, ее прихвата, т. е. сил сопротивления и грузоподъемности лебедки; придется ли применять левую колонну бурильных труб и др.

После подъема труб на поверхность скважину заполняют доверху густым глинистым раствором или производят ликвидационное тампонирующее глиной, цементом, обезвоженными солями во избежание прорыва подземных вод в горные выработки или межпластового перетока.

После выполнения этих работ в устье скважины прочно вбивают деревянную пробку или старую обсадную трубу со смятым верхним концом или с пробкой. На выступающем над поверхностью земли конце такого знака выжигают или выбивают бороздкой: номер скважины, глубину, отметку устья скважины. На ликвидацию скважины составляется акт установленной формы. После ликвидации скважины разбирают вышку, демонтируют оборудование и все перевозят на новую точку.

### 3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

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

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

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

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

#### 3.1. Производственная безопасность

Сооружение геологоразведочных скважин неразрывно связано с опасностью производимых работ. Важным является то, насколько четко и слаженно происходит взаимодействие работающих служб и как

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Бузырев И.С.</i>		06.17	<b>Социальная ответственность</b>			
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В.А.</i>		06.17			103	180
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Ковалев А.В.</i>		06.17				

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 геологоразведочного оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 3.1.

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

Этапы работ	Наименование запрокированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)	
		опасные	вредные
1	2	3	4
1	Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемного). Расположение участка на значительной высоте.	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. Повреждения в результате контакта с насекомыми.
2	Бурение скважин и вспомогательные работы	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением). Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб.	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Превышение уровня шума и вибрации. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны. Повреждения в результате контакта с насекомыми.



### **3.1.1. Анализ опасных факторов и меры по их устранению**

При выполнении строительно-монтажных работ необходимо строго соблюдать требования СНиП 111-4-80\* «Техника безопасности в строительстве».

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

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

Несоблюдение необходимых мер безопасности при проведении спуско-подъемных операций, при монтаже и демонтаже и эксплуатации бурового и другого оборудования приводит к травматизму.

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

При неосторожном и невнимательном обращении с инструментом или трубами, которые могут иметь острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности, можно нанести серьезную травму, вплоть до глубоких порезов, которые могут стать причиной заражения крови.

Мероприятия по устранению причин механических травм:

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

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Индивидуальные средства защиты

№	Наименование средств защиты	Количество
1	Каски	4 шт.
2	Предохранительные пояса	3 шт.
3	Кирзовые сапоги	4 пар
4	Рукавицы брезентовые	4 пар
5	Костюм х/б	4 шт.
6	Защитные очки	4 шт.
7	Антивибрационный коврик	3 шт.
8	Медицинская аптечка	3 шт.

Талевые канаты должны иметь запас прочности не менее 3 по отношению к наибольшей проектной нагрузке и не менее 2,5 по отношению к максимально возможной нагрузке.

Талевые канаты следует закреплять на барабане лебёдки с помощью специальных устройств, предусмотренных конструкцией барабана.

Во всех случаях при спуско-подъёмных операциях на барабане лебёдки должно оставаться не менее трёх витков каната.

Канат, применяемый для спуско-подъёмных операций, должен быть забракован и заменён новым, если:

- оборвана одна прядь каната;
- на длине шага свивки каната диаметром до 20 мм число оборванных проволок составляет 5%, а для каната диаметром свыше 20мм – более 10%;
- износ каната по диаметру составляет более 10%.

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

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.

Таким образом, мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

- обеспечение администрацией выполнения всего комплекса профилактических мер, требуемых правилами безопасности и, в первую очередь, проведение всех видов обучения и инструктажа по охране труда с трудящимися рудника;
- снабжение работников исправным инструментом, спецодеждой и спецобувью;
- использование на всех видах работ, где это необходимо, предохранительных поясов, защитных очков, рукавиц, резиновых перчаток и других средств индивидуальной защиты;
- оформление плакатов, предупреждающих надписей, других средств наглядной агитации по промышленной безопасности и охране труда.

### **3.1.1.1. Пожарная и взрывная безопасность**

Пожары на производстве представляют большую опасность для людей и причиняют огромный материальный ущерб.

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

Основные меры устранения причин пожара: неукоснительное соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств.

Так как буровая установка имеет привод от двигателя внутреннего сгорания, поэтому под двигателем должен устанавливаться металлический противень для сбора стекающего масла, которое должно систематически убираться.

Двигатель должен иметь стандартный топливный бак, емкость которого должна быть рассчитана не более чем на одну сменную потребность.

Полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от промасленных, легковоспламеняющихся материалов.

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

Необходимый перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в табл. 3.3.

Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время освещены, в зимнее время расчищены.

На буровой должны быть заземлены все корпуса электрических механизмов. Система заземления представляет собой контур шнуровых

заземлений. Общее сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом для обеспечения безопасности работ.

Таблица 3.3 – Нормы обеспечения противопожарным оборудованием

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Огнетушители пенные ОП-4	шт.	2
2	Ящик с песком емкостью 0,5 м <sup>3</sup> и лопатой	шт.	2
3	Емкость с водой 250 л.	шт.	1
4	Комплект шанцевого инструмента (лопата, лом, багор, топор)	шт.	2
5	Противопожарные ведра	шт.	2
6	Противопожарный щит	шт.	1

Рассчитаем защитное заземление.

Расчет сопротивления одного электропровода (длина которого составляет  $L = 3$  м, диаметр  $d = 0,05$  м), заложеного на глубину  $h = 2,5$  м до центра электропровода определяется по формуле:

$$R_3 = 0,336 \times (p/L) \times (Lg(2L/d) + (1/2) \times Ln(4h+L/4h-L)), \quad (3.1)$$

где  $p$  – удельное сопротивление грунта,  $p = 80$  Ом·м

$$R_3 = 0,366 \times (80/3) \times (Lg(2 \times 3/0,05) + (1/2) \times Ln(4 \times 2,5 + 3/(4 \times 2,5) - 3)) = 19 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений рассчитывается по формуле:

$$n = R_3/R_{доп.}, \quad (3.2)$$

где  $R_{доп.}$  – допустимое сопротивление заземления, Ом.

$$n = 19/4 = 5 \text{ шт.}$$

Сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = 0,366 \cdot \beta / \ln \cdot l g \cdot (2 \cdot \ln^2 / l \cdot hn) \cdot n_c, \quad (3.3)$$

где  $n_c$  – коэффициент сезонности.

Длина этой полосы составляет:

$$L_n = 1,05 \times a \quad (3.4)$$

$$a = 2 \times L = 2 \times 3 = 6 \text{ м}$$

$$L_n = 1,05 \times 6 \text{ м} = 6,03 \text{ м.}$$

Размеры сечения полосы  $L = 0,05 \text{ м}$ ,  $h = 0,8 \text{ м}$ .

Коэффициент сезонности  $\eta_0 = 2$ .

$$Rn = 0,336 \times (60/0,05) \times Lg(2 \times 0,05/0,05 \times 0,8) \times 2 = 10 \text{ Ом.}$$

Общее заземление контура определяется по формуле:

$$R = 1 / ((n_{эм} / R_m \times n) + (n_{эз} / R_{эз})), \quad (3.5)$$

где  $n_{эз}$  – коэффициент, учитывающий взаимное экранирование;  $n_{эм}$  – коэффициент экранирования труб,  $0,2 < n_{эм} < 0,9$ .

$$R = 1 / ((0,8/20 \times 5) + (0,8/10)) = 3,57 \text{ Ом.}$$

$R < R_{дон}$ , следовательно, рассчитанная схема заземления пригодна для ее использования на буровой.

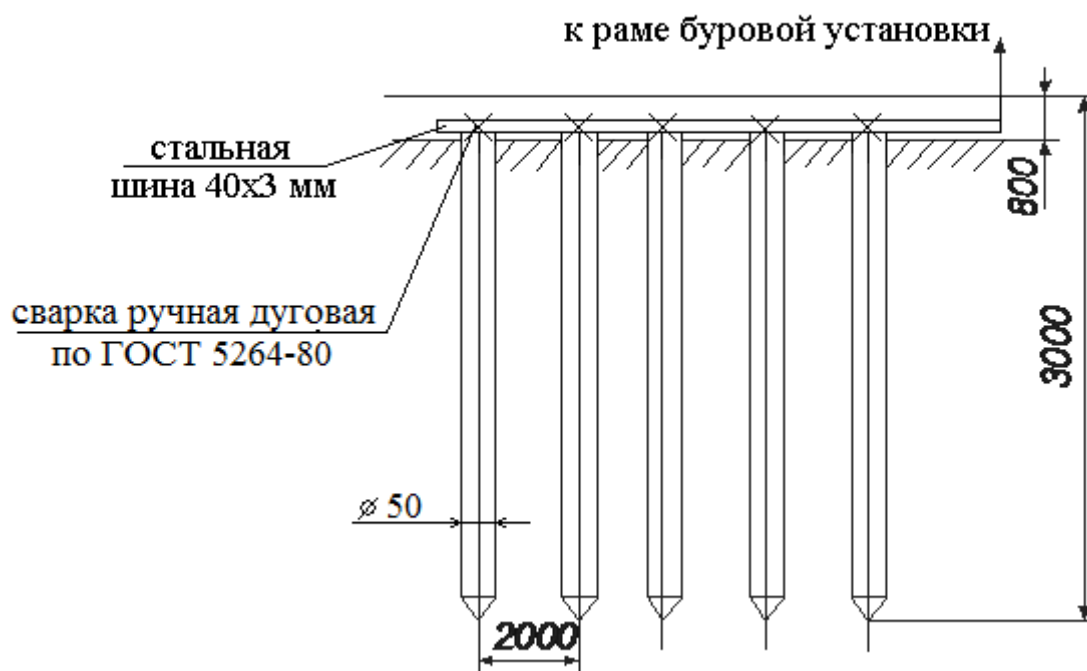


Рисунок 3.1 – Схема заземления

Для защиты от действия молнии устраивают молниеотводы. Это заземленные металлические конструкции, которые воспринимают удар молнии и отводят ее ток в землю.

Расчет молниеотвода ведется по следующим формулам:

$$h_0 = 0,92 \times h, \quad (3.6)$$

$$R_0 = 1,5 \times h, \quad (3.7)$$

$$R_x = 1,5 \times (h - h_x / 0,92), \quad (3.8)$$

где  $h$  – высота буровой установки вместе с молниеотводом,  $h = 14,1$  м;  
 $h_x$  – высота защищаемого объекта,  $h_x = 3,8$  м.

$$h_0 = 0,92 \times 14,1 = 12,972 \text{ м},$$

$$R_0 = 1,5 \times 14,1 = 21,15 \text{ м},$$

$$R_x = 1,5 \times (14,1 - 3,8 / 0,92) = 15 \text{ м}.$$

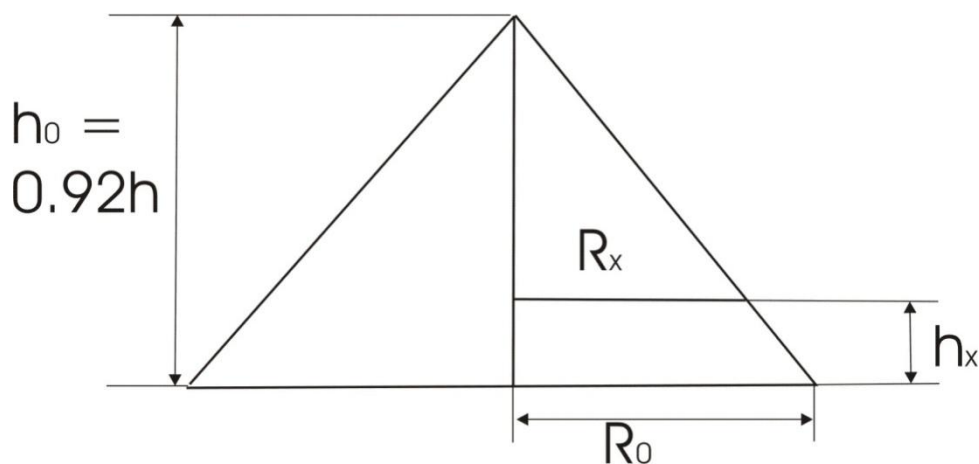


Рисунок 3.2 – Схема стержневого молниеотвода

Таким образом, защищенной на высоте 3 м является вся площадка размещения бурового оборудования радиусом 15 м от стержня молниеотвода.

### 3.1.2. Анализ вредных факторов и меры по их устранению

#### 3.1.2.1. Отклонение показателей микроклимата

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда.

Для защиты обслуживающего персонала от ветра, дождя и снега каждая буровая установка должна быть оснащена отопляемыми подсобными помещениями. В рабочей зоне буровой установки должны быть обеспечены комфортные условия труда для рабочих. Рабочие должны быть обеспечены спецодеждой и обувью для защиты от низкой температуры, ветра и атмосферных осадков.

Нормы температуры и влажности в рабочей зоне приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Оптимальные показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая (менее 175 Вт)	17-22	60-40	0,1
	Тяжелая (более 290 Вт)	13-18	60-40	0,3
Теплый	Легкая (менее 175 Вт)	22-25	60-40	0,1
	Тяжелая (более 290 Вт)	18-20	60-40	0,3

#### 3.1.2.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение. Производственные помещения и рабочие места



должны быть достаточно освещены для безопасного выполнения работ и передвижения людей. Необходимо применять меры к максимальному использованию естественного освещения. Окна должны систематически очищаться от пыли, копоти и грязи. Очистка стекол должна производиться с соблюдением мер безопасности. При недостаточности общего освещения рабочие места у станка и механизмов, должны быть обеспечены местным освещением напряжением не выше 36 В.

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

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

Нормы освещения и расположение светильников на буровой установке приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Нормы освещенности рабочих поверхностей

Места, подлежащие освещению	Норма освещенности, лк	Место установки светильников	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
Мачта, кронблок	25	В районе кронблочной рамы и свечеприемной дуги	2	100
Двигатели, насосы	25	Над механизмами на высоте 2,2-2,5 м	2	100
Зумпф, лестница, подход к буровой	10	На высоте 2,2-2,5 м	3	100

### **3.1.2.3. Повышенный уровень шума и вибрации**

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

Методы защиты от шума и вибрации делятся на коллективные и индивидуальные.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

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

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

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

Для снижения вибрации бурильной колонны следует применять антивибрационную смазку. Для снижения вибрации станка согласно ГОСТ 12.1.012-90 применяются амортизаторы из упруговязких материалов (резины, войлока, пробки и т.д.). Предусмотрены также средства индивидуальной защиты - антивибрационные коврики.

### **3.1.2.4. Загазованность и запыленность рабочей зоны**

Во всех производственных помещениях концентрация токсичных газов, паров и пыли в воздухе должна соответствовать «Предельно допустимым концентрациям вредных газов, паров, пыли и других аэрозолей

в воздухе рабочей зоны производственных помещений», устанавливаемым ГОСТ 12.1.005-88.

Запыленность рабочей зоны не должна превышать уровень предельно допустимой концентрации (ПДК) вредного вещества.

При превышении уровня ПДК в воздушной среде рабочих помещений вредных газов и паров, концентрации которых могут оказать вредное влияние на здоровье человека, работы в этих местах должны быть немедленно прекращены, а персонал переведен на безопасное расстояние. К таким веществам относятся: бензин (среднесуточная ПДК = 1,5 мг/м<sup>3</sup>) и пыль нетоксичная (среднесуточная ПДК = 0,15 мг/м<sup>3</sup>).

### **3.3. Экологическая безопасность**

Разведка месторождений является неотъемлемой частью геологических работ, которые в соответствии с «Правилами охраны недр» при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и Основами законодательства РФ о недрах, направлены на полное, комплексное и экономически целесообразное извлечение из недр полезного ископаемого.

На участках стоянки буровых бригад все материалы, не пригодные для дальнейшего использования, включая горюче-смазочные отходы, подлежат сжиганию в специально отведенных местах. Изношенное оборудование и металлолом будут вывозиться на базу партии.

Контроль за соблюдением природоохранных мероприятий будет осуществляться должностными лицами и специалистами, непосредственно занятыми на проектируемых работах, в соответствии с их должностными инструкциями.

### **3.3.1. Мероприятия по охране воздушного бассейна района от загрязнения**

Буровое оборудование и транспортная техника оборудованы дизельными двигателями, следовательно каждое из них оказывает влияние на окружающую среду.

В атмосферу выбрасываются следующие загрязняющие вещества:

- оксид углерода;
- углеводороды;
- диоксид азота;
- сажа;
- сернистый ангидрид;
- бензапирен.

### **3.3.2. Охрана и рациональное использование земельных ресурсов**

На защиту и восстановление земельных участков должны быть предусмотрены природоохранные мероприятия, подготовленные до процесса бурения, по охране в процессе бурения скважины и по восстановлению земельных участков (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Вредные воздействия на окружающую среду и недра и природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах

Природные ресурсы, компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
1	2	3
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники и т.д. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязнённой земли и др.
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов
Вода и водные ресурсы	Загрязнение производственными сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами и рассолами и др.)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора
Недра	Нарушение естественных свойств геологической среды	Гидрогеологические, гидрохимические и инженерно-геологические наблюдения в скважинах и выработках
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов из подземных выработок	Мероприятия предусматриваются в случаях непосредственного вредного воздействия
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и др. представителей животного мира, случайное уничтожение	Проведения комплекса природоохранных мероприятий, планирование работ с учётом охраны животных

### 3.3.3. Намечаемое направление рекультивации нарушенных горными работами земель

Рекультивацию земельных участков предполагается выполнять в соответствии с «Основными положениями о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», утвержденными приказом Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1985. № 525/67 (зарегистрированы Минюстом 29.07.96 № 1136), с учетом

региональных природно-климатических условий и месторасположения нарушенного участка, на основании действующих экологических, санитарно-гигиенических, строительных, водохозяйственных и лесохозяйственных нормативов и стандартов.

В процессе геологоразведочных работ на участках выхода рудных тел на поверхность и прилегающих территориях рельеф нарушен канавами, траншеями, в результате чего на большей части собственно месторождения ликвидирована очаговая аборигенная растительность. В целом, земли, занятые под геологоразведочные работы, по своим физико-механическим свойствам малопригодны для использования при рекультивации.

Почвенно-климатические условия региона неблагоприятны для сельскохозяйственного направления рекультивации. Снятие почвенно-растительного слоя малой толщины возможно только на отдельных отчуждаемых площадях в долинных участках. Сопочные участки не имеют собственно плодородного слоя. В связи с этим специальных мероприятий (кроме выравнивания поверхности бульдозерами) в проекте не предусматривается.

Отсутствует рекреационное направление рекультивации, поскольку вблизи месторождений отсутствуют крупные населенные пункты и промышленные предприятия.

На участках, где нанесение плодородного слоя почвы невозможно из-за дефицита почв, земли оставляются под естественное природовосстановление (самозарастание).

### **3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

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

- природные;
- техногенные;
- военные.

Для района работ наиболее вероятными являются ЧС техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Аварийные ситуации были рассмотрены в п.6.12.

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

При проектировании бурового здания следует учитывать требования пожарной безопасности. Необходимо, чтобы используемые строительные конструкции обладали требуемой огнестойкостью.

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

Резервуары с горючим необходимо хранить на расстоянии не ближе 50 м от буровой установки, также необходимо учитывать рельеф местности. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы при возникновении пожара разлившаяся горючая жидкость не могла стекать к нижележащему буровому зданию.

Для оповещения пожарных станций о случившейся ЧС возможно использование на буровых специальных пожарных датчиков, которые реагируют на появление дыма или открытого пламени.

В случае ЧС датчик включается либо ручным способом (пожарные кнопки), либо автоматически. Сигнал от пожарных извещателей передается на пожарные станции, наиболее распространенные из них ТЛО-10/100 (тревожная лучевая оптическая).

### **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.

### **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. Буровые площадки



должны иметь соответствующие размеры для размещения оборудования и проезда транспорта. Перед началом опасных работ (перевозка вышки, ликвидация аварий и осложнений и т.д.) буровым мастером (или лицом, его заменяющим) проводится дополнительный инструктаж по безопасному ведению работ.

## 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ

### 4.1. Организация ремонтной службы

ФГУПП «Запсибгеолсъемка» имеет следующие производственные подразделения:

1) Административно-производственное подразделение, осуществляющее управление всеми техническими и геолого-техническими процессами.

2) Ремонтно-механический цех обеспечивает все виды ремонтов основных средств, изготавливает необходимые инструменты и оборудование для буровых и горных работ, осуществляет сварочные работы. Основное место в работе механических мастерских занимают нарезка труб, штанг, изготовление инструмента и деталей для ремонта бурового оборудования и транспорта. Режим работы механических мастерских односменный. Блок-схема механической мастерской представлена на рисунке 4.1.

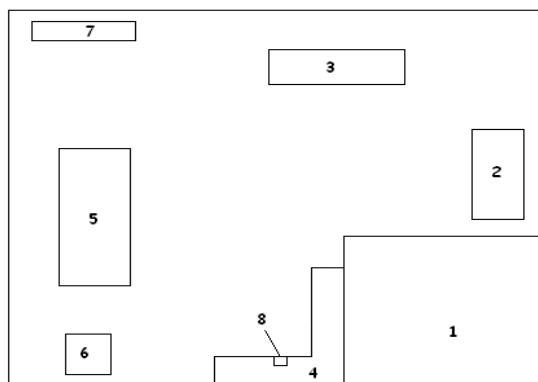


Рисунок 4.1 – Блок-схема механической мастерской:

- 1 – складское помещение; 2 – место сварщика; 3 – токарный станок;  
 4 – верстак; 5 – заточное оборудование; 6 – сверлильный станок;  
 7 – электрический щит; 8 – тиски

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>	<b>Вспомогательные и подсобные цехи</b>	<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
Разраб.		Бузырев И.С.		06.17				
Руковод.		Шмурыгин В.А.		06.17			122	180
Консульт.						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		
Зав. Каф.		Ковалев А.В.		06.17				

3) Автотранспортный цех, обеспечивающий необходимыми грузоперевозками предприятие и производящий подвозку вахт для производства работ.

4) Строительный цех, имея в своем составе большой, с современным оборудованием деревообрабатывающий цех, производящий строительство и ремонт производственных зданий, жилых домов, изготавливающий столярные изделия в большом ассортименте.

5) Электроцех производит работы по монтажу и ремонту ЛЭП, пуско-наладочные работы и работы по ремонту электроустановок.

6) Котельная мощностью 3,75 Гкал/ч обеспечивает теплом все производственно-административные здания экспедиции, жилые дома.

7) Центральный склад хранения товарно-материальных ценностей имеет значительные площади в закрытых помещениях и на открытых, охраняемых территориях.

8) Химическая лаборатория, осуществляющая химический, спектральный, пробирный, золотоспектрометрические анализы, сокращенный химический анализ воды, углей. Лаборатория прошла государственную аттестацию.

Профилактические работы, техническое обслуживание бурового оборудования производятся непосредственно на рабочем месте силами буровой бригады согласно утвержденному графику планово-предупредительного ремонта.

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

План-график проведения ежемесячного технического осмотра станка СКБ-2 приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – План-график проведения ежемесячного технического осмотра

Перечень операций проводимых при Т.О.	Перечень материалов и оборудования используемого для проведения Т.О.
1	2
1. Очистить станок от грязи, пыли и потеков масла, бурового раствора.	Ветошь - обтирочный материал.
2. Проверить уровень масла в гидравлическом баке: уровень должен быть на 20 мм ниже верхней кромки смотрового стекла.	Масло гидравлическое (согласно таблицы выбора масел).
3. Проверить уровень масла в редукторе вращателя: уровень должен быть $\frac{1}{2}$ смотрового окна.	Масло трансмиссионное
4. Проверить уровень масла в редукторе промывочного насоса: уровень должен быть по уровню масломерного краника, который расположен на задней крышке.	Масло моторное
5. Произвести смазку трущихся деталей и узлов консистентной смазкой с помощью шприца (2–3 качка на каждую точку смазки).	Консистентная смазка

Основанием на ремонт является дефектная ведомость, которая составляется после бурения. Ведомость составляется старшим механиком по эксплуатации оборудования в присутствии бурового мастера.

## 4.2. Организация энергоснабжения

Энергоснабжение буровой, а также жилых вагон-домов будет осуществляться при помощи дизель-генератора мощностью 140 кВт. Этот способ является самым удобным и целесообразным с экономической точки зрения, т. к. подключение к сетям ЛЭП невозможно из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Снабжение дизеля топливом будет осуществляться из ёмкости объёмом 5000 литров, с периодичностью раз в

неделю. Заправка ёмкости будет производиться путём завоза дизтоплива на буровую специализированной автоцистерной ГАЗ.

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

В связи с тем, что промывочная жидкость, выходящая из скважины, повторно не используется (особенности бурового насоса), и большая ее часть фильтруется в зоны трещиноватости и водоносные горизонты, требуется постоянный подвоз чистой технической воды.

Набор воды будет осуществляться из реки Березовой. Для этого будет создано три водозаборных пункта, оборудованных площадками для разворота технологического транспорта и подъездами для заправки воды.

Расстояние транспортировки промывочной жидкости составит от 0,2 до 3,0 км.

Транспортировка будет осуществляться автомобилями УРАЛ-4320 с цистерной емкостью 5,44 м<sup>3</sup>.

Вода для хозяйственно-питьевых нужд будет доставляться один раз в сутки в алюминиевых флягах объёмом 40 л.

В качестве очистного агента будет использоваться техническая вода с добавлением полимеров – сульфанола, суперфлока и КМЦ.

Перемешивание реагентов с водой в зумпфе будет производиться мешалкой.

Зумпф представляет собой металлическую емкость на санном основании, открытую сверху для долива технической воды. Снизу зумпфа предусмотрен кран для слива промывочной жидкости при необходимости (например, при перевозке буровой вместе с зумпфом).

Для предотвращения замерзания раствора в зимнее время в зумпф вмонтирована портативная печь, работающая на твердом топливе (в основном дрова).

Контроль параметров промывочной жидкости, исходя из опыта ранее проведенных работ, не предусматривается.

#### **4.4. Транспортный цех**

Грамотная организация транспортного цеха является одним из важнейших условий, обеспечивающих успешность работы предприятия.

Для выполнения запроектированных видов работ необходимо обеспечить:

- завоз и вывоз бурового оборудования;
- завоз и вывоз вагончиков для проживания рабочего персонала;
- доставку технической воды;
- перевозку рабочих и ИТР, инструментов, материалов от базы предприятия до участка работ и обратно;
- доставку проб и образцов в лабораторию и т.д.

Учитывая вышеперечисленные требования, следует задействовать:

- автомобиль повышенной проходимости Урал-4320 грузоподъемностью 5 тонн;
- автомобиль повышенной проходимости Урал-4320, на котором установлена цистерна для доставки промывочной жидкости (на каждую БУ);
- автокран "Ивановец" на базе автомобиля МАЗ;
- гусеничный трактор Т-170 с навесным оборудованием – для транспортировки жилых вагончиков и буровых установок на участке работ, строительства грунтовых дорог, буровых площадок, расчистки подъездных путей и рекультивации земель (на каждую БУ);
- автомобиль повышенной проходимости Урал-4320 с каротажной программно-управляемой лабораторией ЛКН-3.5У-01;
- вахтовый автомобиль Урал-4320 – для завоза буровых бригад на участок;
- два автомобиля УАЗ-469, находящиеся в распоряжении геологического отдела и главного инженера партии;

- автомобиль ГАЗ-3110 – для начальника партии.

Персонал доставлялся на участок работ на автомобиле Урал-4320. Заезд осуществлялся один раз в неделю, бригада работала по 12 часов в смену, в смену работал 1 бурильщик и 2 помощника бурильщика. В каждый заезд на участок должны были заехать:

- буровой мастер – 1 чел;
- техник–геолог – 2 чел;
- геодезист – 1 чел;
- машинист буровой установки – 1 чел;
- помощник машиниста буровой установки – 2 чел;
- повар – 1 чел;
- водитель буровой установки и водовозки – 1 чел.

Во временные сооружения будет входить следующее:

- строительство туалета: для буровой и геологической бригады – 1; итого – 1 туалет.
- строительство помойных ям: 2 ямы, что соответствует количеству полевых лагерных стоянок;
- строительство палатки-столовой: для работников буровой и геологической бригады – 1 палатка, на 10 сидячих мест;
- строительство палатки-бани: для работников буровой и геологической бригады – 1 палатка;
- строительство навесов: для хранения геологических проб 1 навес (площадью 8м<sup>2</sup> на весь полевой лагерь).

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

Связь участка буровых работ с базой предприятия будет осуществляться с помощью радиостанции «Ангара». Режим работы радиостанции круглосуточный. Обязательный выход на связь с диспетчером для

предоставления отчета о проделанной работе и заявок на необходимые материалы осуществляется в 8:00 и в 20:00 часов.

В целях повышения качества управления организована диспетчерская служба. В основе ее деятельности лежит календарный план, содержащий задания для подразделений организации с обязательной разбивкой их на индивидуальные работы по видам и срокам для каждого исполнителя.

Основная задача диспетчерской службы – обеспечение ритмичности работы всех подразделений с учётом сложившейся обстановки.

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

- приём, анализ, обработка и распределение информации о состоянии производства работ, необходимой для составления и корректировки планов, а также регулирования производства;
- 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 обслуживающими цехами, обеспечение заказчиков ресурсами со складов организации, доставка необходимых ресурсов заказчику;
- ведение ежедневного учёта работ буровых бригад;
- организация приёма грузов, прибывающих на базу;
- передача распоряжений руководителей организации.



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

### 5.1. Технологические критерии оптимизации буровых работ

Современная буровая установка может оснащаться контрольно-измерительными приборами, регистраторами и устройствами автоматического управления. Основным, особенно при высокочастотном алмазном бурении, остается процесс управления углубкой скважины, выработка оптимальных параметров режима бурения.

В данном случае актуален выбор параметра оптимизации или критерия оптимизации. Требования к критерию оптимизации процесса бурения состоят в том, что этот параметр должен надежно регистрироваться и фиксироваться непосредственно при бурении, а также оперативно влиять на другие параметры бурового процесса, поскольку, например, прижоговая ситуация (аварийная ситуация, которая возникает при перегреве алмазной коронки, расплавлении медно-никелевой матрицы и спекании разрушенной коронки с забоем) при алмазном бурении развивается не более 30–40 с.

Возможными критериями оптимизации технологии бурения могут быть следующие параметры:

- механическая скорость бурения  $V_m$ ;
- рейсовая скорость бурения  $V_p$ ;
- оптимальное время нахождения бурового инструмента на забое;
- расход алмазов или проходка на буровой инструмент (его ресурс);
- оптимальная углубка забоя за один оборот бурового инструмента.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Бузырев И.С.</i>		06.17	<i>Специальная часть. Анализ критериев оптимизации параметров бурения</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В.А.</i>		06.17			129	180
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Ковалев А.В.</i>		06.17				

### 5.1.1 Механическая скорость бурения

Механическая скорость бурения  $V_m$  оптимизируется в сторону максимальных значений под влиянием основных параметров режима бурения – осевой нагрузки, частоты вращения, вида, количества и качества очистного агента.

При этом эффективность бурения в целом определяется объемом разрушенной буровым инструментом породы в единицу времени, который непосредственно связан с величиной мощности  $N$ , подводимой к забою.

Объем породы, разрушаемый в единицу времени, можно определить из зависимости:

$$V = \frac{N}{A_v}, \quad (5.1)$$

где  $N$  – мощность, подведенная к забою для разрушения породы в единицу времени, кВт·ч;  $A_v$  – энергоемкость разрушения породы определенного объема, кВт/м<sup>3</sup>.

Объем разрушенной в единицу времени породы можно определить, используя значение скорости бурения:

$$V = V_m F, \quad (5.2)$$

где  $V_m$  – механическая скорость бурения, м/ч;  $F$  – площадь забоя скважины, м<sup>2</sup>.

Из равенства вышеприведенных формул для определения объема разрушенной породы получим:

$$V_m = \frac{N}{A_v F}. \quad (5.3)$$

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

При передаче энергии от источника – бурового станка к забою для разрушения горной породы, часть энергии расходуется на работу бурильной

колонны. Поэтому с целью оценки и минимизации потерь энергии при ее передаче к забою через бурильную колонну целесообразно параметр  $N$  представить как разность мощности, выработанной буровым станком  $N_{об}$ , и потерь мощности в системе «бурильная колонна – скважина»  $N_n$ . Тогда выражение (1) можно представить в развернутом виде:

$$V_M = \frac{N_{об} - N_n}{A_v F}. \quad (5.4)$$

Из данного выражения следует зависимость скорости бурения: механическая скорость определяется как частное от деления разности мощностей бурового станка и потерей в системе на время бурения.

Из данной зависимости следует, что с точки зрения оптимизации процесса бурения крайне важно учитывать не только уровень потребления энергии на забое для разрушения породы, но и потери энергии на пути к забою. Последнее возможно только с позиций оптимизации системы «скважина–колонна», конструкции и условий работы бурильной колонны в скважине.

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

- увеличения передаваемой горной породе энергии, что предполагает также необходимость снижения ее потерь при передаче от источника энергии до забоя скважины;
- уменьшения энергоемкости процесса разрушения горной породы;
- уменьшения площади забоя скважины.

Обобщенный параметр режима работы породоразрушающего инструмента при вращательном бурении – реализуемая на забое мощность:

$$N = \frac{\mu_k P_{ос} R \omega}{97,5}, \quad (5.5)$$

где  $\mu_k$  – коэффициент сопротивления породы вращению бурового инструмента;  $P_{ос}$  – осевая нагрузка на инструмент, Н;  $R$  – радиус торца породоразрушающего инструмента, м;  $\omega$  – частота вращения,  $c^{-1}$ .

С учетом данной зависимости формула определения механической скорости бурения получит следующий вид:

$$V_M = \frac{\mu_k P_{oc} R \omega}{97,5 A_v F}. \quad (5.6)$$

Если частоту вращения выразить через линейную скорость перемещения резцов:

$$\omega = \frac{v_l}{\pi D}, \quad (5.7)$$

то формулу для расчета механической скорости бурения можно представить в виде:

$$V_M = \frac{\mu_k P_{oc} v_l}{2\pi 97,5 A_v F}. \quad (5.8)$$

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

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

$$V_M = \frac{\mu_k v_l}{2\pi 97,5 A_v} q_3. \quad (5.9)$$

Таким образом, для вращательного бурения условиями высокопроизводительного бурения будут высокие значения удельного контактного давления на забой, линейные скорости перемещения резца при

повышенном значении коэффициента сопротивления породы и минимальная энергоемкость разрушения горной породы.

Увеличение передаваемой горной породе энергии может быть получено в результате:

- увеличения частоты вращения породоразрушающего инструмента;
- увеличения осевой статической или ударной нагрузки на породоразрушающие резцы бурового инструмента;
- передачи горной породе дополнительной тепловой энергии (термомеханическое бурение);
- передачи горной породе дополнительной гидродинамической энергии (гидромониторное бурение).

Уменьшение энергоемкости разрушения горной породы можно достичь за счет:

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

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

Уменьшение площади забоя скважины происходит за счет непрерывного уменьшения диаметра породоразрушающих инструментов и площади их торца (применение, например, коронок с утонченной рабочей поверхностью короночного кольца).

Отношение  $\frac{N}{F} = N_0$  в формуле (5.1) определяет значение удельной забойной мощности, подводимой к инструменту для разрушения породы, которая ограничена предельной прочностью породоразрушающего инструмента. Поэтому наиболее перспективным для достижения высокой скорости бурения является поиск условий, обеспечивающих минимальную энергоёмкость разрушения породы.

На рисунке 5.1 приведены экспериментальные зависимости, отражающие связь механической скорости бурения с мощностью, подводимой к забою. При определенном уровне подводимой мощности механическая скорость бурения начинает снижаться, поэтому возрастают удельные энергозатраты, т. е. режим разрушения породы становится менее эффективным.

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

$N$ , кВт

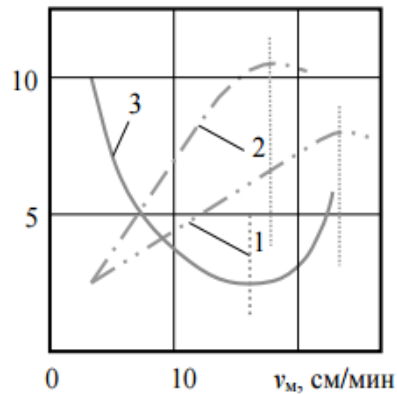


Рисунок 5.1 – Зависимость мощности разрушения породы при бурении шарошечными долотами диаметром 59 мм (линия 1) и 76 мм (линия 2) от механической скорости бурения ( $V_m$ ); кривая 3 – удельные затраты мощности, равные отношению  $N/V_m$

Сложность поиска оптимальных условий бурения по критерию максимума механической скорости бурения подтверждаются формулами (5.5–5.9), из которых следует, что механическая скорость бурения зависит от значительного числа влияющих факторов, сочетание которых не всегда способно дать оптимальный комплексный результат.

### 5.1.2. Рейсовая скорость бурения

*Рейсовую скорость бурения*, в отличие от механической скорости бурения, только частично можно отнести к оперативным критериям управления процессом бурения. Этот критерий является важным при поиске оптимальных условий как технологии, так и организации бурового процесса.

Рейсовая скорость определяется как отношение длины интервала проходки между спуском и подъемом бурового инструмента из скважины  $L_p$  ко времени, которое потрачено на спуско-подъемные операции –  $T_{сно}$ , время  $T_b$  на бурение интервала  $L_p$  и время на вспомогательные операции, связанные с реализацией бурения и вынужденные простои –  $T_n$ . В виде формулы зависимость будет выглядеть следующим образом:

$$V_p = \frac{L_p}{T_{\text{сно}} + T_б + T_{\text{п}}}. \quad (5.10)$$

Оптимизация рейсовой скорости в направлении ее роста связана с повышением рейсовой проходки в меньшие сроки. Таким образом, поиск оптимальных условий бурения через анализ такого критерия как рейсовая скорость бурения, связан с анализом технологических возможностей удлинения интервала бурения, который может определяться ресурсом бурового инструмента или снижением вероятности самозаклинивания керна в керноприемной трубе, а также с сокращением затрат времени на буровой процесс и прежде всего времени простоя буровой.

Для оценки оптимальной работоспособности инструмента целесообразно использовать относительный показатель эффективности:

$$\mathcal{E} = \frac{V_m}{I} \rightarrow \max, \quad (5.11)$$

где  $V_m$  – механическая скорость бурения;  $I$  – интенсивность износа.

Рассмотрим два примера оценки работоспособности однослойных алмазных коронок.

При бурении уррита однослойной алмазной коронкой диаметром 24 мм кривая интенсивности износа (рисунок 5.2, а, б) резко возрастает по мере роста осевой нагрузки и частоты вращения. Механическая скорость также резко нарастает по мере повышения осевой нагрузки, но до определенного предела, после которого кривая идет на снижение, повышение же частоты вращения приводит к повышению и механической скорости бурения.

Таким образом, при бурении уррита предпочтительной будет невысокая осевая нагрузка, оптимальное значение которой четко отражает максимум показателя  $\mathcal{E}$ .

Зависимость интенсивности износа от частоты вращения указывает на то, что износ коронки в данном случае практически мало зависит от частоты вращения. Причины подобных зависимостей объясняются тем, что при бурении данной породы образуется крупный шлам (зерна до 3 мм), размер



которого растет при повышении осевой нагрузки, что и увеличивает износ инструмента.

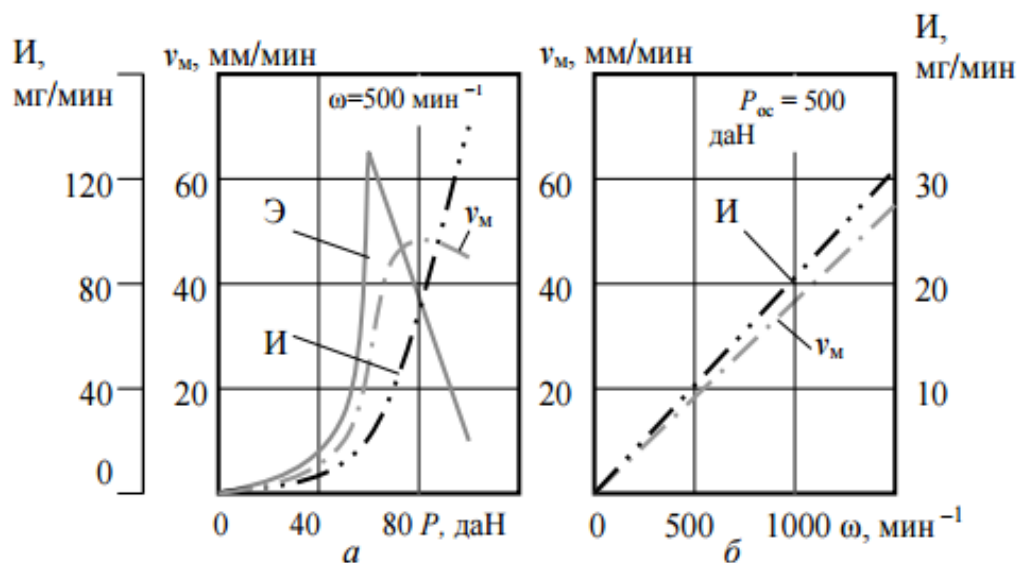


Рисунок 5.2 – Зависимость механической скорости бурения ( $V_M$ ), интенсивности износа ( $I$ ) и показателя эффективности бурения ( $\mathcal{E}$ ) уррита от осевой нагрузки (а) и частоты вращения (б)

Бурение кварцевого альбитофира (рисунок 5.3, а, б) сопровождается образованием мелкого шлама, и зависимость интенсивности износа по мере роста осевого усилия имеет минимум при осевом усилии 200 даН и частоте вращения  $\omega$  500–900 мин<sup>-1</sup>, нарастая в дальнейшем достаточно резко.

Механическая скорость бурения увеличивается при повышении частоты вращения и осевого усилия на всем интервале их варьирования, но кривая показателя  $\mathcal{E}$  дает точные величины наиболее оптимальных значений осевого усилия – 200 даН и частоты вращения – 800 мин<sup>-1</sup>.

В то же время критерий оптимальности  $\mathcal{E}$  достаточно неудобен с точки зрения управления, т. к. исключена возможность оперативного измерения износа бурового инструмента в процессе бурения.

В качестве критерия, позволяющего оценить условия и технологию алмазного бурения, используется показатель расхода алмазов на 1 м проходки.

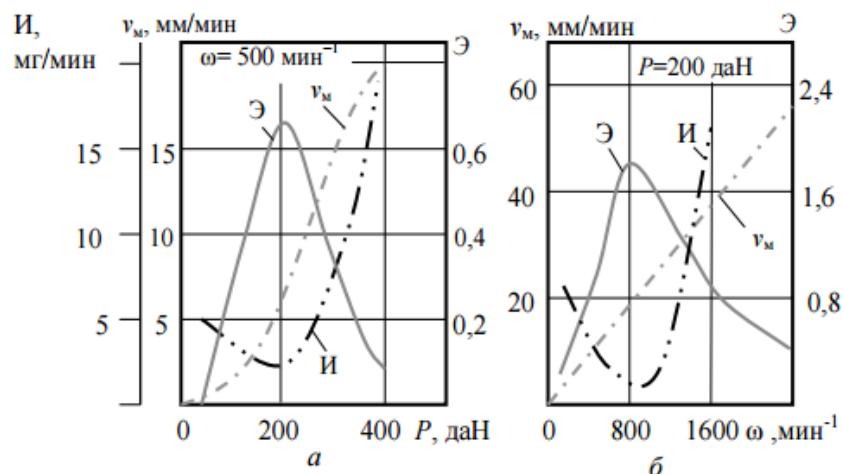


Рисунок 5.3 – Зависимость механической скорости бурения ( $V_M$ ), интенсивности износа ( $I$ ) и показателя эффективности бурения ( $\mathcal{E}$ ) уррита от осевого усилия (а) и частоты вращения (б) инструмента при бурении альбитофира

Рейсовая проходка на инструмент (ресурс инструмента) так же, как и механическая скорость бурения, не учитывает всего многообразия влияющих факторов и не позволяет достигать оптимального результата без учета таких параметров, как глубина скважины. Этот параметр в случае поиска оптимальных условий следует увязывать со стоимостью бурения.

На рисунке 5.4 приведена кривая равной стоимости 1 м проходки скважины в координатах проходки на буровой инструмент и механической скорости бурения для долот типа ИСМ. Из приведенных зависимостей следует, что одинаковую стоимость 1 м бурения скважины можно получить как путем увеличения механической скорости бурения, уменьшая при этом стойкость бурового инструмента, так и в результате повышения стойкости инструмента, но снижения механической скорости бурения.

Выбор оптимального варианта сочетания стойкости бурового инструмента и механической скорости бурения следует производить с учетом глубины скважины.

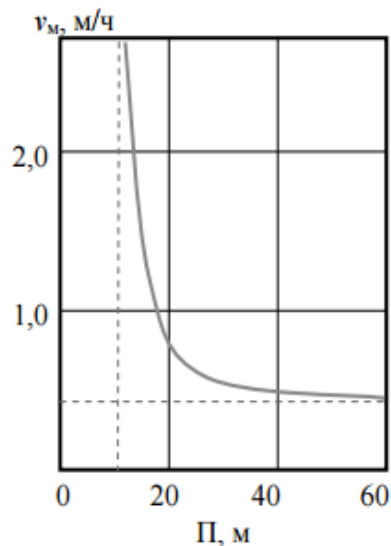


Рисунок 5.4 – Зависимость стоимости 1 м бурения от проходки и механической скорости бурения

При возрастающей глубине скважины более важной характеристикой будет большая стойкость бурового инструмента, что позволит повысить время, затраченное на углубление скважины в балансе общих затрат времени на производство работ.

При бурении неглубоких скважин, когда спуско-подъемные операции занимают сравнительно малую долю в общем балансе производительного времени, можно допустить вариант форсированного бурения на высоких механических скоростях, но с несколько ограниченным ресурсом инструмента.

Поиск оптимальных условий производства буровых работ, параметров режима бурения, ориентированных на минимальную стоимость 1 м пробуренной скважины, является типичной задачей оптимизации.

При решении этой задачи опытным путем можно получить зависимости, отражающие влияние параметров режима бурения на ресурс сурового инструмента и значения механической скорости бурения при определенных постоянных значениях глубины скважины, горно-геологических условиях бурения и применяемых типах бурового инструмента. Полученные данные позволяют рассчитать стоимости 1 м

проходки для каждого варианта сочетания параметров режима бурения и выбрать, таким образом, оптимальные параметры режима бурения для определенных условий производства работ.

На рисунке 5.5 приведены кривые, отражающие многосложную связь условий и параметров, определяющих себестоимость бурения шарошечными долотами большого диаметра. Как следует из графиков, для минимизации стоимости 1 м проходки следует выбрать следующие параметры режима бурения: частота вращения долота  $400 \text{ мин}^{-1}$ , осевая нагрузка около 180 кН, т. е. повышение частоты вращения долота приводит к снижению проходки на долото и повышению стоимости 1 м проходки.

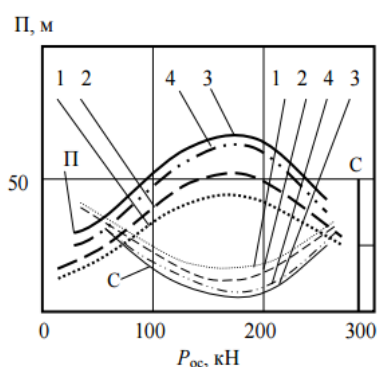


Рисунок 5.5 – Зависимость проходки на долото ( $\Pi$ ) и стоимости метра проходки на долото ( $C$ ) от параметров режима бурения

Оптимальные параметры режима бурения, выбор которых осуществляется по минимуму стоимости 1 м проходки, как правило, соответствуют наиболее эффективному процессу разрушения горных пород, который будет характеризоваться минимальными затратами энергии на разрушение, высокими значениями механических скоростей бурения и эффективным ресурсом бурового инструмента.

Таким образом, выбор способа бурения – многофакторный анализ, итогом которого может быть уровень прибыли, выраженной через экономию затрат при сохранении высокого качества и достоверности полученной геологической информации.

### 5.1.3. Оптимальное время нахождения породоразрушающего инструмента на забое

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

Рейсовая скорость бурения равна

$$V_p = \frac{H_p}{T_6 + T_{\text{спо}}}, \quad (5.12)$$

где  $H_p$  – проходка за рейс, м;  $T_6$  – время бурения за рейс, ч;  $T_{\text{спо}}$  – время спуско-подъемных операций в рейсе, ч.

Функция для  $V_p$  от  $t$  исследуется на максимум:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{h}{t+T} = V_p. \quad (5.13)$$

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

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

$$V_m = \frac{H}{T_6 + T_{\text{спо}} + \frac{\Pi}{q}}, \quad (5.14)$$

где  $\Pi$  – стоимость породоразрушающего инструмента;  $q$  – стоимость работы 1 часа бурового агрегата.

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

Параметр  $q$  в формуле (5.14) является интегральным. В нем заключены затраты на оплату труда бурового персонала и вспомогательных рабочих, затраты средств на электроэнергию и горюче-смазочные материалы, транспортные расходы и др. Поэтому формула (5.14) комплексно и достаточно полно оценивает все параметры, влияющие на результативность бурового процесса.

С повышением глубины скважины возрастают все параметры, находящиеся в знаменателях формул (5.13 и 5.14), кроме параметра (стоимости породоразрушающего инструмента), поскольку с повышением глубины скважины снижается механическая скорость бурения, а значит возрастает время на бурение, растут затраты времени на проведение СПО. В то же время растет и стоимость работы агрегата, поскольку повышают расход энергии и материалов на бурение. Поэтому, если учитывать, что  $C$  – величина постоянная, то с повышением глубины скважины соотношение  $C/q$  понижается, а  $V_m$  стремится к значению  $V_p$  при общей тенденции к понижению.

#### **5.1.4. Оптимальная углубка забоя за один оборот бурового инструмента**

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

$$h_{об} = \frac{V_m}{\omega}, \quad (5.15)$$

где  $V_m$  – механическая скорость бурения, мм/мин;  $\omega$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>.

Величина углубки за оборот является комплексным показателем, позволяющим косвенно рассматривать и оценивать физические процессы, происходящие на забое, в частности реакцию пород на внедрение резца, а

также поведение коронки, в том числе под воздействием таких управляемых параметров бурения, как осевая нагрузка, частота вращения инструмента в зависимости от физико-механических свойств породы и величины износа резцов.

Все вышеотмеченное позволяет утверждать, что величина может быть применена при определении оптимальных режимов бурения.

Этот показатель используется на производстве для обоснования параметров так называемой «алмазосберегающей технологии», позволяющей поддерживать нормированный расход алмазов при достаточно высоких значениях механической скорости бурения.

Под оптимальной углубкой за один оборот подразумевается величина съема породы за один оборот, заданная таким внедрением алмазов в породу под действием определенных минимальных осевых нагрузок, при которых не происходит заполирование алмазных резцов коронки. При нагрузках несколько выше указанных значений, резцы чрезмерно загружаются в породу и разрушаются, не производя полезной работы.

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

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

$$h_{об} = (0,025 - 0,1)d_a. \quad (5.16)$$

Через вышеприведенную зависимость ВИТР определены:

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

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

На рис. 5.6, а дана зависимость углубки за один оборот от осевого усилия и частоты вращения. Величина углубки за один оборот инструмента возрастает при повышении осевого усилия независимо от частоты вращения коронки. Это происходит как в интервале усталостноповерхностного режима разрушения, так и в интервале объемного режима разрушения породы.

Зависимость углубки за один оборот от частоты вращения имеет более сложный характер. На интервале усталостно-поверхностного разрушения, когда осевая нагрузка не достаточна для объемного разрушения породы, большие значения углубки за 1 оборот инструмента  $h_{об}$  характерны для бурения на высоких частотах вращения, а равная углубка за 1 оборот по мере снижения частоты вращения достигается при более высокой осевой нагрузке ( $P_{oc1}, P_{oc2}, P_{oc3}$  – рис. 5.6, а).

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

При определенной осевой нагрузке  $P_{ocп}$  режим разрушения становится объемным, поскольку осевая нагрузка уже достаточна для внедрения резца в породу. При этом режиме разрушения большая углубка за один оборот достигается уже при меньшей частоте вращения, и по мере роста частоты вращения углубка за один оборот снижается. Причины подобного механизма состоят в том, что при образовании борозды разрушения порода скалывается



перед резцом по некоторой поверхности в направлении забоя (линия АБ на рисунок 5.6, в).

Оптимальными будут условия разрушения породы, при которых скорость перемещения резца будет равна скорости образования трещины отрыва породы в направлении линии АБ. При повышении частоты вращения скорость образования трещины отрыва породы перед резцом начинает отставать от скорости перемещения резца. Резец, испытывая повышенную сопротивляемость породе перемещению – «всплывает», т. е. снижается глубина его внедрения в породу (рисунок 5.6, г). «Всплытие» резца происходит ровно настолько, насколько должна уменьшиться длина трещины отрыва А\*Б\* с тем, чтобы вновь скорость поступательного перемещения резца была равна скорости образования трещины отрыва А\*Б\*.

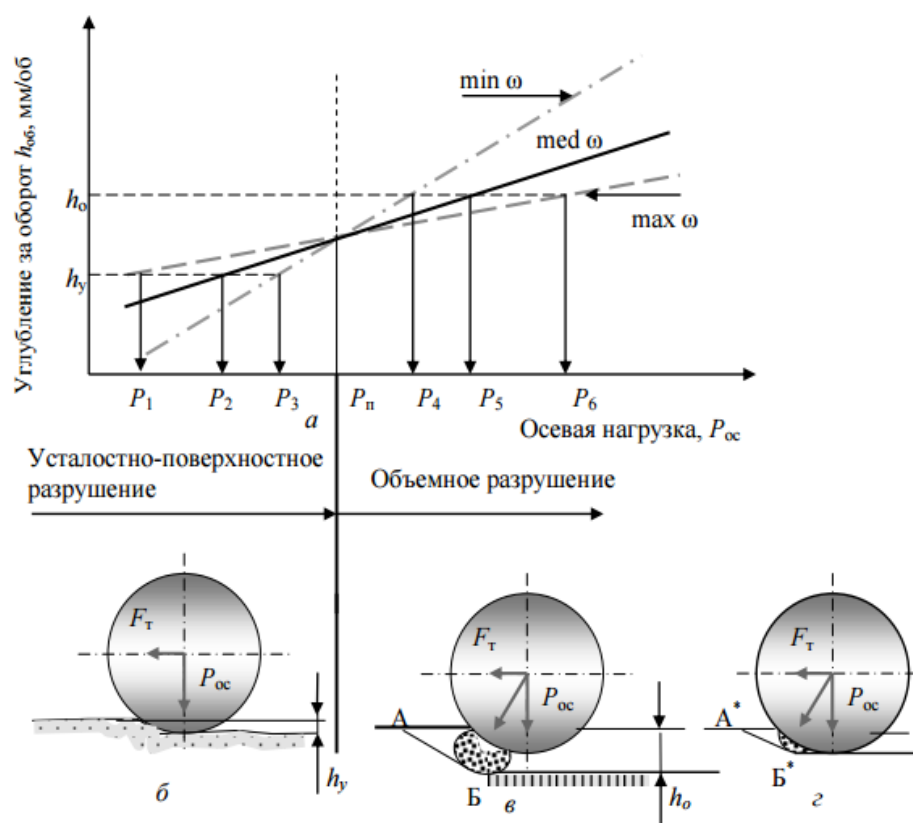


Рисунок 5.6 – Зависимость углубки за один оборот от параметров режима бурения (а) и схемы, поясняющие существо усталостно-поверхностного (б) и объемного разрушения породы (в, г)

При объемном разрушении породы равная углубка за один оборот  $h_{об}$  может быть получена при повышении частоты вращения путем повышения осевой нагрузки ( $P_{ос4}$ ,  $P_{ос5}$ ,  $P_{ос6}$  – рисунок 5.6, а). Таким образом, для поддержания рациональной углубки за оборот по мере повышения частоты вращения следует несколько повышать и осевую нагрузку. При объемном разрушении горной породы возможны условия, при которых разрушение породы будет происходить наиболее эффективно. Для этого необходимо, чтобы осуществлялась наиболее полная очистка забоя от шлама и выдерживалось такое сочетание осевого усилия и частоты вращения, при которых скорость формирования трещины отрыва АБ (рисунок 5.6, в) соответствовала бы скорости перемещения резца. Другими словами: напряжения в ядре сжатия породы должны быть достаточны для эффективного скалывания породы передней гранью резца под действием касательных и растягивающих напряжений.

Условия разрушения ухудшаются при зашламовании забоя, например, из-за недостаточного количества подаваемого к забою очистного агента. В этом случае при достаточной для объемного разрушения породы осевой нагрузке наблюдается режим, сходный с усталостно-поверхностным, при котором резцы коронки, повторно измельчая шламовую подушку, не могут создавать достаточных для эффективного разрушения породы напряжений. В этом случае зависимость углубки за один оборот от частоты вращения будет аналогична режиму усталостно-поверхностного разрушения, при котором большая углубка за один оборот достигается при более высокой частоте вращения бурового инструмента (рисунок 5.7, а, б).

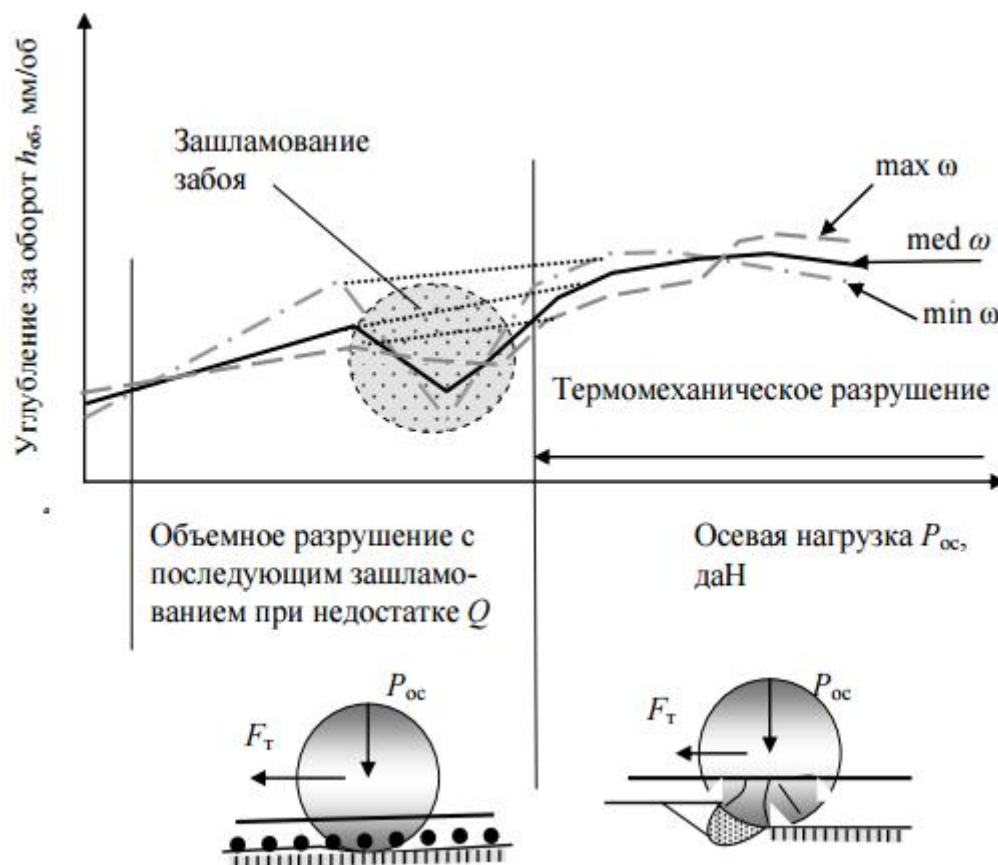


Рисунок 5.7 – Зависимость углубки за один оборот от параметров режима бурения (а) и схемы, поясняющие существо объемного разрушения при зашламовании забоя (б) и термомеханическом разрушении (в)

### 5.1.5 Расход алмазов или проходка на буровой инструмент

При чрезмерной осевой нагрузке наступает сложный режим термомеханического разрушения породы (рис. 5.7, в), который сопровождается термическим разупрочнением коронки, что приводит к её активному разрушению. Разрушаются (трескаются, выкрашиваются) и изнашиваются, прежде всего, алмазные резцы. Процесс разрушения резцов интенсивно происходит при более высокой частоте вращения, что сопровождается и более ощутимым снижением углубления в породе.

В начальный период термомеханического процесса разрушения породы возможен резкий рост скорости проходки из-за чрезмерного обнажения резцов в момент интенсивного износа металла матрицы. В этот момент часто

происходит падение мощности на разрушение, что объясняется снижением сил трения и сопротивления вращению коронки на забое, который «металлизирован» продуктами износа матрицы коронки. Таким образом, возможен ложный сигнал о благоприятных условиях работы бурового инструмента, что усложняет выбор оптимальных параметров режима бурения.

Режим корректировки значений осевого усилия при изменении частоты вращения коронки – одна из задач оптимизации при управлении процессом алмазного бурения.

При управлении процессом бурения для каждого типа коронки, как в ручном, так и автоматическом режимах, компаниями Atlas Copco и Voart Longyear рекомендуется рациональная частота вращения, выбор которой определяется по рекомендуемой линейной скорости перемещения алмазного резца в пределах 2–5 м/с. Параметрами управления являются усилие подачи и количество подаваемой на забой промывочной жидкости, которые должны обеспечивать определенную скорость проходки.

Критерием оптимального управления алмазного бурения в данном случае является значение показателя RPI «число оборотов на сантиметр подачи», который является «перевернутым» значением углубления скважины за один оборот вращения коронки на забое:  $RPI = 1/h_{об}$ .

Основной интервал варьирования углублением за один оборот инструментом в рекомендациях компании Voart Longyear принят 0,1–0,125 мм. Существенно меньшие значения углубления могут быть связаны с заполированием алмазных коронок, а более значительные (свыше 0,2 мм/об) – с интенсивным износом коронок, образованием на их торце фасок и других повреждений матрицы коронки. Увеличения скорости углубления при заданной частоте вращения добиваются варьированием осевой нагрузки в заданных, для данной коронки, пределах, например, 900–2300 даН для коронки типоразмера BQ.

Таким образом, в процессе регулирования по индексу RPI углубление за один оборот поддерживают на оптимальном постоянном уровне путем повышения крутящего момента за счет регулирования осевого усилия, частоты вращения и, соответственно, глубины внедрения резца в породу. Как известно, при повышении осевого усилия и снижении частоты вращения глубина внедрения резца в породу возрастает. При повышении диаметра бурового инструмента оптимальное углубление за один оборот поддерживается путем снижения частоты вращения и повышения осевого усилия.

## 5.2. Физический смысл критерия $W$

Данный критерий по своему физическому смыслу определяет интенсивность износа инструмента на единицу скорости бурения и может использоваться, прежде всего, для достижения максимального ресурса бурового инструмента. Критерий  $W$  связан с процессом разрушения горных пород при бурении, т. е. с процессами разрушения как самого инструмента для бурения, так и горной породы, и показывает затраты энергии (энергоёмкость) на разрушение единицы объема горной породы. Минимизация величины  $W$  позволяет получить максимальную проходку на инструмент и минимизировать затраты на бурение.

Учитывая, что мощность на бурение определяется по зависимости

$$N_6 = M_{кр} \omega ,$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент;  $\omega$  – частота вращения, получим зависимость расчета критерия управления в несколько ином виде:

$$W = \frac{M_{кр} \omega}{v_m} \rightarrow \min . \quad (5.17)$$

Основным преимуществом критерия  $W$  является возможность его измерения через параметры крутящего момента и механической скорости бурения. Этот критерий может использоваться для выбора породоразрушающего инструмента или даже классификации горных пород по буримости. Его использование совместно с таким параметром,

рассмотренным ранее, как максимальная рейсовая скорость (для определения времени подъема инструмента из скважины), позволяет практически перекрыть всю необходимую систему технологических критериев для оптимального управления процессом бурения.

На рисунке 5.8 приведены графики, отражающие зависимости затрат мощности  $N$  и механической скорости бурения  $v_m$  от осевой нагрузки  $P_{oc}$ .

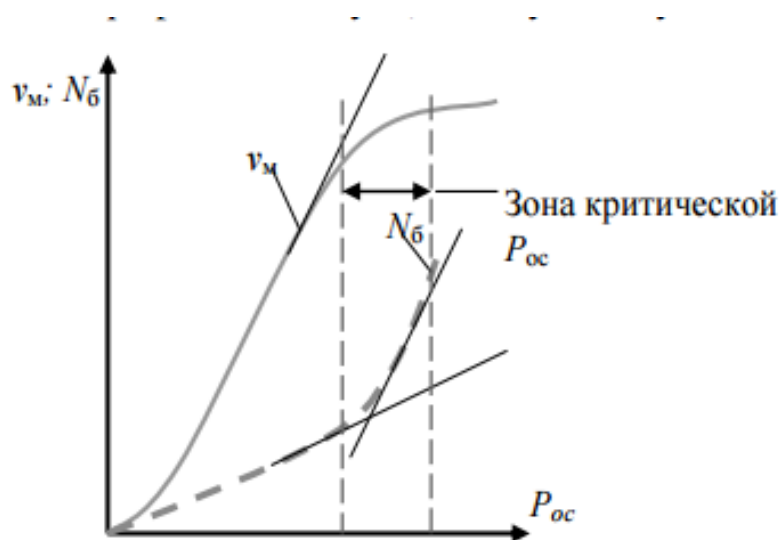


Рисунок 5.8 – Зависимость механической скорости бурения и затрат мощности на бурение от осевого усилия

Из этих графиков следует, что существуют интервалы интенсивного повышения механической скорости бурения и умеренного роста затрат мощности, а также крутящего момента на бурение. При определенных значениях осевой нагрузки и частоты вращения рост механической скорости замедляется, а потребление мощности нарастает, что может быть связано с неблагоприятными условиями работы бурильной колонны или бурового инструмента.

Таким образом, система регулирования процесса бурения должна ограничить параметры режима в точке, которая соответствует критерию оптимизации.

## 5.3. Комплексные критерии оценки оптимальности бурового процесса

### 5.3.1. Коммерческая скорость бурения

Коммерческая скорость бурения, может соответствовать производительности за определенный отрезок времени, например, за месяц, рассчитывается по формуле:

$$V_K = \frac{N_c T (1 - K_{ТО})}{\frac{1}{v_M} + \frac{T_{ПН} + T_{СПО} + T_{СВ}}{l_p}}, \quad (5.18)$$

где  $N_c$  – число рабочих смен за отрезок времени (сутки, неделю, месяц);  $T$  – продолжительность смены, ч;  $v_M$  – механическая скорость бурения, м/ч;  $K_{ТО}$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на техническое обслуживание бурового оборудования;  $T_{ПН}$  – время на перекрепление шпинделя (для станков со шпиндельным вращателем) и наращивание бурильной колонны, кратное одному рейсу, ч;  $T_{СПО}$  – время на проведение спуско-подъемных операций, кратное одному рейсу, ч;  $T_{СВ}$  – время на вспомогательные операции и специальные работы, связанные со спецификой применяемой технологии направленного бурения, кратных одному рейсу, ч;  $l_p$  – рейсовая проходка, м.

Критерий коммерческой скорости бурения учитывает не только механическую скорость бурения, но и рейсовую проходку, а также возможности бурового оборудования и вопросы организации работ, например, простои из-за ремонта или отсутствия нужного инструмента и материалов. Затраты времени на ликвидацию геологических осложнений также должны учитываться при определении баланса затрат времени на вспомогательные операции.

Если за отчетный период бурится две и более скважины, то в расчете должно учитываться время на монтаж-демонтаж буровой установки и её перевозку. Таким образом, критерий коммерческой скорости учитывает как технологические и технические параметры бурения, так и уровень организации буровых работ.

### 5.3.2. Стоимость одного метра бурения скважины

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

$$C_M = \frac{C_{ст}}{T} \left( \frac{1}{v_M} + \frac{T - T_б}{l_p} \right) + \frac{Ц}{L}, \quad (5.19)$$

где  $C_{ст}$  – стоимость станко-смены, руб.;  $T$  – длительность станко-смены, ч;  $v_M$  – механическая скорость бурения, м/ч;  $T_б$  – время, затраченное непосредственно на углубление ствола скважины, ч;  $l_p$  – длина рейсовой проходки, м;  $Ц$  – стоимость бурового инструмента, руб.;  $L$  – проходка буровым инструментом (ресурс инструмента), м.

При построении экономико-технологической модели процесса разведочного бурения функция цели должна формулироваться как нахождение минимальной стоимости одного метра скважины, т. е.  $C_M \rightarrow \min$ .

### 5.3.3. Стоимость одного метра бурения скважины с учетом затрат на обеспечение проектного направления скважины

Оптимизация технологии направленного бурения может осуществляться расчетом стоимости 1 м скважины, пробуренной с использованием тех или иных технических средств и технологий. Стоимость метра без учета затрат на направленное бурение, компоновки и истирающие



материалы  $C_M$  определяется по зависимости (19). Учитывая, что в общем виде  $C_M$  можно вычислить по формуле:

$$C_M = \frac{C_{ст}}{\Pi}, \quad (5.20)$$

где  $\Pi$  – производительность бурения за одну станко-смену, м, рассчитаем

$$\Pi = \frac{T(1 - K_{то})}{(1/v_M + \frac{T_{спо} + T_{пн} + T_{вс}}{l_p})}, \quad (5.21)$$

где  $T$  – длительность станко-смены, ч;  $K_{то}$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на техническое обслуживание бурового оборудования;  $v_M$  – механическая скорость бурения, м/ч;  $T_{спо}$  – время на проведение спуско-подъемных операций, кратное одному рейсу, ч;  $T_{пн}$  – время на перекрепление шпинделя (для станков со шпиндельным вращателем) и наращивание бурильной колонны, кратных одному рейсу, ч;  $T_{вс}$  – время на вспомогательные операции и специальные работы, связанные со спецификой применяемой технологии направленного бурения, кратных одному рейсу, ч;  $l_p$  – рейсовая проходка, м.

#### **5.4. Методика определения оптимальных параметров режима и условий бурения скважин**

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

1. Определяют оптимальные значения параметров режима бурения по критерию  $v_M \rightarrow \max$  в пределах заданных величин.

2. Вычисляют оптимальные значения механических скоростей и параметров режима бурения по критерию  $\frac{N_6}{v_m} \rightarrow \min$ . При этом полагаем, что выбранные значения механических скоростей и параметры режима бурения позволят обеспечить максимальный или близкий к нему ресурс бурового инструмента.

3. Результаты анализа по критериям  $v_m = \max$  и  $\frac{N_6}{v_m} \rightarrow \min$  сравнивают и определяют прогнозируемый ресурс коронки в соответствии с указанными критериями, а также со значением расхода алмазов для конкретных условий бурения. Во-первых, определяется ожидаемый ресурс алмазной коронки (соответствует выбору по критерию  $\frac{N_6}{v_m} \rightarrow \min$ ); во-вторых, прогнозируют ресурс коронки, который можно получить, применяя форсированные режимы бурения, выбранные по критерию  $v_m = \max$ , и, соответственно, высокую механическую скорость бурения, но несколько пониженный ресурс коронки.

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

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

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

## 6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия

Полное название – ФГУ ГП «Запсибгеолсъемка».

Год основания – 1998.

На основании Приказа №16 от 18.05.1998г. Федеральное государственное унитарное геологическое предприятие «Запсибгеолсъемка» является правопреемником Кузбасской геолого-гидрогеологической, Центральной геолого-съёмочной, Западно-Сибирской геологической, Западно-Сибирской геолого-съёмочной, Западно-Сибирской поисково-съёмочной экспедиций, Государственного предприятия «Запсибгеолсъемка».

*Основные виды деятельности* – поисковые, поисково-оценочные и разведочные работы, бурение наблюдательных, эксплуатационных, разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения, технических скважин различного назначения (диаметром 76–300м, глубиной до 1500м), геофизические исследования в скважинах, геоэкологические и экологические исследования, региональные и прогнозно-металлогенические исследования, подготовка проб горных пород, строительных материалов (дробление, истирание, деление проб) для различных видов анализов.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17			
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17			
<i>Консульт.</i>							
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17			
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						155	180
					НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		

*Контакты:*

Руководство – Генеральный директор.

Контактные лица – главный инженер; главный геолог; секретарь.

Тел. – (8-3843) 37 66 73, 37 68 08.

Адрес: 654027, Россия, 654027, Кемеровская область, Новокузнецк,  
пр-т Пионерский, 20

E-mail: zgs2002@mail.ru

Интернет: <http://www.zapsibgeo.ru>

## **6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ**

### **6.2.1. Таблица видов и объёмов проектируемых работ**

Таблица 6.1 – Виды и объёмы 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
6	<i>1.2. Составление предварительных графических материалов</i>		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:200 000	чертеж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200 000	чертеж	1
9	Составление предварительного геолого-поискового плана участка «Водораздельный», м-б 1:10 000	10 км <sup>2</sup>	0,1
10	Составление текстовой части проекта на геологические работы	чел/мес	2
11	<i>2. Полевые работы</i>		
12	<i>2.1. Горнопроходческие работы</i>		
13	Проходка траншей мехспособом в интервале 0-5 м, всего:	100 м <sup>3</sup>	193,2
14	<i>2.2. Буровые работы</i>		
15	Бурение самоходной буровой установкой УКБ-50/100П	п. м	4926,7
16	<i>2.3. Отбор и обработка проб</i>		

Продолжение таблицы 6.1

17	Бороздовое опробование	100 п. м борозды	16,1
18	Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин	100 проб	19,7
19	Отбор точечных (литогеохимических) проб по горным выработкам	100 проб	4,6
20	Обработка (промывка, расситовка) керновых и бороздовых проб на ПОУ-4-2М	100 м <sup>3</sup>	0,076
21	Обработка (измельчение) лабораторных проб массой 500 г	100 проб	63,74
22	<i>2.4. Геофизические исследования</i>		
23	<i>2.4.1. Геофизические исследования скважин</i>		
24	Основной комплекс Два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия	отр-смен на 1000м.	1,5485
25	<i>2.4.2. Геофизические работы наземные</i>		
26	Магниторазведка, 100х10 м	ф.т.	2860

## 6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

### 6.2.2.1. Подготовительные работы и проектирование

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований.

Общий объем сбора информации составит:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Составление предварительных графических материалов*

Составление схемы геологической изученности района работ масштаба 1:200 000:

Объем работ – 1 чертеж размером  $2,8 \text{ дм}^2$ .

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

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

- начальник партии –  $0,04 \times 1,73 = 0,07$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73$  чел/дн.

Составление схемы геофизической изученности района работ масштаба 1:200 000:

Объем работ – 1 чертеж размером  $2,8 \text{ дм}^2$ .

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

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

- начальник партии –  $0,04 \times 1,73 = 0,07$  чел/дн;
- техник-геолог 2 категории –  $1 \times 1,73 \text{ дн} = 1,73$  чел/дн.

Составление предварительного геолого-поискового плана участка Водораздельный, масштаб 1:10 000:

Объем работ – 1 чертеж участка площадью  $15 \text{ км}^2$ .

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

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

- начальник партии – 0,04 чел/см;
- геолог 1 категории – 19,215 чел/см.

Составление текстовой части проекта на геологические работы:

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

Затраты труда составят:

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

#### **6.2.2.2. Полевые работы**

##### *Горнопроходческие работы*

Проходка траншей механическим способом в интервале 0–5 м:

Объем проходки бульдозерных траншей – 19320 м<sup>3</sup>

Работы нормируются ССН-92, вып.4, т. 30.

Таблица 6.2 – Объем проходки траншей

Категория пород	Объем 100 м <sup>3</sup>	Затраты времени, час (см)		
		на единицу объема	поправочный коэф. ССН-4	на весь объем
III	27,2	2,22		60,3
IV	25,4	2,22		56,3
IV	90,8	2,22		201,57
IV	39,8	2,22		88,35
XIV	10	2,22		22,2
Итого:	193,2	2,22		428,9

Затраты времени на проходку траншей механическим способом составят 83 смен.

Затраты труда (ССН, вып.4, табл. 34) составят:

- ИТР – 83 x 0,302 = 25 чел/дн;

- рабочие –  $83 \times 1,1 = 91,3$  чел/дн.

#### *Буровые работы*

Бурение передвижной буровой установкой УКБ-50/100П.

Объем бурения – 4926,7 пог.м.

Затраты времени на бурение скважин (диаметр бурения 59 мм) по породам IX категории 489,33 смен.

Затраты труда по бурению составят (ССН, вып.5, т.14, 15):

- начальник участка –  $0,07 \times 489,33 = 34,2$  чел/дн;
- инженер по буровым работам –  $0,05 \times 489,33 = 24,5$  чел/дн;
- инженер-механик –  $0,1 \times 489,33 = 48,9$  чел/дн;
- буровой мастер –  $0,29 \times 489,33 = 141,9$  чел/дн;
- машинист буровой установки –  $1 \times 489,33 = 489,33$  чел/дн;
- помощник машиниста буровой установки 1-й –  $1 \times 489,33 = 489,33$  чел/дн;
- помощник машиниста буровой установки 2-й –  $0,29 \times 489,33 = 141,9$  чел/дн.

#### *Отбор и обработка проб*

Бороздвое опробование

Объем работ: 1318 проб (пог. м) – категория пород IX.

Затраты времени на отбор бороздовых проб вручную сечением  $10 \times 5$  см. Категория пород – IX (ССН-92, вып. 1, ч. 5) составят:  $1318/100 \times 5,57 = 73,4$  смен или 2,89 мес.

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

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

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



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

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

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

Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин:

Объем работ: 750 проб (пог. м) категория пород – IV.

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

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

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

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

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

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

Отбор точечных (литогеохимических) проб по горным выработкам:

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

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

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

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

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

Объем работ: количество шлиховых проб 690 с объемом одной пробы  $0,01 \text{ м}^3$ , общий объем материала шлиховых проб для промывки составит  $7,6 \text{ м}^3$ , категория промывистости «трудная» – 12. Сборником сметных норм (ССН в. 1, ч. 5.) установлены нормы времени на промывку на установке ПОУ-4-2М при объеме рядовой пробы  $0,08 \text{ м}^3$ . Учитывая малый объем рядовой пробы на промывку по проекту ( $0,015 \text{ м}^3$ ) и, исходя из фактических затрат времени на обработку аналогичных проб (по данным ФГУПП «Запсибгеолсъемка»), в расчет затрат времени на обработку (промывку) начальных проб введен коэффициент 9,6.

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

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

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

Обработка (измельчение) лабораторных проб массой 500 г:

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

Затраты времени на обработку лабораторных проб (ССН-92, в. 1, ч. 5, измеритель – 100 проб) составят:  $1920/100 \times 1,3 = 24,96$  смен или 0,98 мес.

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

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

### *Геофизические исследования*

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

Объем работ: 95% от объема пог.м. скважин (установка УКБ-50/100П) – 1940,42 м.

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

Затраты труда (ССН-3, ч.5) составят:

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

Геофизические работы наземные:

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

Категория трудности IV.

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

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

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

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

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

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

*Расчёт производительности труда*

Расчёт производительности труда за месяц производится по формуле:

$$P_{\text{мес}} = P_{\text{см}} \times C,$$

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

$Q$  – объём работ;

$N$  – затраты времени на данный вид работ;

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

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований:

$$P_{\text{см}} = 36,5/41,87 = 0,87$$

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

Составление предварительных графических материалов:

$$P_{\text{см}} = 4,1/22,675 = 0,18$$

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

Горнопроходческие работы:

$$P_{\text{см}} = 193,2/83 = 2,4$$

$$P_{\text{мес}} = 2,4 * 25,4 = 60,96$$

Буровые работы:

$$P_{\text{см}} = 4926,7/489,33 = 10,068$$

$$P_{\text{мес}} = 10,068 * 25,4 = 255,72$$

Отбор и обработка проб:

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

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

Геофизические исследования скважин:

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

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

Геофизические работы наземные:

$$P_{см} = 2860/8,22 = 347,93$$

$$P_{мес} = 347,93 * 25,4 = 8837,42$$

### 6.3. Расчет сметной стоимости работ

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

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

#### 6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат

Таблица 6.3 – Сметно-финансовый расчет затрат

<i>Наименование должностей</i>	<i>Районный коэффициент</i>	<i>Оклад, руб.</i>	<i>С учетом коэффициента (за 1 мес.)</i>
Основная зарплата:			
директор	1.3	30000	39000
главный геолог	1.3	19800	25740
начальник партии	1.3	19800	25740
геолог 1 категории	1.3	13700	17810
геолог 2 категории	1.3	12100	15730
инженер по буровым работам	1.3	13700	17810
инженер по горным работам	1.3	13700	17810
механик	1.3	10700	13910
техник - геолог 2 категории	1.3	10700	13910
проходчик	1.3	6720	8736
горный мастер	1.3	8688	11294,4
буровой мастер	1.3	8688	11294,4
машинист буровой установки	1.3	7500	9750
помощник машиниста буровой установки	1.3	6110	7943
отборщик проб	1.3	5000	6500
дробильщик	1.3	5000	6500
рабочие 3 разряда (3 чел.)	1.3	5000	6500

Продолжение таблицы 6.3

бухгалтер	1.3	9500	12350
Экономист	1.3	9500	12350
Амортизация			11400
Итого основная зарплата			215906
Дополнительная зарплата (7,9%)			17057
Итого заработной платы			232963
Отчисления на соц. нужды (34.6%)			80605
<b>ИТОГО</b>			<b>313568</b>

**6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ**

Таблица 6.4 – Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Код	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Единичные расценки в текущих ценах, руб.	Стоимость работ в текущих ценах, руб. (прим.- Индекс удор.=1)
2	3	4	5	6	7
<b>I</b>	<b>Основные расходы</b>				21187171,96
<b>A</b>	<b>Собственно геологоразведочные работы</b>				20570069,87
1	<b>Проектирование и подготовительный период к полевым работам</b>				192842
1.1	<i>Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов</i>				43840
1.1.1	Выписки текста	100 стр.	28,00	1129,20	31618
1.1.2	Выписки таблиц	100 стр.	7,00	1252,56	8768
1.1.3	Выборки чертежей	100 черт.	1,50	2302,69	3454
1.2	<i>Проектирование</i>				149002
1.2.1	Составление картограммы геологической изученности Алгаинско-Березовской площади м-ба 1:200 000, 2011 г.	чертеж	1,00	1498,79	1499
1.2.2	Составление картограммы геофизической изученности Алгаинско-Березовской площади м-ба 1:200 000, 2011 г.	чертеж	1,00	1498,79	1499
1.2.3	Составление предварительного геолого-поискового плана участка Водораздельный, м-б 1:10 000	10 км <sup>2</sup>	0,1	13618,25	1362
1.2.4	Составление текстовой части проекта	чел/мес	2,00	72320,91	144642
2	<b>Полевые работы - всего</b>				20377227,87

Продолжение таблицы 6.4

2.2.2	Бороздовое опробование				133607
2.2.2.1	Бороздовое опробование, сечение борозды 5x10 см, категория пород X, по канавам, 2011 г.	100 п. м борозды	13,18	7690,08	101355
2.2.2.2.	Бороздовое опробование, сечение борозды 15x10 см, категория пород IV, всего, в т. ч.		2,90	11121,38	32252
2.2.3.	Литогеохимические работы				209588
2.2.3.1	Отбор точечных (литохимических) проб по керну скважин, категория VII-IX, всего:	100 проб	22,20	8370,61	185828
2.2.3.2	Отбор точечных (литохимических) проб по горным выработкам по рыхлым отложениям (IV категория)	100 проб	2,60	5004,62	13012
2.2.3.3	Отбор точечных (литохимических) проб по коренным породам (X категория) по траншеям	100 проб	1,92	5597,69	10748
2.2.4	<b>Обработка проб</b>				838018
2.2.4.1	Обработка начальных геохимических проб массой 0,5 кг	100 проб	19,2	4200,03	80641
2.2.4.2	Обработка (промывка) керновых и бороздовых проб на ПОУ-4-2М	100 м <sup>3</sup>	0,76	99654,87	757377
2.2.5	<i>Разведочное бурение</i>				18711655,87
2.2.5.1	Бурение самоходной буровой установкой УКБ-4С	пог. м	4926,7	3798,01	18711655,87
2.2.6	<i>Геофизические исследования скважин всего: в т. ч.</i>				14533
2.2.6.1.	Основной комплекс (два зонда КС, ГК-ГГК, кавернометрия)	отр-смен на 1000м	1,5485	9385,38	14533
2.2.7	<i>Горнопроходческие работы</i>				348895
2.2.7.1	Проходка траншей мехспособом в инт. 0-5,0 м, всего: в т. ч.	100 м <sup>3</sup>	193,2		348895
	категория пород III	100 м <sup>3</sup>	27,2	1997,31	54326
	категория пород IV	100 м <sup>3</sup>	25,4	1761,32	44737
	категория пород IV	100 м <sup>3</sup>	90,8	1758,97	159714
	категория пород IV	100 м <sup>3</sup>	39,8	1758,97	70007
	категория пород XIV	100 м <sup>3</sup>	10	2011,14	20111
2.2.8	<i>Наземные геофизические работы</i>				120931
2.2.8.1	Магниторазведка, 100x10 м	500 ф.т.	5,72	21141,80	120931
<b>Б.</b>	<b>Сопутствующие работы и затраты</b>				
	Транспортировка грузов и персонала (3 %) от ПР				617102,09
<b>II.</b>	<b>Накладные расходы, 12,9 % от ОР</b>				2733145,18
<b>III.</b>	<b>Плановые накопления, 10,9 % от НР+ОР</b>				2607314,56
	<b>Итого</b>				26527631,7
<b>IV.</b>	<b>Компенсированные затраты</b>				2224653,01
	Полевое довольствие (7%А+Б)				1483102,03
	Доплаты (2%)				423743,43

Продолжение таблицы 6.4

	рекультивация земель (1%)				211871,7
	Лесобилет (0,5%)				105935,85
VII.	Резерв на непредвиденные расходы (6%А+Б)				1271230,3
	<b>Итого</b>				30023515,01
	НДС 18%				5404232,7
	Всего				35427747,7

#### **6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами**

Организация производства заключается в приведении в соответствие, наилучшее для данных конкретных условий, количественное и качественное соединение во времени и пространстве всех элементов производства (людские ресурсы, орудия и предметы труда, технология).

Организация производства образует систему, имеющую внутренние органические и внешние рациональные связи.

Она решает целый ряд задач, определяющих ее объективное содержание, а именно:

- подготовку производства;
- организацию подразделений для нормального хода производственного процесса;
- разделение функций и кооперирование основного и вспомогательного производства;
- оптимизацию размеров подразделений и самой фирмы (предприятия) в целом;
- материально-техническое обеспечение (планово-предупредительное);
- планирование (маркетинг);
- организацию труда (стимулирование, нормирование и т.д.).

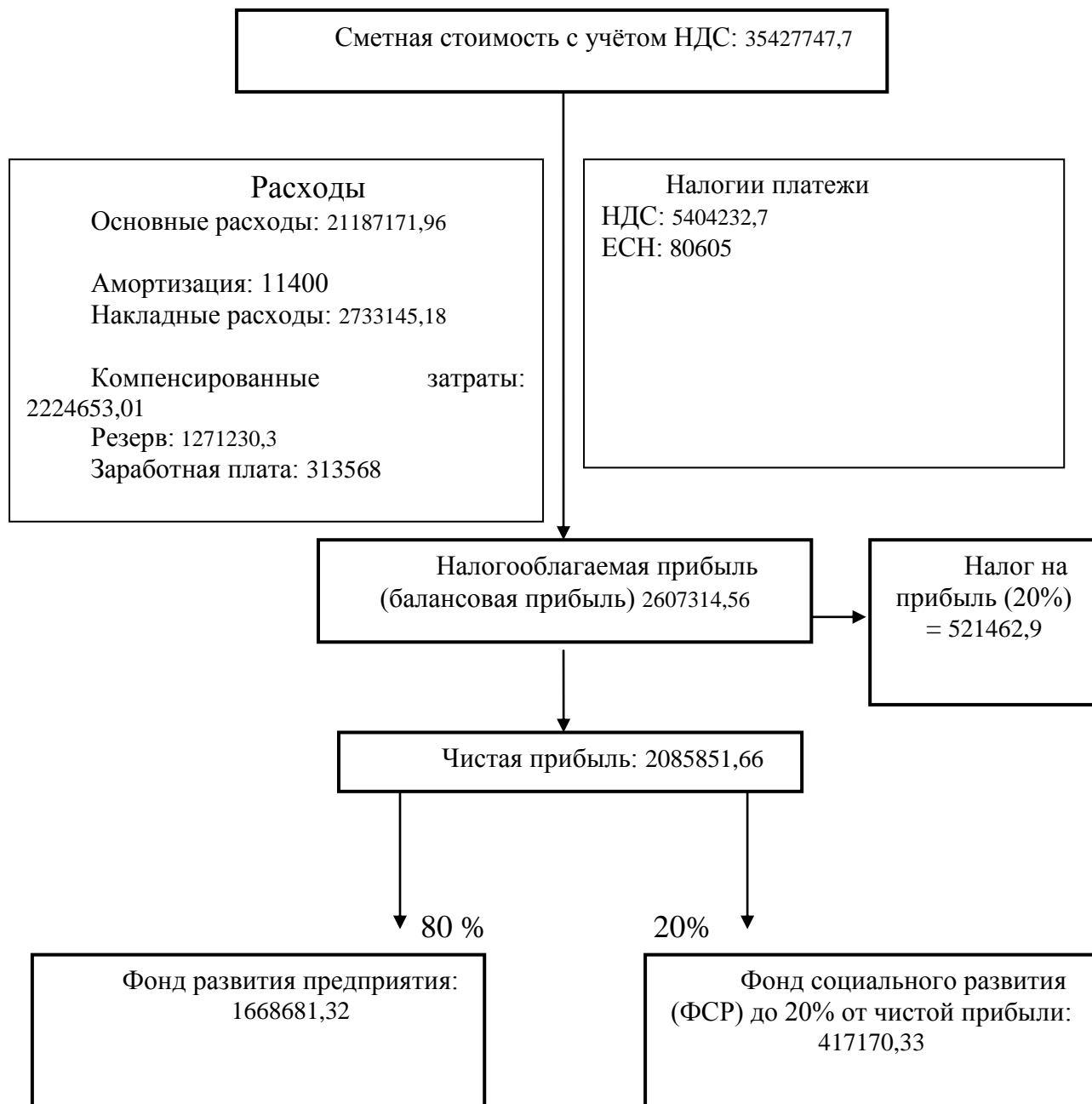


## 6.4.1. Поэтапный план

Таблица 6.5 – Поэтапный план работ

Наименование основных видов работ и этапов их выполнения	Сроки выполнения	
	Начало	Окончание
1	2	3
<p><b>Этап 1.</b> Составление и утверждение проектно-сметной документации; сбор, анализ, комплексная интерпретация геологической, геофизической и геохимической информации. Составить прогнозную карту на золотосеребряные объекты Водораздельного участка масштаба 1:10 000 с врезками и разрезами для выявленных минерализованных зон масштаба 1: 2 000 - 1:500.</p>	II квартал 2018 г.	IV квартал 2018 г.
<p><b>Этап 2.</b> Локализовать и оценить прогнозные ресурсы по категории P<sub>1</sub>: золота - 20 т и серебра - 160 т.</p>	I квартал 2019 г.	IV квартал 2019 г.
<p><b>Этап 3.</b> Завершение горно-буровых работ. Отобрать по рудным пересечениям скважин малые технологические пробы, составить лабораторно-технологическую пробу, провести ее обогащение и изучение вещественного состава.</p>	I квартал 2020 г.	IV квартал 2020 г.
<p><b>Этап 4.</b> Локализовать и оценить прогнозные ресурсы категории P<sub>2</sub>: золота - 30 т и серебра - 160 т, категории P<sub>1</sub> золота - 5 т и серебра - 30 т.</p>	I квартал 2021 г.	IV квартал 2021 г.

## Схема распределения денежных средств



### 6.4.2. Финансовый план

Финансирование геологоразведочных работ осуществляется поквартально это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги

финансового и календарного плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

Примечание:

Заработная плата – 30% от основных расходов.

Материальные затраты – 40% от основных расходов.

Амортизация – 30% от основных расходов.

ЕСН – 34% от расходов на оплату труда.

Фонд развития производства – 80% от чистой прибыли + амортизационные отчисления.

Премииальный фонд – 20% от чистой прибыли.

## **6.5. Режим труда и отдыха**

Продолжительность рабочей недели, режим рабочего времени и отдыха определяется правилами внутреннего трудового распорядка, графиками сменности, утверждаемыми работодателем с учетом мнения профсоюзного органа, а также с учетом специфики работы.

Для обеспечения непрерывного технологического процесса бурения скважин, проведения геологических и геофизических исследований и комплекса сопутствующих работ на предприятии используется вахтовый метод.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Работа за пределами нормальной продолжительности рабочего времени производится как по инициативе работника (совместительство), так и по инициативе работодателя, (сверхурочные работы) в порядке, предусмотренным действующим законодательством.

Привлечение к сверхурочным работам в выходные и праздничные дни производится работодателем с письменного согласия работника и с учетом мнения профсоюзного органа, кроме случаев, предусмотренных Трудовым кодексом по письменному распоряжению работодателя.

Сверхурочные работы не должны превышать 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год.

По распоряжению работодателя, в случае производственной необходимости, работники эпизодически могут привлекаться к выполнению своих трудовых функций за пределами нормальной продолжительности рабочего времени.

Продолжительность работ (смен) накануне праздничных дней уменьшается на 1 час.

В течение ежедневной работы (смены) работникам предоставляется перерыв для отдыха и питания в соответствии утвержденным распорядком дня, который используется по своему усмотрению и в рабочее время не включается.

Ночным считается время с 22 часов вечера до 6 часов утра, вечерним с 20 до 22 часов.

Продолжительность работы в ночное время сокращается на 1 час с соответствующим сокращением нормальной продолжительности рабочего времени. Это правило не распространяется на работников, для которых уже предусмотрено сокращение рабочего времени, а также на работников, принятых специально для работы в ночное время.

На непрерывно действующих производствах и отдельных видах работ, где по условиям производства (работы) невозможно сокращение продолжительности ежедневной работы (смены) в ночное время, переработка компенсируется предоставлением дополнительного времени отдыха или с согласия работника, с оплатой по нормам, установленных для сверхурочных работ.

Ежегодный основной оплачиваемый отпуск предоставляется работникам продолжительностью 28 календарных дней.

Очередность предоставления ежегодных отпусков определяется графиком, утвержденным работодателем с учетом мнения профсоюзного

органа и утвержденного не позднее, чем за 2 недели до истечения календарного года.

Отдельным категориям работников, помимо гарантированного законодательством, предоставляется преимущественное право предоставления отпуска в летнее или другое удобное для них время:

- работникам, имеющим 2-х и более детей в возрасте до 14 лет;
- работникам, имеющим ребенка-инвалида.

Супругам, работающим в одной организации, предоставляется право одновременного ухода в отпуск.

Если один из них имеет отпуск большей продолжительности, то другой может взять соответствующее число дней отпуска без сохранения заработной платы.

Дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется:

- работникам с ненормированным рабочим днем;
- за работу с вредными и тяжелыми условиями труда.

Ежегодный минимальный и дополнительный отпуска суммируются, и по желанию работника с согласия руководителя организации могут предоставляться по частям в течение рабочего года.

Для решения неотложных социально-бытовых вопросов, связанных с охраной здоровья, выполнением родственного долга и по другим уважительным причинам по личному письменному заявлению с разрешения руководства организации предоставляются краткосрочные отпуска без сохранения заработной платы, кроме случаев, предусмотренных Трудовым кодексом.

## **6.6. Мотивация и стимулирование труда**

Фонды экономического стимулирования представляют собой часть финансовых ресурсов общества, которая остается в распоряжении предприятия (организации) и используется для создания дополнительных материальных стимулов, способствующих повышению эффективности

производства. В производственных геологических объединениях, а также в экспедициях, наделенных правами социалистического государственного предприятия, как и на предприятиях других отраслей народного хозяйства, образуются три фонда экономического стимулирования:

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

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

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

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

С целью повышения стимулирующего значения фонда материального поощрения его размер и методика образования поставлены в зависимость от показателей основной деятельности геологических организаций. Показатели, определяющие размер фонда материального поощрения, называются фондообразующими.

Стимулирование труда влияет, прежде всего:

- на сроки выполнения работ;
- на производительность труда;
- на качество труда;
- на снижение затрат;

- на рост квалификации кадров и, в конечном счете, на увеличение прибыли геологоразведочного предприятия.

В производственных геологических организациях применяются следующие виды премирования:

- текущее;
- за годовые итоги деятельности организации;
- за выполнение особо важных заданий;
- за получение положительных геологических результатов;
- за завершение геологического задания.

Все виды премирования производятся за счёт средств фонда материального поощрения, образуемого из прибыли. На текущее премирование направляется часть средств из ФЗП.

Текущее премирование рабочих. Рабочие могут премироваться за индивидуальные и коллективные результаты труда по следующим показателям:

- выполнение и перевыполнение планов производства работ;
- норм выработки и обслуживания;
- повышение производительности труда (при соблюдении технологии бурения);
- соблюдения и сокращения сроков ремонта оборудования;
- улучшения качества работ по сравнению с техническими условиями их производства;
- экономия материальных ресурсов;
- освоение новых более прогрессивных технологий проведения работ.

Нормативы премий по профессиям должны дифференцироваться в соответствии с важностью выполняемых работ и условий их выполнения. Более высокие нормативы предусмотрены для рабочих основных профессий, при освоении новых технологий и оборудования.

Премирование за выполнение и перевыполнение количественных показателей производим за счёт ФЗП, а дополнительное премирование за улучшения качества работ, работу с применением новой техники и технологии за счёт фонда материального обеспечения. Премирование рабочих осуществляется ежемесячно.

Текущее премирование руководящих инженерно-технических работников и служащих. Если рабочие премируются за индивидуальные результаты выполнения работ, то руководящие работники и служащие – по показателям деятельности организации в целом. Типовым положением о премировании для данной категории трудящихся показателем премирования является выполнение геологического задания, а обязательным условием – выполнение плана прибыли с нарастающим итогом с начала года. При невыполнении каких-либо показателей геологического задания руководящие ИТР и служащие лишаются права на премию на данном периоде и не смогут использовать на текущее премирование средства из фонда материального поощрения, предусмотренного сметой. При невыполнении обязательного условия, но при выполнении геологического задания премия за период, в котором не выполнено условие, может быть выплачена, если предприятие перекроет имевшееся невыполнение по прибыли. Индивидуально для руководителей ставят дополнительные условия премирования, при невыполнении которых они получают пониженную (50%) премию. В качестве дополнительных условий принимаются, например, выполнение плана по внедрению новой техники и технологии, недопущение травматизма, качество геологических отчётов и др.

Премирование за получение положительных геологических результатов. Премии за получение положительных геологических результатов выплачиваются независимо от выполнения каких-либо иных показателей деятельности организации. Перечень положительных результатов устанавливается руководителем предприятия.



Премирование за окончание геологического задания производится за счёт специального резерва фонда материального поощрения. Эти премии выплачиваются всем лицам, которые принимали участие в выполнении геологического задания. Размер премий зависит от личного вклада работника в общее дело, и на него не влияют время работы сотрудника на предприятии и его заработная плата.

Нарушители трудовой и производственной дисциплины полностью лишаются вознаграждения. Повторное нарушение ведёт к увольнению работника с предприятия с занесением в личное дело.

Помимо материального вознаграждения сотрудников, на предприятии существует система льготного предоставления путёвок в дома отдыха и санатории. Кроме сотрудников предприятия данная льгота распространяется на пенсионеров и ветеранов труда, проработавших на данном производстве не менее 10 лет и отправленных на пенсию по выработке полевого стажа, а также по возрасту.

## **6.7. Стратегия развития предприятия**

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы на тему «Технология и техника сооружения поисково-оценочных скважин на участке «Водораздельный» Алгаинско-Березовского золоторудного проявления (Кузбасс)» были произведены расчеты и обоснования по всем вопросам освещенным в ней.

Приведены развернутые географо-экономические характеристики района работ, геологические условия разреза.

Обоснован выбор способа бурения, конструкция скважины. По рекомендациям выбраны режимы бурения для всех интервалов. Разработаны мероприятия по предупреждению осложнений и аварий при сооружении скважины, выполнены проверочные расчеты. Подробно освещен вопрос связанный с выбором буровой установки.

В части описывающей вспомогательные цехи и службы дана характеристика энергетической базы, водоснабжения и ремонтной службы. Также транспортного сообщения, связи и диспетчерской службы.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности и конкретно безопасности в рабочей зоне, охраны окружающей среды, действия при чрезвычайных ситуациях.

В организационно-экономической части приведены: схема распределения денежных средств, сметные расчеты, расчеты затрат труда и времени.

В специальной части подробно рассмотрен анализ критериев оптимизации режимов бурения.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<b>Заключение</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Бузырев И.С.		06.17				
<i>Руковод.</i>		Шмурыгин В.А.		06.17			178	180
<i>Консульт.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		Ковалев А.В.		06.17				
						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В.Г. Храменков, В.И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
2. Справочник по бурению геологоразведочных скважин. – СПб.: ООО “Недра”, 2000. – 720 с.
3. Башлык С.М., Загибайло Г.Т. Бурение скважин. – М.: Недра, 1990.
4. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1994. – 432 с.
5. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: В 2-х томах. / Под общей ред. проф. Е.А. Козловского. - М.: Недра, 1984. – 512 с.
6. Технология и техника разведочного бурения. Учебник для вузов./ Шамшев Ф.А., Тараканов С.Н., Кудряшов Б.Б. и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1983. – 565 с.
7. Борисович В.Т. и др. Организация и планирование геологоразведочных работ. - М.: НЕДРА, 1990 г. – 356 с.
8. Правила безопасности при геологоразведочных работах. М.: Недра, 1979. – 249 с.
9. Корнилов Н.И., Травкин В.С, Берестень Л.К. Породоразрушающий инструмент для геологоразведочных скважин. Справочник. – М.: Недра, 1979. – 359 с.
10. Кирсанов А.И., Зиненко В.П. Буровые машины и механизмы. – М.: Недра, 1981. – 448 с.

					ДП-2069305-21.05.03-БС-3109-2017-01-01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<b>Список литературы</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Бузырев И.С.</i>		06.17				
<i>Руковод.</i>		<i>Шмурыгин В.А.</i>		06.17			179	180
<i>Консульт.</i>								
<i>Зае. Каф.</i>		<i>Ковалев А.В.</i>		06.17				
						НИ ТПУ ИПР БС Группа 222В		

11. Волков А.С. Машинист буровой установки. Учебное и справочное пособие.: ВИЭМС, МПР России, 2003. – 640 с.
12. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
13. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.1.008-78 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
15. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
16. 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. – 343 с.
17. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
18. ГОСТ 12.1.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
19. Экономика и управление геологоразведочным производством. Под редакцией Орлова В.П. - Москва - Алма-Ата: 1999 г. – 248 с.
20. Клемина В.Е. Методические указания к практическому занятию «Расчет сметной стоимости буровых работ». - Томск.: Ротапринт ТПУ, 2000 г. – 28 с.
21. Справочник сметных норм. - М.: Недра, 1993.