

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная Школа Природных Ресурсов  
 Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение Нефтегазового Дела

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

| Тема работы                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на золоторудном ОГОК п. Еруда, Северо-Енисейский район, Красноярский край</b> |

УДК 622.143:553.411(571.51)

Студент

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата       |
|--------|--------------------------|---------|------------|
| 225Б   | Выходцев Роман Сергеевич |         | 15.06.2020 |

Руководитель ВКР

| Должность  | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|------------|--------------|---------------------------|---------|------------|
| Доцент ОНД | Ковалев А.В. | К.Т.Н.                    |         | 18.06.2020 |

Консультант

| Должность                    | ФИО      | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|------------------------------|----------|---------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель<br>ОНД | Бер А.А. |                           |         | 18.06.2020 |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность   | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|-------------|---------------|---------------------------|---------|------------|
| Доцент ОСГН | Якимова Т.Б., | К.Э.Н.                    |         | 17.06.2020 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность                    | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|------------------------------|-------------|---------------------------|---------|------------|
| Старший<br>преподаватель ООД | Гуляев М.В. | К.Т.Н.                    |         | 17.06.2020 |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|------------------|----------------|---------------------------|---------|------------|
| Доцент ОГ        | Ростовцев В.В. | К.Г.-М.Н.                 |         | 19.06.2020 |

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная Школа Природных Ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки  
Отделение школы (НОЦ) Отделение Нефтегазового Дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

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

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|                    |
|--------------------|
| Дипломного проекта |
|--------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 225Б   | Выходцеву Роману Сергеевичу |

Тема работы:

|                                                                                                                                                            |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Технология и техника сооружения скважин при проведении разведочных работ на золоторудном ОГОК, п. Еруда, Северо-Енисейский район, Красноярский край</b> |                        |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                                                                                                | №148-б/с от 27.05.2020 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 18.06.2020 |
|------------------------------------------|------------|

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исходные данные к работе                                                                    | Объект исследования: Благодатное золоторудное проявление, «Благодатный» участок, Северо-Енисейский район, Красноярский край                                                                                                                                                                                                                                     |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов                      | 1. Технология и техника проведения буровых работ<br>2. Вспомогательные и подсобные цеха<br>3. Анализ критериев оптимизации параметров бурения                                                                                                                                                                                                                   |
| Перечень графического материала<br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>        | 1. Карта прогноза и закономерностей размещения золотого оруденения Благодатного рудного поля<br>2. Геолого-поисковый план золоторудного участка «Благодатный»<br>3. Геолого-геохимические разрезы<br>4. Геолого-технический наряд<br>5. Схема расположения бурового оборудования и привышечных сооружений<br>6. Анализ критериев оптимизации параметров бурения |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br>(с указанием разделов) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Раздел                                                                                      | Консультант                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Социальная ответственность                                                                  | Гуляев Милий Всеволодович                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                             | Якимова Татьяна Борисовна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Реферат                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**Задание выдал руководитель/консультант (при наличии):**

| Должность  | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|------------|-------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОНД | Ковалев А.В | к.т.н.                 |         | 27.01.2020 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата       |
|--------|--------------------------|---------|------------|
| 225Б   | Выходцев Роман Сергеевич |         | 27.01.2020 |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
 Уровень образования Специалитет  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: |  |
|------------------------------------------|--|

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

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

| Должность  | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|------------|--------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОНД | Ковалев А.В. | К.Т.Н.                 |         | 27.01.2020 |

**Руководитель ООП**

| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОГ | Ростовцев В.В. | К.Г.-М.Н.              |         | 19.06.2020 |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 225Б   | Выходцеву Роману Сергеевичу |

| Школа               | ИШПР       | Отделение (НОЦ)           | ОНД                                        |
|---------------------|------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| Уровень образования | Специалист | Направление/специальность | 21.05.03 Технология геологической разведки |

Тема ВКР:

Технология и техника сооружения скважин при проведении работ на золоторудном Олимпиадинском ГОК, Красноярский край

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

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Характеристика объекта исследования и области его применения | Рабочей зоной в процессе строительства скважины является участок «Благодатный», который относится к Олимпиадинскому ГОКу. При производстве работ по строительству разведочной скважины, могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>2. Производственная безопасность:</b>                               | <p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Превышение уровней вибрации и шума;</li> <li>2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;</li> <li>3. Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу;</li> <li>4. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>5. Поражение электрическим током;</li> <li>6. Пожаровзрывоопасность.</li> </ol> |
| <b>3. Экологическая безопасность:</b>                                  | <p>Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); гидросферу (сбросы); литосферу (отходы)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарушение поверхности стока;</li> <li>2. Нарушение почвенно–растительного покрова;</li> <li>3. Разлив горюче–смазочных материалов, грунтовок, смол и других материалов;</li> <li>5. Захламление территории отходами производства.</li> </ol>                                                                                                                                                                                  |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>                       | <p>Анализ возможных ЧС при разработке проектируемого решения;</p> <p>выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p> <p>Возможность возникновения газонефтеводопроявлений;</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 27.01.2020 |
|------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность                 | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель ООД | Гуляев Милий Всеволодович | к.т.н.                    |         | 27.01.2020 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                      | Подпись | Дата       |
|--------|--------------------------|---------|------------|
| 225Б   | Выходцев Роман Сергеевич |         | 27.01.2020 |

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

Студенту:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                  |
| 225Б          | Выходцеву Роману Сергеевичу |

|                            |             |                                  |                                            |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Школа</b>               | <b>ИШПР</b> | <b>Отделение школы (НОЦ)</b>     | <b>ОНД</b>                                 |
| <b>Уровень образования</b> | Специалист  | <b>Направление/специальность</b> | 21.05.03 Технология геологической разведки |

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

|                                                                                                                                           |                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Стоимость ресурсов проводимого исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>                                                                                         | Нормы расходования ресурсов согласно государственным единым сметным нормам и внутренним правилам организации                      |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>                                | Общий налоговый режим:<br>– ставка налога на прибыль 20 %;<br>– страховые взносы 30%;<br>– налог на добавленную стоимость 20%     |

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

|                                                                   |                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i> | Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ    |
| 2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>  | Расчет затрат времени и труда по видам работ. Составление линейного графика выполнения работ                  |
| 3. <i>Составление бюджета инженерного проекта</i>                 | Расчет сметы на строительство скважины, расчет скоростей бурения на Олимпиадинском ГОК, участок «Благодатный» |

**Перечень графического материала**

1. Нормативная карта
2. Линейно-календарный график работ

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 27.01.2020 |
|-------------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал консультант:**

|                  |              |                               |                |             |
|------------------|--------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>   | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Доцент ОСГН      | Якимова Т.Б. | к.э.н.                        |                | 27.01.2020  |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                          |                |             |
|---------------|--------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>               | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 225Б          | Выходцев Роман Сергеевич |                | 27.01.2020  |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 129 страницы, 32 таблиц, 13 рисунков, 10 источников и 6 приложений.

Перечень ключевых слов: CS14, Олимпиадинское месторождение.

Объектом исследования является Олимпиадинское золоторудное проявление, «Благодатный» участок, Северо-Енисейский район, Красноярского края.

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

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

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

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: в проекте представлено полное описание самоходной буровой установки CS14; приведены технические характеристики буровой установки и её составляющих; дан состав и характеристики используемого технологического инструмента.

Значимость работы: проведение разведочных работ на участке «Благодатный» с последующим подсчетом запасов золота и серебра позволит спроектировать добычу запасов.

## **ABSTRACT**

The final qualifying work contains 129 pages, 29 tables, 13 figures, 10 sources and 6 appendices.

List of keywords: CS14, Olympiadinskoye field.

The object of research is the Olympiadinskoye gold-ore manifestation, the "Blagodatny" site, the North-Yenisei district, Krasnoyarsk territory.

The aim of the work: designing of drilling exploration wells; geological study of the object; development of technology for exploration works at the site; development of management and organization of works.

During the design process, the following were carried out: selection of drilling equipment; verification calculation of the selected equipment; calculation of operating parameters; analysis of harmful and dangerous factors during exploration and measures to prevent them; selection of auxiliary equipment; estimated and financial calculation.

As a result of the design: the selection of drilling and auxiliary equipment that meets all requirements was made; the analysis of all harmful and dangerous factors during geological exploration within this object was made; estimates and financial calculations were made.

Main design, technological and technical-operational characteristics: the project provides a complete description of the CS14 self-propelled drilling rig; provides technical characteristics of the drilling rig and its components; gives the composition and characteristics of the technological tool used.

Significance of the work: conducting exploration work on the "Blagodatny" site with subsequent calculation of gold and silver reserves will allow you to design the production of reserves.

## Обозначения и сокращения

**ПРИ** – породоразрушающий инструмент;

**ПБУ** – передвижная буровая установка

**ССК** – снаряд со съёмной керноприёмной

**УКБ** – установка колонкового бурения;

**СКБ** – станок колонкового бурения;

**ОКС** – одинарный колонковый снаряд;

**БТ** – бурильные трубы;

**УБТ** – утяжеленные бурильные трубы;

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

**НБ** – насос буровой;

**ГП** – горная порода

**ДВС** – двигатель внутреннего сгорания;

**ЧС** – чрезвычайная ситуация;

**ГИС** – геофизические исследования;

**ГК** – гамма каротаж;

**ГГК** – гамма-гамма каротаж;

**КС** – каротаж сопротивления;

**ПС** – метод самопроизвольной поляризации;

**НДС** – налог на добавленную стоимость;

**ОГОК** – Олимпиадинский горно-обогатительный комбинат

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Оглавление</b>                                                                                   |           |
| <b>РЕФЕРАТ</b>                                                                                      | <b>9</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                     | <b>10</b> |
| <b>ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ</b>                                                                     | <b>11</b> |
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b>                                                                                     | <b>15</b> |
| <b>1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>                                                                | <b>16</b> |
| <b>1.1. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ</b>                                         | <b>16</b> |
| <b>1.1.1. АДМИНИСТРАТИВНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА РАБОТ</b>                                              | <b>16</b> |
| <b>1.1.2. РЕЛЬЕФ</b>                                                                                | <b>16</b> |
| <b>1.1.3. КЛИМАТ</b>                                                                                | <b>18</b> |
| <b>1.1.4. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ. ЖИВОТНЫЙ МИР</b>                                                          | <b>18</b> |
| <b>1.1.5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ</b>                                             | <b>18</b> |
| <b>1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА РАБОТ</b>                                                     | <b>20</b> |
| <b>1.2.1. СТРАТИГРАФИЯ</b>                                                                          | <b>20</b> |
| <b>1.2.2. ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ</b>                                                               | <b>21</b> |
| <b>1.2.3. ТЕКТОНИКА</b>                                                                             | <b>23</b> |
| <b>1.2.4. МАГМАТИЗМ</b>                                                                             | <b>25</b> |
| <b>1.2.5. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ</b>                                                                   | <b>26</b> |
| <b>1.3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЛАГОДАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.</b>                                | <b>29</b> |
| <b>1.3.1. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ И ФОРМАЦИОННЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>                          | <b>29</b> |
| <b>1.3.2. ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД</b>                              | <b>30</b> |
| <b>1.3.3. МОРФОЛОГИЯ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ</b>                                           | <b>31</b> |
| <b>1.4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ</b>                              | <b>33</b> |
| <b>1.4.2. БУРОВЫЕ РАБОТЫ</b>                                                                        | <b>34</b> |
| <b>1.4.3. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ</b>                                                                  | <b>38</b> |
| <b>1.4.4. ОПРОБОВАНИЕ</b>                                                                           | <b>40</b> |
| <b>1.4.5. ОБРАБОТКА ПРОБ</b>                                                                        | <b>40</b> |
| <b>1.4.6. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ПРОБ</b>                                                                | <b>41</b> |
| <b>1.4.6.1. КОНТРОЛЬ ПРООТБОРА</b>                                                                  | <b>42</b> |
| <b>1.4.6.2. КОНТРОЛЬ ОБРАБОТКИ ПРОБ</b>                                                             | <b>42</b> |
| <b>1.4.6.3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПРОБ</b>                                                    | <b>43</b> |
| <b>2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ</b>                                             | <b>44</b> |
| <b>2.1. ОРГАНИЗАЦИЯ БУРОВЫХ РАБОТ НА ПРЕДЫДУЩИХ ЭТАПАХ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>                   | <b>44</b> |
| <b>2.2. ВЫБОР СПОСОБА БУРЕНИЯ СКВАЖИН И СПОСОБА УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД ПРИ БУРЕНИИ</b> | <b>44</b> |
| <b>2.3. РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ СКВАЖИН</b>                                                  | <b>46</b> |
| <b>2.3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНОГО ДИАМЕТРА СКВАЖИН</b>                                                | <b>48</b> |
| <b>2.3.2. ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ СКВАЖИНЫ</b>                                                           | <b>50</b> |
| <b>2.3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ОСЛОЖНЕНИЙ И ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ</b>            | <b>51</b> |
| <b>РАЗМЕР</b>                                                                                       | <b>52</b> |
| <b>НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР</b>                                                                             | <b>52</b> |
| <b>2.4. ВЫБОР БУРОВОЙ УСТАНОВКИ</b>                                                                 | <b>52</b> |
| <b>2.4.1. ВЫБОР БУРИЛЬНЫХ ТРУБ</b>                                                                  | <b>57</b> |

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.2. БУРОВОЙ НАСОС                                                                                            | 57 |
| 2.4.3. БУРОВАЯ МАЧТА. БУРОВОЕ ЗДАНИЕ                                                                            | 57 |
| 2.5. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА И РАСЧЕТ<br>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ        | 61 |
| 2.5.1. ПРОХОДКА ГОРНЫХ ПОРОД                                                                                    | 61 |
| 2.5.2. ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ПО ПОЛЕЗНОМУ ИСКОПАЕМОМУ                                                              | 65 |
| 2.5.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВОЙСТВ ОЧИСТНОГО АГЕНТА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ                                                  | 66 |
| 2.6. РЕАЛИЗАЦИЯ НАМЕЧЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАКРЕПЛЕНИЮ СТЕНОК<br>СКВАЖИНЫ, СЛОЖЕННЫХ НЕУСТОЙЧИВЫМИ ПОРОДАМИ      | 68 |
| РАЗМЕР                                                                                                          | 68 |
| НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР                                                                                                | 68 |
| 2.7. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ                                                                  | 69 |
| 2.7.1. ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА БУРОВОГО СТАНКА                                                      | 69 |
| 2.7.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРИВОДА СИЛОВОЙ<br>КИНЕМАТИКИ СТАНКА                                     | 70 |
| 2.7.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ НА ВРАЩЕНИЕ КОЛОННЫ<br>БУРИЛЬНЫХ ТРУБ                                        | 70 |
| 2.7.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ НА РАБОТУ<br>ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА                                  | 71 |
| 2.7.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ В ЛЮБОМ<br>СЕЧЕНИИ СЖАТОЙ ЧАСТИ КОЛОННЫ                      | 72 |
| 2.8. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ АВАРИЙ ПРИ<br>БУРЕНИИ СКВАЖИН                                     | 76 |
| 2.9. ВЫБОР ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ                                                                                    | 80 |
| 2.10. МЕХАНИЗАЦИЯ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ                                                                      | 80 |
| 2.11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРОВОЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ<br>АППАРАТУРЫ (БКИА)                                       | 81 |
| 2.12. МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ БУРОВОГО И СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ                                                        | 81 |
| 2.14. ЛИКВИДАЦИЯ СКВАЖИН                                                                                        | 82 |
| 3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА                                                                             | 84 |
| 3.1. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ                                                                               | 84 |
| 3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ                                                                                | 84 |
| 3.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ БУРОВЫХ<br>РАСТВОРОВ                                             | 84 |
| 3.4. ТРАНСПОРТНЫЙ ЦЕХ                                                                                           | 85 |
| 3.5. ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СЛУЖБА                                                                                       | 85 |
| 4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. СОВЕРШЕНСТВО ОЧИСТКИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ<br>СКВАЖИН В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ | 87 |
| 4.1. НАЗНАЧЕНИЕ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ                                                                               | 87 |
| 4.2. СЛОЖНЫЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ                                                                        | 88 |
| 4.2.1. ФИЛЬТРАЦИОННАЯ КОРКА                                                                                     | 88 |
| 4.2.2. УСТОЙЧИВОСТЬ СТВОЛА                                                                                      | 88 |
| 4.2.3. ПОГЛОЩЕНИЯ                                                                                               | 89 |
| 4.2.4. ПРИХВАТ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ                                                                                   | 90 |
| 4.2.5. КОРРОЗИЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ                                                                                  | 91 |
| 4.3. ОЧИСТКА ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ                                                                                     | 91 |
| 4.4. ОЧИСТКА БУРОВОГО РАСТВОРА ОТ ВЫБУРЕННОЙ ПОРОДЫ                                                             | 93 |

|                                                                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>                                            | <b>97</b>  |
| <b>5.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ</b>                                                  | <b>97</b>  |
| <b>5.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ</b>                                         | <b>98</b>  |
| <b>5.2.1. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПЛАН</b>                                                                                       | <b>98</b>  |
| <b>5.2.2. РАСЧЕТ ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ</b>                                                                                  | <b>100</b> |
| <b>5.2.3. РАСЧЕТ ЗАТРАТ ТРУДА И КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ СОСТАВ БУРОВОЙ БРИГАДЫ</b>                                          | <b>140</b> |
| <b>5.2.4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ</b>                                                            | <b>140</b> |
| <b>5.2.5. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА, ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА БРИГАД</b>                                         | <b>141</b> |
| <b>5.3. СТОИМОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ</b>                                                                            | <b>143</b> |
| <b>5.3.1. РАСЧЕТ СУММЫ ОСНОВНЫХ РАСХОДОВ ПО ВИДАМ РАБОТ (СМ-5), СМЕТНО-ФИНАНСОВЫЕ И ПРОЧИЕ СМЕТНЫЕ РАСЧЕТЫ</b>       | <b>144</b> |
| <b>5.4. ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ БУРОВЫМИ РАБОТАМИ</b>                                                 | <b>146</b> |
| <b>5.4. 1. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН</b>                                                                                      | <b>147</b> |
| <b>5.4.2. ФИНАНСОВЫЙ ПЛАН</b>                                                                                        | <b>147</b> |
| <b>5.4.3. СТИМУЛИРОВАНИЕ ТРУДА</b>                                                                                   | <b>148</b> |
| <b>5.4.4. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ</b>                                                                         | <b>148</b> |
| <b>6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>                                                                                 | <b>150</b> |
| <b>6.1. ВВЕДЕНИЕ</b>                                                                                                 | <b>150</b> |
| <b>6.2. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b>                                              | <b>150</b> |
| <b>6.2.2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ КОМПОНОВКЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ</b>                                  | <b>151</b> |
| <b>6.3. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>                                                                            | <b>152</b> |
| <b>6.3.1. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ</b>                                                 | <b>154</b> |
| <b>6.3. АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ</b>                                                   | <b>156</b> |
| <b>6.4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>                                                                               | <b>159</b> |
| <b>6.4.1. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ</b> | <b>160</b> |
| <b>6.4.2. НАМЕЧАЕМОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ</b>                                | <b>162</b> |
| <b>6.5. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b>                                                                    | <b>163</b> |
| <b>6.6. ВЫВОД</b>                                                                                                    | <b>165</b> |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>                                                                                                    | <b>166</b> |
| <b>7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b>                                                                           | <b>167</b> |

## **ВВЕДЕНИЕ**

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

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

Конечной целью данного проекта является проектирование и сооружение разведочных скважин в пределах ОГЭК. С целью проведения детальной разведки.

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

# **1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

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

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

Участок работ расположен в Северо-Енисейском районе Красноярского края (Рисунок 1.1). Ближайший крупный административный населенный пункт поселок городского типа Северо-Енисейский. Ближайшим к Олимпиадинскому ГОКу поселками являются Новая Калами (40 км), Тея (80 км), Брянка (150 км). От базы геолого-разведочной партии до районного центра п.г.т. Севера-Енисейска расстояние составляет 70 км.

Участок имеет следующие географические координаты:

Долгота – 92.89, широта – 59.8

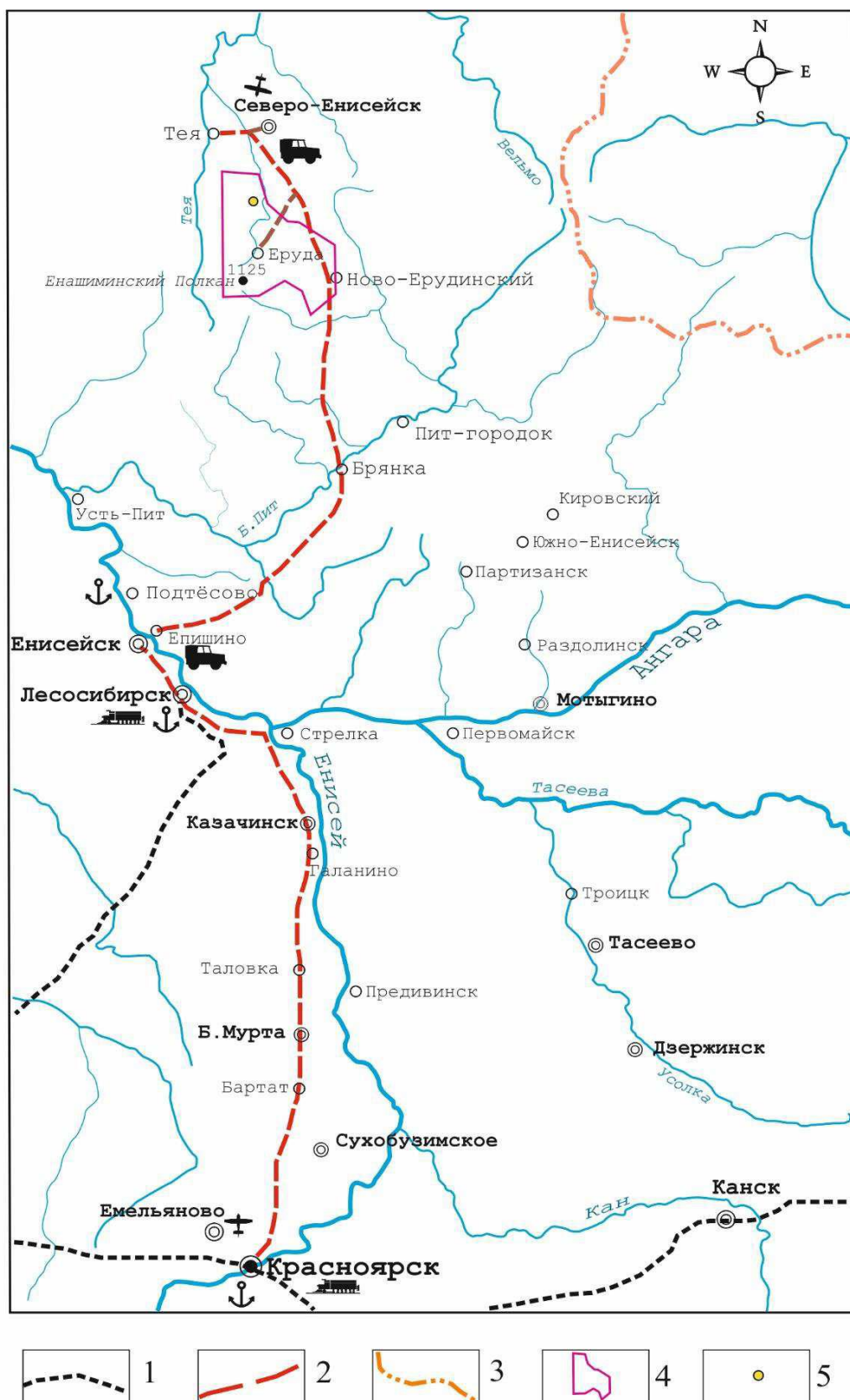
### **1.1.2. Рельеф**

Площадь месторождения составляет 5 км<sup>2</sup>. Рельеф района, низко-среднегорный, сложно расчлененный с плоскими и округлыми водоразделами и глубоко врезынными тальвегами долин. Колебание абсолютных отметок водоразделов находится в пределах 400-750 м. Относительные превышения долин рек и ручьев составляют 250-300 м, реже они достигают 500-600 м.

По степени сложности геологического строения территория района относится к 5 категории. Сейсмичность района работ 6 баллов. Обнаженность плохая, относительно хорошо обнажены лишь склоны наиболее крупных водотоков и чуть меньше водоразделов.

Главными водными артериями района являются реки Енашимо, Чиримба и Еруда с наиболее крупными притоками: р.р. Тырада, Еруда, Талая, ручьи Песчанная, Олимпиадинский, Иннокентьевский, Титимухта и ряд других. Реки имеют смешанное питание, с преобладанием снегового.

Глубина сезонного промерзания грунта 0,5-2,0 м. Многолетняя мерзлота встречается в заболоченных долинах с мощным моховым покровом.



1 - железные дороги ; 2 - автодороги; 3 - граница Красно-ярского края и Эвенкии;  
4 - контур Олимпиадинской площади; 5 - месторождение Благодатное

Масштаб 1:2 500 000

Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ

### **1.1.3. Климат**

Климат работ резко континентальный с суровой продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Минимальные зимние температуры достигают - 61°C, максимальные летние +34°C. Среднегодовая температура составляет - 5°C. Количество дней со среднесуточной отрицательной температурой воздуха – 209.

Несмотря на отрицательные среднегодовые температуры, многолетнемерзлые породы в районе месторождения отсутствуют. Незначительная глубина сезонного промерзания объясняется ранним и устойчивым снежным покровом без промежуточного оттаивания. Средняя продолжительность ледостава составляет 187 дней.

Преобладающее направление ветров для промышленной площадки: западное и юго-западное.

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

Растительность района горно-таежная с типичными хвойными и лиственными деревьями. Кустарники распространены в основном в долинах рек и ручьев. Проходимость территории плохая (буреломы, болота, гари). Развита преимущественно горно-подзолистые, дерново-подзолистые и таежные дерново-глеевые почвы. Почва в сельском хозяйстве не используется.

Животный мир района типичен для таежной зоны Сибири, в лесу водятся: лось, северный олень, медведь, россомаха, бурундук, белка и др. Из птиц наиболее распространены: глухарь, тетерев, рябчик, кедровка и т.д. В реках преобладает хариус, ленок.

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

Район работ расположен в Северо-Енисейском районе Красноярского края, на расстоянии 55 км к югу от пгт Северо-Енисейский, в 25 км севернее от Олимпиадинского ГОКа и в 12 км от Широкинского месторождения подземных вод.

Транспортные пути развиты слабо. Имеются улучшенные грунтовые дороги от пгт Северо-Енисейский до поселка Брянка (172 км) и до поселка Еруда (81 км), по которым осуществляется основные грузоперевозки. До г. Енисейска от пос. Брянка идет грунтовая дорога (135 км) с паромной переправой в пос. Елишино. От г. Енисейска до г. Красноярска проложено шоссе II класса (350 км).

Перевозка технических грузов, ГСМ и угля может осуществляться речным транспортом в весеннюю навигацию (конец мая).

Ближайшая железнодорожная станция расположена в г. Лесосибирске.

В пгт Северо-Енисейский имеется аэропорт, принимающий самолеты типа АН-24 и АTR-42-500. Регулярные авиарейсы выполняются 2 раза в неделю до г. Красноярска.

Основным источником энергоснабжения является государственная ЛЭП-110 от Назаровской ГРЭС.

Общая территория Олимпиадинского ГОК относится к малообжитым северным территориям с плотностью населения 0,4-0,5 человека на 1 км<sup>2</sup>. Общая численность населения района около 18 тыс. человек, в Северо-Енисейске проживает 10804 чел. (2019 г.)

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

### **1.2.1. Стратиграфия**

Расчленение разреза приводится по материалам В.В. Журавлева 2008г. 1:50000 геологическая карта района «Благодатного» месторождения, что представлено на графическом приложении 1.

Район Благодатного месторождения сложен породами архейского и протерозойского возраста.

#### **Архей (AR)**

Малогаревская толща (AR(?)mg)

К малогаревскому метаморфическому комплексу (AR(?)mg) – отнесены ортоамфиболиты, мраморы, кристаллосланцы. Гнейсово-мраморно-амфиболитовые толщи. Мощность более 1500 м.

#### **Протерозой (PR)**

Нижняя серия (PR<sub>1</sub>)

Тейская серия

Свита хребта Карпинского (PR<sub>1</sub>hk)

К свите хребта Карпинского (PR<sub>1</sub>hk) отнесены стратифицированные пачки узловатых гранат-дистеновых, гранат-силлиманитовых и гранат-ставролитовых кристаллических сланцев (более 95%) с редкими прослоями (0,2-1,2 м) кварцитов. Формация высокоглиноземистых сланцев. Мощность свиты 800-900 м.

Рязановская свита (PR<sub>1</sub>rz)

В составе Рязановской свиты (PR<sub>1</sub>rz) преобладают мраморы (40%), амфиболиты (35%), гранат-биотитовые сланцы (15%), в незначительных количествах присутствуют кальцифиры (3%), диопсид-флогопитовые породы и кварциты (7%). Мощность свиты составляет более 800 м.

Раннепротерозойские отложения смяты в петлевидные, линейные, часто изоклинальные, иногда опрокинутые складки, метаморфизованы на рубеже 1908-1920 млн. лет в амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фациях.

#### **Рифей (R)**

Сухопитская серия

Кординская свита ( $R_1kd$ )?

Кординская свита ( $R_1kd$ ) сложена 3-я пачками. Образования кординской свиты (нижняя и в меньшей степени средняя пачки) являются рудовмещающими. Породы кординской свиты метаморфизованы в биотитовой зеленосланцевой фации.

Нижняя пачка ( $R_1kd^1$ ) представлена гранат-ставролит-слюдяными сланцами.

Средняя пачка ( $R_1kd^2$ ) сложена кварцитами, сланцами.

Верхняя пачка ( $R_1kd^3$ ) сложена двуслюдяными сланцами, метапесчаниками, метаалевролитами.

Вышележащая горбилоская ( $R_2gb$ ) свита представлена серицит-хлоритовыми сланцами, в хлоритовой субфации зеленосланцевой фации. Мощность ее 600-700 м.

Чингасанская серия

Лопатинская свита ( $R_1lp$ )

Лопатинская свита ( $R_1lp$ ) сложена грубообломочными красноцветными породами. Мощность ее 200-250 м.

Карьерная свита ( $R_3kr$ )

Карьерная свита ( $R_3kr$ ) сложена кварцитовидными сероцветными песчаниками, алевролитами и прослоями известняков. Мощность (более 400-450 м).

Четвертичные отложения (Q)

Четвертичные отложения представлены гравием, галечниками, песками, супесями. Мощность 8-25 м.

### **1.2.2. Интрузивные образования**

Ближайшими интрузивными телами (в 1-1,2 км к северо-востоку) от рудоносной минерализованной зоны являются небольшие эллипсовидные штоки гранитов Татарско-Аяхтинского комплекса в правом борту долины руч. Рождественского среди отложений рязановской свиты.

Редкие и мелкие обломки грейзенизированного гранит-порфира обнаружены в 250 м к северо-востоку от тальвега долины руч. Благодатного в створе К-1(канавы), в пределах верхней пачки кординской свиты. Гранит-порфир составляет маломощную (менее 0,5 м) дайку северо-западного простирания. По внешнему виду гранит-порфир имеет розовато-светло-серую окраску, пятнисто-полосчатую текстуру, обусловленную распределением турмалина и разнозернистых кварц-полевошпатовых агрегатов, составляющих основу породы. Структура породы неравнозернистая (криптовая) с микропорфировыми выделениями (до 0,5 см) микроклина, плагиоклаза и кварца.

В составе породы главная роль принадлежит (в %) микроклину (45-40), кварцу (30), олигоклазу (10). В единичных зернах отмечается ксеногенный андалузит. На долю мусковита приходится около 8 %, а турмалина до 15%, которые относятся к минералам грейзеновой ассоциации. Акцессорный апатит представлен редкими игольчатыми удлиненными кристалликами, что свидетельствует о резком переохлаждении расплава при кристаллизации.

В верхней пачке кординской свиты, а также непосредственно в рудоносной зоне при документации траншей и скважин отмечались единичные жилы гранит-порфиров мощностью до 0,5-1,0 м, залегающие субсогласно сланцеватости пород. Порода имеет бело-серый цвет, иногда с очень слабым зеленоватым оттенком мелкопорфирового строения: в основной слюдисто-кварцевой массе равномерно расположены порфировые пластинчатые выделения плагиоклаза размером до 0,5-1,5 мм.

Основная ткань состоит из мозаичных агрегатов кварца и агрегатов разноориентированных чешуек слюд, размер зернистости 0,02-0,12 мм. Полевой шпат в основной ткани отсутствует.

Плагиоклаз замещается соссюритом, серицитом, кальцитом, основная ткань подвержена грейзенизации и хлоритизации.

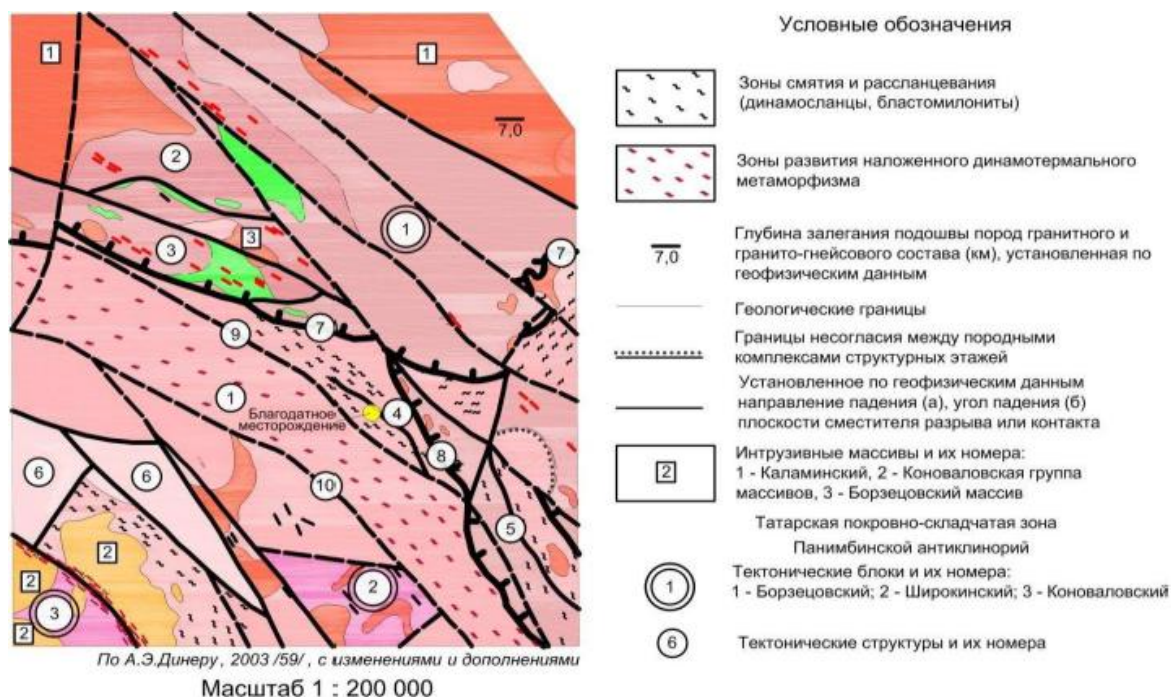
Минеральный состав (%): кварц 65-77, полевой шпат 15-20, мусковит 7-10, биотит – 5, рудное вещество доли %, турмалин – ед. зерна.

### 1.2.3. Тектоника

Территория района рудного поля Благодатного месторождения расположена в центральной части Енисейского кряжа, в бассейне левых притоков верхнего течения р. Енашимо в пределах юго-западного крыла Центрального (Панимбинского) антиклинория.

Район относится к Центральной структурно-формационной зоне Енисейского кряжа. Он ограничен с запада зоной Татарского, с востока – Ишимбинского глубинных разломов, осложнен серией куполовидных поднятий и грабен (Каламинский купол, Коноваловский грабен).

Среди тектонических нарушений, наряду с ранее выделявшимися сбросами и взбросами, обнаружены изогнутые надвиги, обычно вторично деформированные. В автохтонных блоках под надвигами развиты динамосланцы, насыщенные сегрегационными выделениями кварца (линзы, жилы, прожилковые зоны, нередко золотоносные) и метасоматические преобразованные (сульфидизированные углеродистые метасоматиты, пропилиты и березиты). В аллохтонных породы сохранили исходную текстуру, но с участками, затронутыми метасоматозом и окварцеванием. В совокупности надвиги образуют широкую (более 60 км) зону СЗ простирания и ЮВ падения. В региональном плане она является фрагментом Татарской покровно-складчатой зоны, соответствующей Татарскому глубинному разлому и выделенной по результатам интерпретации данных глубинного сейсмозондирования (ГСЗ). Фронтальная (восточная) часть зоны отчетливо выражена цепью положительных магнитных аномалий и гравитационной ступенью. Перед фронтом Татарской надвиговой зоны установлена субпараллельная ей зона сжатия шириной 10-20 км, в которой рифейские породы интенсивно смяты и разбиты сбросо-взбросами северо-западного и северного простирания. Эта зона сжатия соответствует ранее выделенному Ишимбинскому глубинному разлому. В ней широко развиты кварцевые жилы и прожилковые зоны, в том числе золотоносные, сопровождаемые менее масштабными метасоматитами вышеуказанных типов, что показано на рисунке 1.2



Автохтон  
1 - Успенский  
Аллохтон  
Пластины: 2 - Верхнеборзеевская, 3 - Верхневикторовская  
Пакеты пластин: 4 - Рождественский, 5 - Малогурахтинский  
Неоавтохтон  
Грабены: 6 - Коноваловский

Тектонические структуры

Главные тектонические нарушения  
7 - Каламинский надвиг Ишимбинской зоны разломов  
Прочие нарушения  
Надвиги: 8 - Благодатный  
Взбросы: 9 - Викторовский, 10 - Успенский

Геодинамические комплексы и слагающие их формации

| Структурные этажи<br>тектонические ярусы<br>(возраст формации) |                      | Протоплатформы                                           |                                                                          | Пассивной<br>окраины                                                                 | Активной окраины                                                                                         |                           |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                                                |                      | Кристаллического<br>фундамента                           | Чехла                                                                    |                                                                                      | Тыловодужный<br>магматический<br>пояс                                                                    | Континентального<br>рифта |
| Поднепротерозойский (байкальский)                              | Чингасанский         |                                                          |                                                                          |                                                                                      | Щелочных трахитов-трахибазальтов (захребетинский комплекс)<br>Молассовая (лопатинская и карьерная свиты) |                           |
|                                                                | Тунгусско-киргитский |                                                          |                                                                          | Лейкогранитовая (глушихинский комплекс)<br>Гранитовая (татарско-аяхтинский комплекс) |                                                                                                          |                           |
|                                                                | Сухопитский          |                                                          | Метаморфизованная аспидная надформация (кординская и горбиловская свиты) |                                                                                      |                                                                                                          |                           |
| Раннепротерозойский (карельский)                               | Тейский              | Гранит-гранито - гнейсовая (гаревский комплекс)          |                                                                          |                                                                                      |                                                                                                          |                           |
|                                                                |                      |                                                          | Высокоглиноземистых сланцев (свита хребта Карпинского)                   |                                                                                      |                                                                                                          |                           |
| Архейский                                                      |                      | Гнейсово-мраморно-амфиболитовая (малогаревский комплекс) |                                                                          |                                                                                      |                                                                                                          |                           |

Рисунок 1.2 – Тектоническая схема района работ

На площади отмечены 3 структурных этажа, отвечающих крупным тектономагматическим циклам: архейский, раннепротерозойский и позднепротерозойский, что показано на графическом приложении 1.

Разрывные нарушения развиты в пределах района чрезвычайно широко и являются определяющими элементами тектоники. Среди них выделяются зоны взбросов, сбросов и зоны надвигов. Надвиговые системы обычно представляют собой сложные пакеты покровов. Наиболее крупным в районе является Каламинский надвиг, по которому произошло надвигание отложений тейской серии раннего протерозоя на породы сухопитской серии рифея.

Преобладающая ориентировка тектонических нарушений взбросо-сбросового типа – северо-западная, меньше проявлены сопряженные с ними дизъюнктивы северо-восточного и субмеридионального направлений.

#### **1.2.4. Магматизм**

Магматические образования представлены пятью интрузивными комплексами.

Индыглинский метагаббродолеритовый комплекс ( $\beta PR_{1i}$ ) – включает в себя ортоамфиболиты. (Метагаббродолеритовая формация.)

К гаревскому комплексу ( $PR_{1g}$ ) – отнесены маломощные пластовые тела микролиновых гнейсо-гранитов и многочисленные жилы мусковит-турмалиновых пегматитов. Отложения комплекса смяты в мелкие сложные изоклинальные складки, метаморфизованы в условиях амфиболитовой фации. Радиологический возраст 1750-1850 млн. лет.

Татарско-аяхтинского комплекса ( $R_{3ta}$ ). Широко распространенные в районе гранитоиды представлены Каламинским массивом. Интрузии сложены преимущественно светло-серыми порфировидными средне-крупнозернистыми биотитовыми гранитами I фазы, штоками и жилами розовых мелко-среднезернистых биотитовых гранитов II фазы (среди пород первой фазы) [1].

Глушихинский комплекс ( $R_{3gl}$ ) представлен лейкогранитами. Прорывает отложения кординской свиты на юго-западе района в нижнем течении руч. Коноваловского. Радиологический возраст 750 млн. лет.

Захребетинский комплекс ( $R_{3z}$ ) представлен дайками трахидолеритов.

Ближайшими интрузивными телами (в 1-1,2 км к северо-востоку) от рудоносной минерализованной зоны являются небольшие эллипсовидные штоки

гранитов татарско-аяхтинского комплекса в правом борту долины руч. Рождественского среди отложений рязановской свиты. Интрузии сложены преимущественно светло-серыми порфировидными средне-крупнозернистыми биотитовыми гранитами I фазы, штоками и жилами розовых мелко-среднезернистых биотитовых гранитов II фазы среди пород первой фазы. Радиологический возраст 920-960 млн. лет.

Гранит-порфиры слагают маломощную (менее 0,5 м) дайку северо-западного простирания. По внешнему виду гранит-порфиры имеют розовато-светло-серую окраску, пятнисто-полосчатую текстуру, обусловленную распределением турмалина и разномасштабных кварц-полевошпатовых агрегатов, составляющих основу породы. Структура породы неравномернозернистая (криптовая) с микропорфировыми выделениями (до 0,5 см) микроклина, плагиоклаза и кварца.

В верхней пачке кординской свиты, а также непосредственно в рудоносной зоне при документации траншей и скважин отмечались единичные жилы гранит-порфиров мощностью до 0,5-1,0 м, залегающие субсогласно сланцеватости пород[1].

### **1.2.5. Полезные ископаемые**

Геолого-промышленный тип месторождения Благодатного (минерализованная зона) принадлежит к группе плутогенных месторождений золотокварцевой рудной формации миогеосинклиналей. Руда месторождения отличается от руд месторождений аналогичной формации незначительным содержанием сульфидов (2-3%). Единственным полезным компонентом на месторождении является золото. Морфологически оруденение представлено протяженной (3800 м), крутопадающей линейной жильно-прожилковой минерализованной зоной с золоторудной минерализацией, образующей промышленные концентрации золота, связанные с окварцеванием. Средняя мощность рудных тел в зоне колеблется от первых метров (отдельные линзы и апофизы) до 46 м (средняя мощность основных рудных тел). Среднее содержание золота по месторождению составляет 2,4 г/т. Распределение золота в рудах

относительно равномерное, коэффициент вариации его содержания (в классе более 1 г/т) составляет 46%.

Методами оптической и электронной микроскопии при изучении шлифов (120), аншлифов (710) и 6 протолочек, отобранных равномерно из керна 10 скважин, подтверждены результаты предыдущих исследований и однотипность минерального состава северной и южной рудных зон. По минеральному составу руда месторождения относится к золото-арсенидо-малосульфидному типу. Основными породообразующими минералами являются кварц, мусковит, серицит и биотит. Помимо основных породообразующих минералов наиболее часто встречаются гранаты, амфиболы, пироксен, карбонаты, ильменит, рутил. В прожилках поздней стадии минерализации отмечаются барит, баритоцелестин, ангидрит, анкерит и флюорит. Основные сульфиды представлены арсенопиритом, пирротинном, пиритом, марказитом, лёллингитом и вестервелдитом, два последних минерала относятся к арсенидам. Далее по распространенности среди сульфидов следует халькопирит, реже отмечается галенит и сфалерит. Самородное золото образует на месторождении самостоятельные минеральные формы.

Кроме золота в руде, в самородной форме, присутствуют: серебро, висмут, мышьяк, теллур, свинец, электрум, теллуриды висмута и серебра, галеновисмутин и ряд других менее значимых минералов.

С учетом структурно-текстурных особенностей и вещественного состава на месторождении выделяются две основные группы пород: сланцы переменного состава (60-70%) и кварциты (роговики) – 30-40%. Среди пород месторождения редко встречаются породы пироксен-гранат-карбонатно-кварцевого состава, которые условно отнесены к скарнам. Все породы месторождения претерпели различную степень метасоматического, тектонического воздействия, гидротермальный метаморфизм, и их разнообразие тесно связано с интенсивностью данных процессов.

Сланцы, в свою очередь, по минеральному составу и структурно-текстурным характеристикам (крупности зерен, полосчатости, сланцеватости), степени и характеру гидротермального метасоматоза делятся на кварцево-

слюдистые, слюдисто-кварцевые, пятнистые гранат - ставролит (андалузит)-содержащие, филлиты. Для филлитовых сланцев характерно чередование разных слоев кварцевого, слюдистого и гранато-слюдистого состава. Нередко на месторождении отмечаются переходные разности пород или их частое переслаивание. В целом породы месторождения характеризуются довольно однообразным кварцево-слюдистым составом с переменным соотношением основных составляющих, примесью углистого вещества, гранатов и минералов титана. По химическому составу золото месторождения Благодатного относится к низко- и среднепробному (620-970), преобладает пробность - 780-900. Более 90% золота встречается с серебром, содержание которого варьирует в широких пределах (8,1-33%), с преобладанием 11-22%. Менее распространено золото с примесью ртути, меди, сурьмы.

### **1.3. Геологическая характеристика Благодатного месторождения.**

#### **1.3.1. Геолого-структурная позиция и формационный тип месторождения**

Территория, на которой расположено рудное поле Благодатного месторождения, находится в юго-западной части Северо-Енисейского рудного (рудно-россыпного) района.

Северо-Енисейский, Ерудинский и Южно-Енисейский рудные районы объединены в составе Центральной металлогенической зоны Енисейской золотоносной провинции.

В структурно-тектоническом плане Центральная металлогеническая зона соответствует Центральному антиклинорию Енисейского кряжа. В тектонической схеме Л.К.Качевского этот антиклинорий назван Панимбинским (Нойбинским).

Центральный (Панимбинский) антиклинорий представляет собой сложно построенную тектоническую зону, ограниченную с северо-востока Ишимбинским, а юго-запада – Татарским глубинными разломами. Северо-Енисейский и Ерудинский рудные районы расположены соответственно в северной и центральной части антиклинория.

С зоной Ишимбинского глубинного разлома связаны рудные узлы, характеризующиеся золото-кварцевым типом оруденения – Советский, Александро-Агеевский, Перевальнинский, Вангашский, Елено-Таврикульский, которые объединяют в Енисейский золотокварцевый пояс. К зоне Татарского глубинного разлома приурочены Верхне-Енашиминский и Вангашский рудный узлы, объединяемые в составе Енашиминско-Чиримбинского пояса. Он характеризуется преимущественным распространением объектов золотосульфидного типа. С Енашиминско-Чиримбинским поясом связаны практически все месторождения и проявления золотосульфидной формации: Олимпиадинское, Тырадинское, Ведугинское, Тавлик, Михайловское, руч. Золотого.

Нойбинский, северная часть Верхне-Енашиминского, Ерудинский, Панимбинский рудные узлы тяготеют к центральной, осевой части Центрального

антиклинория. Для этих узлов характерно сочетание рудных объектов золотокварцевого и золотосульфидного формационного типа.

Неоднократно высказывались предположения, что золотосульфидный и золотокварцевый тип оруденения являются крайними членами единого непрерывного ряда рудно-гидротермальной системы, генерируемой процессами регионального метаморфизма и ультраметаморфогенной гранитизации.

Благодатное месторождение приурочено к юго-западной части Северо-Енисейского рудного района и расположено вне пределов ранее выделенных рудных узлов и полей. Оно занимает как бы промежуточное положение: Перевальненский рудный узел с месторождениями Эльдорадо и Первенец находится в 15–20 км с востоку от Благодатного месторождения, а на таком же расстоянии к югу расположен Верхне-Енашиминский рудный узел, входящий в состав Ерудинского рудного района.

На основании анализа геологических и геофизических данных была предварительно оконтурена площадь рудного поля Благодатного месторождения, включающая, помимо собственно месторождения, площадь к северо-западу от него (проявление Оловянное) и к юго-востоку за р. Енашимо. Вопрос о выделении самостоятельного рудного узла требует специального структурно-металлогенического анализа.

Собственно Благодатное золоторудное месторождение относится к золотокварцевому формационному типу, но в геохимии сопутствующих рудных элементов имеет черты и золотосульфидного типа.

### **1.3.2. Литолого-петрографическая характеристика вмещающих пород**

При описании вмещающих пород, а также динамометаморфических и гидротермально-метасоматических образований использованы отчет по геолого-петрографической характеристике и вещественному составу руд Благодатного месторождения и описание эталонной коллекции, выполненное лабораторией минералогических исследований АО «Полус», а также собственные наблюдения и полевые материалы отчетных работ.

В геологическом строении рудного поля Благодатного месторождения участвуют образования тейской серии нижнего протерозоя и сухопитской серии верхнего протерозоя (рифей).

Нижнепротерозойская тейская серия представлена карбонатсодержащими породами рязановской свиты, сухопитская – метатерригенными образованиями кординской свиты. Ограниченным распространением на площади пользуются гранитогнейсы гаревского комплекса и лейкократовые граниты татарско-аяхтинского комплекса.

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

Основными факторами, контролирующими размещение и морфологию рудных зон и тел являются литологические и структурные факторы.

Ведущая роль структурного фактора убедительно раскрыта в работе А.М. Сазонова и др. Характерной особенностью тектонического строения месторождения является то, что генеральное нарушение имеет криволинейную траекторию. Преобладающее его простирание соответствует азимуту 315-320° и наиболее четко проявлено на северо-западном и юго-восточном флангах рудных зон. В центральной части каждой из зон взбросо-сдвиг несколько меняет свое простирание (до 300°), осложняясь дополнительными дизъюнктивами более высоких порядков и системами трещин отрыва. Скольжение по такой криволинейной траектории провоцирует раскрытие исходно непроницаемых структур для рудоносных растворов, которые обеспечивают максимальное концентрирование золота. Не случайно морфология основных тел рудных зон отвечает ромбовидной полости отрыва типа "pull-apart". Минерализованную зону месторождения можно представить в качестве крупного сложно построенного пулл-апарта, перекрытого сверху непроницаемым экраном. Динамика поля палеонапряжений определяется субширотной, слабо наклонной ориентировкой вектора главного стресса и субмеридиональным близким к субгоризонтальному направлением оси преобладающего растяжения. В данных условиях горизонтальная кинематика взбросо-сдвига отвечает левосторонней направленности и определяет максимальное раскрытие разлома на участках, где

азимут его простирания уменьшается, приближаясь к субширотному направлению.

Для объяснения структуры Благодатного месторождения скорее подходит несколько иная реализация этой модели – не ромбовидные пулл-апараты, а S-образные дуплексные линзы растяжения.

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

### **1.4.1. Топограф-геодезические работы**

Топограф-геодезические работы на участке выполнялись с целью обеспечения геологоразведочных работ и подсчета запасов полезных ископаемых топографической основой, а также для текущего обеспечения геологоразведочных работ. Работы проводились в соответствии с требованиями «Основных положений по топограф-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ», Л.: Недра, 1974, «Инструкции по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», М.: Недра, 1973, «Инструкции по нивелированию I, II, III, IV классов», М.: Недра, 1974.

Топограф-геодезическая изученность района месторождения представлена пунктами государственной триангуляционной сети 2 и 3 классов Енашиминский Полкан, Шестое Зимовье, В.Енашимо, В.Чиримба, Ен. Полкан, Енашимо, Чиримба, Олимпиадинский, Полканский, Полуторник, пунктами полигонометрии выполненными Предприятием №1 в 1979-1985 гг. и топографическими картами масштаба 1:100000 и 1:25000.

На участке работ в период с 1979 по 1985 год на россыпях верховьев р. Енашимо Предприятием №1 и топограф-геодезической партией Геологосъёмочной экспедиции были выполнены следующие топограф-геодезические работы:

- 1) Триангуляция 4 класса и полигонометрия I разряда – объект I-Д-124 (1979 г. Предприятие №1);
- 2) Нивелирование IV класса - объект I-Д-124 (1979 г. Предприятие №1);
- 3) Мензульная съёмка масштаба 1:2000 с сечением рельефа через 1 м объект I-Д-124 (1979 г. Предприятие №1);
- 4) Мензульная съёмка м-ба 1:2000 с сечением рельефа через 1 м. на уч. Благодатном (1983 г. Центральная топопартия ГСЭ);
- 5) Привязка геологоразведочных выработок теодолитными ходами на россыпях верховьев р. Енашимо (1983 г. Центральная топопартия ГСЭ);

б) Аэротопосъёмка масштаба 1:10000, выполненная Красноярской экспедицией в 2006 году.

Все геодезические работы выполнены в местной системе координат №167 и Балтийской системе высот.

В процессе геологоразведочных работ в период с 2003 по 2007 год собственными силами были выполнены следующие топографо-геодезические работы:

- полигонометрия I разряда – 0,68 км;
- полигонометрия II разряда – 6,85 км;
- теодолитные ходы точности 1/2000 – 3,85 км;
- теодолитные ходы точности 1/1000 – 3,05 км;
- нивелирование IV класса – 4,09 км;
- техническое нивелирование – 18,3 км;
- топографическая съёмка масштаба 1:1000 с сечением рельефа через 1 м – 3,82 км<sup>2</sup>;
- привязка геологоразведочных выработок высотными теодолитными ходами – 27,8 км.

#### **1.4.2. Буровые работы**

За период поисковых-оценочных и разведочных работ на площади участка были пройдены картировочные, поисково-оценочные, разведочные, гидрогеологические (инженерно-геологические) и структурные скважины.

##### *Картировочные скважины*

В оценочную стадию пройдены для уточнения выходов рудного тела на поверхность картировочные скважины в количестве 202 штук и объемом 2316 п.м., по 12 разведочным линиям юго-восточного фланга месторождения. Линии картировочных скважин расположены на разведочных линиях на расстоянии 77,3-142,1 м, ориентированных вкрест простирания рудных тел с шагом бурения скважин в линиях – 5 м. При крутизне рельефа более 30°, в местах заложения скважин, расстояние между ними увеличивается до 10 м. Стволы некоторых картировочных скважин расширены до диаметра 112 мм и использованы для

дальнейших гидрогеологических исследований. Мелкометражные скважины глубиной 6-23 м пройдены станком УКБ-5СТ-ЭМ под углом 75° на юго-запад. Бурение осуществлялось без промывки, в качестве буровых наконечников применялись твердосплавные коронки диаметром 132 мм и 112 мм. Средняя проходка картировочных скважин по коренным породам составляет 3,9 м, минимальная – 1,9 м и максимальная – 8,0 м.

На стадии разведочных работ картировочные скважины пройдены по трём разведочным линиям, с целью оконтуривания поверхности рудного тела под мощными отложениями руч. Викторовского, в количестве 59 штук и объемом 979,0 п.м., глубиной от 6 до 29 м, средняя глубина скважин 16,6 м. Расстояние между скважинами 40 м со сгущением до 10-20 м, при пересечении продуктивных образований. Глубина скважин определялась мощностью рыхлых отложений и выходом в коренные породы не менее 2 м. Проходка картировочных скважин осуществлялась самоходными установками УРБ-2А и УРБ-2НТ всухую, начальный диаметр бурения составляет 132 мм, конечный 93 мм.

В 2007 г. было принято решение проходки двух дополнительных линий картировочных скважин, бурение которых осуществлялось за счет проекта «Поиски и оценка на Олимпиадинской площади 2007 г.». Пройдено 18 скважин объемом 273 п.м., глубиной от 12 до 20 м, средняя глубина 15,2 м.

Все картировочные скважины в стадию разведки бурились вертикально.

#### *Поисково-оценочные и разведочные скважины*

На территории месторождения в поисковую стадию в 1973-76 годах пробурено пять поисковых скважин вкрест простирания минерализованной зоны для прослеживания на глубину участков гидротермально-измененных пород, обогащенных золотом. Скважины расположены на разведочных линиях I, II, III и IV, удаленных друг от друга на расстояние 350-500 м. На каждой линии пробурена одна скважина, за исключением скважин 1 и 2, пройденных навстречу друг другу. Глубина скважин колеблется от 112 м до 269,4 м, метраж бурения составляет 935,8 п.м. Азимут бурения четырех скважин - 220-230°, угол наклона к горизонту – 60-74°. Бурение осуществлялось станком СКБ-5 с применением твердосплавных и алмазных коронок диаметром 76 и 59 мм с промывкой водой.

Замеры искривления проводились в скважине 1 с помощью инклинометра УМИ-25, в остальных скважинах - способом медного купороса.

В оценочную стадию работ скважины, в зависимости от цели бурения, группируются следующим образом:

- прослеживание и оконтуривание рудных тел по падению и простиранию для подсчета запасов руды и металла – 114 скважин глубиной от 70 до 422 м объемом 21803,2 п.м.;

- изучение геолого-структурной обстановки на флангах и глубоких горизонтах – 9 скважин глубиной от 400 до 558 м объемом 4299,7 п.м.;

- сгущение разведочной сети на участке детализации – 7 скважин глубиной от 30,4 до 174 м объемом 698,8 п.м.;

- заверка достоверности кернового опробования бурением трех контрольных скважин диаметром 93 мм вокруг контролируемой на расстоянии 1,5-2 м. Пробурено 2 куста скважин на северо-западном фланге и 4 куста на юго-восточном. Всего пройдено 18 скважин объемом 1080 п.м.;

- изучение площади на безрудность для размещения производственных помещений в долине р. Енашимо и Гурахты. Пробурена одна специальная скважина объемом 104,1 п.м. и опробована гидрологическая скважина объемом 100 п.м.

Во время разведочных работ на месторождении проходка разведочных скважин производилась в створе ранее пройденных линий, для сгущения сети пересечений рудных тел по падению, с целью уточнения параметров оруденения, перевода запасов в более высокую категорию, оконтуривания и оценка запасов на участке сопряжения первого и второго рудного тела.

Было пройдено 86 разведочных скважины объемом 29195,2 п.м., глубина их колебалась от 100 до 600 м, средняя глубина скважин 336 м.

Для выявления новых рудных зон и определения промышленной значимости рудных зон, было пробурено 8 поисковых скважин объемом 2857,9 п.м.

С целью оценки площади на безрудность, для проектируемого отвала пород вскрыши и площадей, отводимых под строительство капитальных

сооружений, осуществлялась проходка 7 вертикальных колонковых скважин общей глубиной проходки 2101 п.м. на северо-восточном фланге месторождения и на западном борту руч. Гурахта, расположенных согласно утвержденному генеральному плану строительства ГОКа на месторождении.

Скважины пройдены российскими станками СКБ-4, СКБ-5, ЗИФ-650М твердосплавными и алмазными коронками, начальные диаметры бурения - 112, 92, 76 реже 132 мм, основной объем бурения выполнен диаметром 76 мм с промывкой водой. В разведочную стадию помимо российских станков бурили еще иностранным станком Christensen со снарядом ССК, начальный диаметр бурения 151 мм, основной диаметр 96 мм.

Угол наклона скважин к горизонту колеблется от 68° до 78°, направление бурения юго-западное по азимуту близкому к азимуту разведочных линий. Во всех скважинах оценочного периода проводилось измерение зенитных и азимутальных искривлений ствола скважин инклинометрами МИР-36 (основной) и КИТ (для проверки). Замеры искривления скважин разведочного периода произведены инклинометром ИЭМ 36-80/20 с шагом измерения 10 м, в процессе каротажа.

Основной объем пород в разрезе месторождения относится к категории плотных образований (VIII-IX), которые пройдены с промывкой алмазными коронками основного диаметра 76 мм, реже – 93 мм. На иностранном станке основной диаметр 96 мм. Твердосплавными коронками диаметром 151, 132 и 112 мм без промывки бурились рыхлые образования. Состояние керна по всем разведочным скважинам очень хорошее. Столбики керна являются основным продуктом опробования колонковых скважин, керна в виде отдельных кусков или щебня наблюдается только в самых верхних частях разреза или в зонах дробления и трещиноватости. Средний выход керна колеблется от 93% до 100%, средний выход керна по месторождению в отчетный период 98,8% (в оценочную стадию 97%). На месторождении отсутствуют интервалы проходки по рудным телам с выходом керна ниже допустимого.

На российских станках для повышения выхода керна при колонковом бурении применялся эжекторный снаряд с обратной призабойной промывкой, что предохраняло от разрушения столбики керна.

#### *Гидрогеологические (инженерно-геологические) скважины*

На месторождении за время оценочно-разведочного периода было пробурено 40 гидрогеологических скважин.

В стадию оценки пройдено 28 гидрогеологических скважин, из них 6 скважин были совмещённые гидрогеологические и инженерно-геологические. Гидрогеологические (инженерно-геологические) скважины бурились согласно дополнительному расширенному геологическому заданию на «Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения Благодатного» для определения горнотехнических условий его разработки. Все буровые, опытно-фильтрационные и специальные опробовательские работы выполнены ГРП ЗАО «Полюс», общее руководство работами и обработка полученных результатов осуществлялись по договору гидрогеологами ОАО «Красноярская горно-геологическая компания». Скважины бурились буровыми станками УКБ-500С диаметром 151, 132, 112 и 93 мм общим объемом 2341,6 п.м. Стволы скважин, пройденных диаметром 93 мм, разбуривались до диаметра 112 мм для установки эрлифтов.

### **1.4.3. Геофизические работы**

#### *Физико-геологические условия месторождения*

Идеология производства геофизических работ, обработки, интерпретации материала и основных выводов базируются на физико-геологической модели (ФГМ) золотого оруденения в черносланцевых толщах.

Геофизическая часть ФГМ составлена по данным собственно месторождений Кряжа. Основное достоинство модели – установление пространственного положения оруденения среди аномалиеобразующих объектов. Центральное место в ФГМ занимает пирит-пирротиновый переход – уникальный магнитный геологический репер. Стратиграфически ниже перехода сосредоточены относительно сильно магнитные пирротины, а выше –

расположены сильно поляризующиеся пириты и обуглероженные образования. Последние сосредоточены в геохимической ловушке золотого оруденения. Здесь широко развиты метасоматиты, контролируемые высокими содержаниями естественных радиоактивных элементов, и высокоомные зоны окварцевания. В общем случае, оруденение локализовано в пределах геохимической ловушки, несколько выше пирит-пирротинового перехода.

Изложенное определяет минимальный поисковый комплекс, включающий методы вызванной поляризации (ВП), естественного электрического поля (ЕЭП) и магниторазведки. Поисковые факторы могут характеризоваться различными сочетаниями геофизических аномалий в зависимости от геологической позиции поисковых объектов: типа оруденения (эрозионного среза), пликативных и дизъюнктивных деформаций и многого другого. В идеализированном случае золотокварцевый объект контролируется максимумами магнитного поля и электросопротивления при повышенной поляризуемости. Золотосульфидное оруденение сопровождается максимумами ВП, повышенным уровнем магнитного поля (магнитный объект на глубине) и минимумом электросопротивления.

#### *Задачи, методы, объемы геофизических работ*

Геофизические методы отчетного периода предназначались для решения следующих задач:

- оконтуривание пирротинизированных объектов, контролирующих золотое оруденение;
- обособление зон немагнитной сульфидной минерализации и обуглероженных образований;
- картирование зон окварцевания;
- выявление и трассирование разрывных нарушений;
- выделение водоносных разломов;
- объемное картирование золото контролирующих объектов.

Поставленные задачи решались комплексом наземных геофизических методов и ГИС. Наземные работы включали методы: магниторазведку, естественное электрическое поле (ЕЭП), вызванную поляризацию в модификации электротомографии 2D (ЭТ), симметричное электропрофилирование (СЭП).

#### 1.4.4 Опробование

Для получения качественных и количественных параметров вскрываемого золотого оруденения, для изучения вещественного состава, предварительных технологических и физико-механических свойств руд и вмещающих пород проектом предусматривается выполнить керновое и минералогическое.

##### *Керновое опробование*

Опробование скважин осуществляется с целью определения содержаний полезного компонента на глубине.

Выход керна должен будет составлять не менее 95 %. Длина интервала опробования от 0.5 до 1,5 м, средняя длина керновой пробы – 1.0 м. Весь керна документируется. В пробу отбирается половина керна, а вторая половина хранится в кернахранилище до окончания геологоразведочных работ.

#### 1.4.5. Обработка проб

Все керновые пробы при подготовке к анализам будут обработаны соответствующим образом.

-дробление и истирание керновых проб.

Обработка осуществляется согласно схеме (рис. 1.3 схема обработки керновых проб).

Обработка проб будет выполняться по схемам составленным на основании использования формулы Ричардса-Чеччета.

$$Q = k \times d^2$$

где Q - масса исходной пробы; k - коэффициент определяющийся характером распределения полезного компонента, для нашего случая, с учетом весьма неравномерного его распределения принимаем  $k = 0,9$ ; d - диаметр наиболее крупных частиц в пробе в мм , для борздовых проб  $d = 100$  мм, керновых  $d = 60$  мм.

Сокращение пробы предполагается после доведения диаметра частиц пробы до крупности минус 0,3 мм. Полученная в результате сокращения проба

будет делиться на геологический дубликат и лабораторную пробу массой до 1 кг. Лабораторная проба будет доизмельчаться на виброистрателе до 0,074 мм.

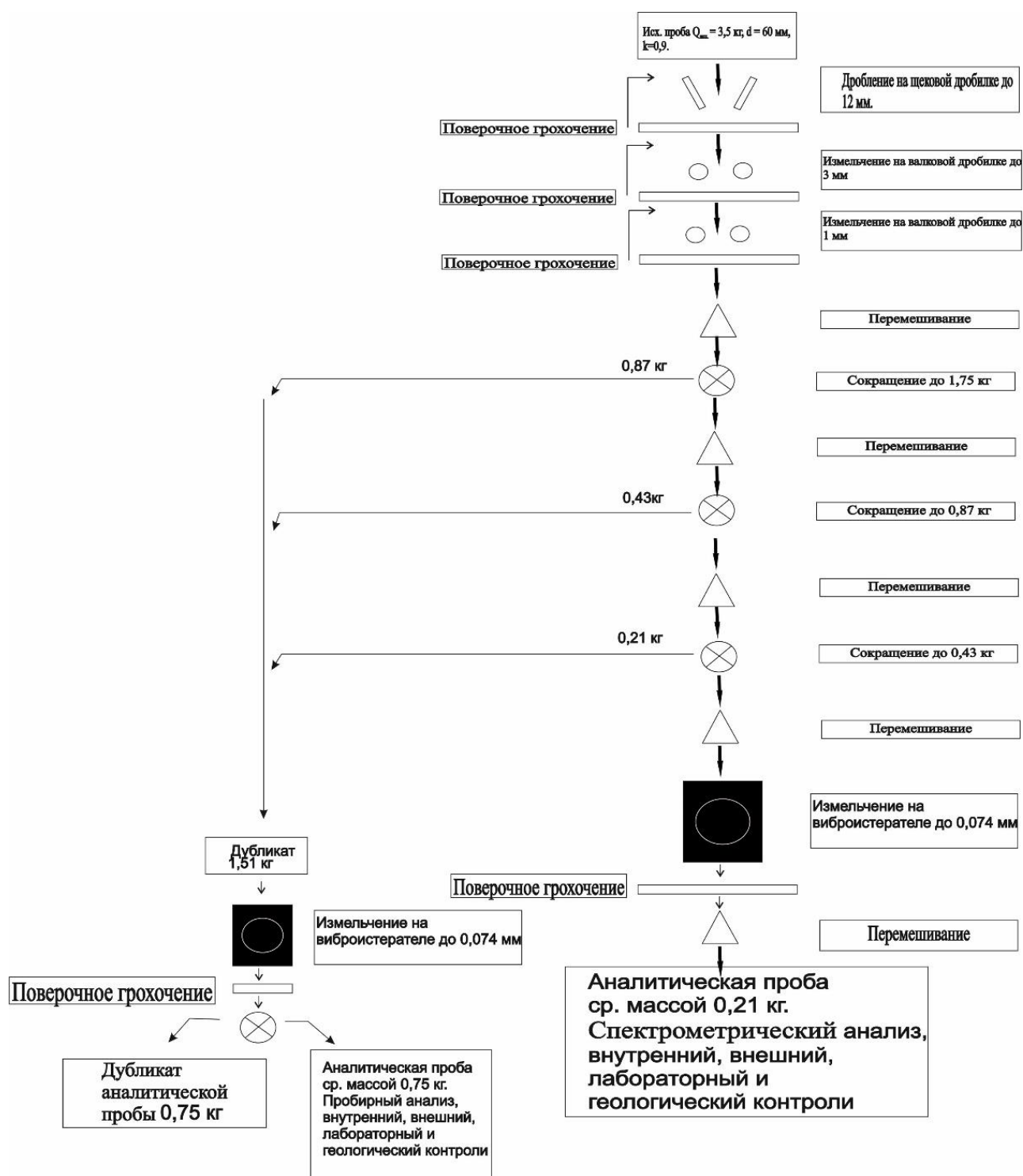


Рисунок 1.3 – Схема обработки керновых проб

#### 1.4.6. Методика контроля проб

Контроль геологического опробования направлен на обеспечение соблюдения всех правил установленного порядка ведения работ. С целью

получения достоверных результатов. Для этого будет производиться контроль пробоотбора, контроль обработки проб и контроль качества обработки проб.

#### **1.4.6.1. Контроль проотбора**

Для контроля качества отбора керновых проб будут отбираться повторные контрольные пробы по тем же интервалам и тем же способом. Результаты контроля будут оцениваться сравнением средних содержаний, вычисленных по числу контрольных и контролируемых проб.

Оценка точности отбора проб позволит определить систематическую погрешность способа опробования по формуле:

$$d = \frac{\sum C_{io} - C_{ik}}{n}$$
$$dr = \frac{d}{C_o} \times 100$$

где  $d$  – средняя систематическая погрешность основного способа относительно контрольного в единицах содержания;  $d_r$  – средняя относительная систематическая погрешность основного способа.  $C_{io}$  – содержание золота при основном опробовании;  $C_{ik}$  – содержание золота при контрольном опробовании;  $n$  – число определений.

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

Конечный материал пробы, из которого отбирается навеска для качества обработки, получают по принятой схеме путем последовательного дробления (измельчения) и сокращения.

Для определения надежной массы пробы используется формула Ричардса-Чечетта.

$$Q = k \cdot d^2$$

Для контроля обработки проб будут выполняться следующие мероприятия:

- систематический контроль работы проборазделочного цеха;
- строгое соблюдение схемы обработки проб;

- контроль качества работы дробилок и оборудования для сокращения проб;

- сравнение результатов анализов параллельно обрабатываемых частных проб, составленных из отходов сокращения, с анализами основной пробы.

#### **1.4.6.3. Контроль качества обработки проб**

Оценка качества обработки будет проводиться путем геологического контроля, который подразделяется на внутренний и внешний контроль.

Внутренний контроль будет выполняться в основной лаборатории путем повторного анализа зашифрованных проб, при этом анализ контрольных проб должен выполняться по той же методике по какой анализировались рядовые пробы. Будет производиться ежеквартально и выполнять анализы дубликатов с целью выявления и устранения недопустимых случайных погрешностей рядовых анализов, вызванных неудовлетворительной работой лабораторий.

Внешний контроль будет выполняться для своевременного выявления и устранения возможных систематических ошибок в работе основной лаборатории. На внешний контроль будут направлены 3 % проб, прошедших внутренний контроль.

При наличии значимых систематических расхождений проводится арбитражный контроль. На арбитражный контроль направляют аналитические дубликаты рядовых проб, по которым имеются результаты внешних контрольных анализов.

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

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

На предыдущих этапах разведки месторождения было выполнено 5 видов буровых работ:

- картировочные;
- поиско-оценочные;
- разведочные;
- инженерно-геологические;
- структурные.

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

Основными факторами при выборе способа бурения, оборудование и всех технических средств являются: геологические условия (физико-механические свойства горных пород и полезного ископаемого, слагающего геологический разрез; наличие в разрезе зон осложнений, степени интенсивности водопритоков), глубина, диаметр и профиль скважины [2].

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

Данный способ наиболее распространен при сооружении поисковых и разведочных скважин на твердые полезные ископаемые. Основным преимуществом колонкового бурения перед другими способами – возможность получения керна, изучение которого в сочетании с другими исследованиями в скважинах позволяет с большой точностью и достоверностью подсчитать запасы полезного ископаемого, определить его качество и условия залегания [3].

Способы удаления продуктов разрушения при бурении указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Способы удаления продуктов разрушения при бурении скважин (по С.С. Сулакшину) [2]

| Класс | Удаление продуктов разрушения                                                             |                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Способы                                                                                   | Средства                                                                                                                                                                                                         |
| 1     | Механический                                                                              | подъем бурового инструмента на поверхность<br>вращение витового транспортера<br>задавливание продуктов разрушения в стенки скважины                                                                              |
| 2     | Гидравлический                                                                            | поток промывочной жидкости                                                                                                                                                                                       |
| 3     | Пневматический                                                                            | поток сжатого воздуха                                                                                                                                                                                            |
| 4     | Комбинированный<br>гидропневматический<br><br>гидромеханический<br><br>пневмомеханический | поток сжатого воздуха и циркуляция промывочной жидкости<br><br>поток промывочной жидкости и подъем бурового инструмента на поверхность<br><br>поток сжатого воздуха и подъем бурового инструмента на поверхность |

Данный проект предусматривает прямой гидравлический способ удаления шлама.

Способ прямой промывки подразумевает под собой, что буровой раствор подается к забою через буровой снаряд и поднимается по зазору между снарядом и стенками скважины. (Рисунок 2.1)

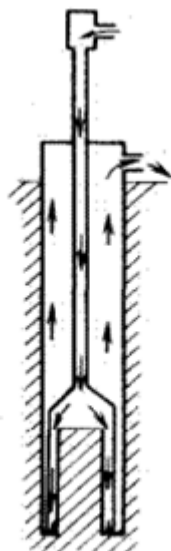


Рисунок 2.1 – Схема прямой промывки скважины

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

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

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

Таблица 2.2 – Геологический разрез

| №<br>п/п | Мощность, м |     |       | Наименование горных пород,<br>краткая характеристика     |
|----------|-------------|-----|-------|----------------------------------------------------------|
|          | от          | до  | всего |                                                          |
| 1        | 0           | 15  | 15    | Техногенные отложения                                    |
| 2        | 15          | 290 | 275   | Сланцы окварцованные                                     |
| 3        | 290         | 360 | 70    | Графитизированные, окварцованные сланцы                  |
| 4        | 360         | 480 | 120   | Рудная зона. Сланцы углерод-кварц-сланцевые              |
| 5        | 480         | 540 | 60    | Бедное оруденение, сланцы ставролит-двуслюдные-пятнистые |

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

Конструкция скважины должна обеспечивать:

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

### 2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Конечный диаметр скважины обусловлен минимально допустимым диаметром керна по последнему пласту полезного ископаемого, обеспечивающего необходимую достоверность опробования. Одновременно должна быть обеспечена возможность применения на любом интервале скважины основных видов скважинной аппаратуры [2].

Рекомендации по выбору минимально-допустимого диаметра керна приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Минимально-допустимые диаметры керна в зависимости от типа месторождения и полезного ископаемого [2]

| Генетические типы месторождений         | Промышленные типы руд (полезных ископаемых) | Рекомендуемый минимальный диаметр керна, $d_{kmin}$ , мм |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1                                       | 2                                           | 3                                                        |
| Контактово-метасоматические (скарновые) | Железные                                    | 32                                                       |
|                                         | Молибдено-вольфрамовые                      | 32-60                                                    |
|                                         | Медные                                      | 32                                                       |
|                                         | Руды других металлов (Au, Pb, Zn)           | 32                                                       |

Исходя из таблицы 2.3, выбран минимально допустимый керн  $d_{kmin}=32$  мм.

Учитывается, что полученный керн всегда имеет меньший диаметр, чем внутренний диаметр коронки –  $D_b$ . Это уменьшение зависит от применяемого инструмента, категории горной породы по буримости, используемой технологии бурения.

Определяем минимально возможный внутренний диаметр коронки  $D_{bmin}$  необходимый для получения минимально допустимого диаметра керна  $d_{kmin}$ .

$$D_{bmin} = d_{kmin} + \Delta;$$

где:

$\Delta$  – уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости  $f$ .

$\Delta$  может быть определена по формуле:

$$\Delta = 20 - 8 * \ln f;$$

Получаем:

$$\Delta = 20 - 8 * \ln 9 = 2,48;$$

$$D_{в \min} = 32 + 2,48 = 34,48 \text{ мм}$$

Определяем минимально возможный диаметр скважины  $D_{с \min}$  по типу используемой в данном интервале скважины геофизической или другой скважинной аппаратуры.

Минимально допустимый диаметр скважины определяется:

$$D_{с \min} > (1,03 - 1,05) * D_a ,$$

где:

$D_a$  – диаметр применяемой аппаратуры.

Габариты аппаратуры инклинометра ИГ 70 – 70 мм, а также каверномера КМ-43-1 – 43 мм. Получаем:

$$D_{с \min} > (1,03 - 1,05) * 70$$

$$D_{с \min} > 72,8$$

Выбираем тип технического средства или метода, обеспечивающего кондиционный выход керна по полезному ископаемому.

Исходя из полученных значений  $D_{в \min} = 34,48$  мм и  $D_{с \min} = 72,8$  мм, принимаем  $D_c = 73$  и выбираем наиболее рациональный снаряд с внутренним диаметром коронки  $D_в = 35$  мм.

После определения конкретного набора технических средств для данных условий необходимо выбрать типоразмер конкретного снаряда, учитывая ранее определенные значения  $D_{в \min}$  и  $D_{с \min}$ : внутренний диаметр коронки  $D_в > D_{в \min}$ , а наружный диаметр коронки  $D_н > D_{с \min}$ .

Исходя из вышеуказанных условий был выбран снаряд со съёмным керноприемником, типоразмеры которого указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Типоразмеры ССК

| РАЗМЕР | Наружный диаметр |        | Внутренний диаметр |         | Вес (кг/3м) |
|--------|------------------|--------|--------------------|---------|-------------|
|        | мм               | дюйм   | мм                 | Дюйм    |             |
| BQ     | 55.6             | 2-3/16 | 46                 | 1-13/16 | 18          |
| NQ     | 69.9             | 2-3/4  | 60.3               | 2-3/8   | 23.4        |
| HQ     | 88.9             | 3-1/2  | 77.8               | 3-1/16  | 34.4        |
| HWT    | 114.3            | 4-1/2  | 101.6              | 4       | 50.5        |

На основании данных полученных в ходе практической работы выбирается снаряд с внутренним диаметром  $D_B = 77,8$  мм – снаряд со съемным керноприёмником размера HQ.

Аналогично, исходя из вышеуказанного выбора бурового снаряда выбираем породоразрушающий инструмент (HQ), типоразмеры которого указаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Типоразмеры ПРИ для ССК

| РАЗМЕР     | AQ   | BQ   | NQ   | HQ   | PQ    |
|------------|------|------|------|------|-------|
| Наружный   | 48.0 | 60.0 | 75.7 | 96.0 | 122.6 |
| Внутренний | 27.0 | 36.5 | 47.6 | 63.5 | 85.0  |

### 2.3.2 Построения профиля скважины

Для более точного направления скважины на интервале 0 – 18 м необходимо установить направляющую колонну обсадных труб, диаметром 114,3 мм, для установки направляющей колонны, необходимо провести бурение ПРИ-HQ диаметром 95,6 мм с отбором керна, после чего пробурить башмачной коронкой HWT диаметром 117,4 мм.

Интервал 18-540 в обсадке не нуждается.

Зенитный угол скважины (в град.) на глубине  $L_1$  при заданном угле встречи  $\beta$  первого пласта полезного ископаемого (это угол между вертикалью и касательной к оси скважины в точке встречи пласта) должен быть:

$$\theta_B = (\gamma + \beta) - 90^\circ;$$

где  $\gamma$  – угол падения пласта, град.;

$$\theta_B = (60 + 52) - 90^\circ = 22^\circ$$

$$\theta_B = \frac{(L_1 - L_2) * i}{100} = \frac{(360 - 15) * 1,5}{100} = 5,2^\circ$$

где  $i$  – интенсивность естественного зенитного искривления, град/100 м;

Если  $\theta_B > \theta_B^1$ , то начальный зенитный угол скважины равен:

$$\theta_0 = \theta_B - \theta_B' = 22^\circ - 5,2^\circ = 16,8^\circ$$

Скважина должна быть забурена под углом:

$$\eta = 90 - \theta_0 = 90^\circ - 16,8^\circ = 73,2^\circ \approx 73^\circ$$

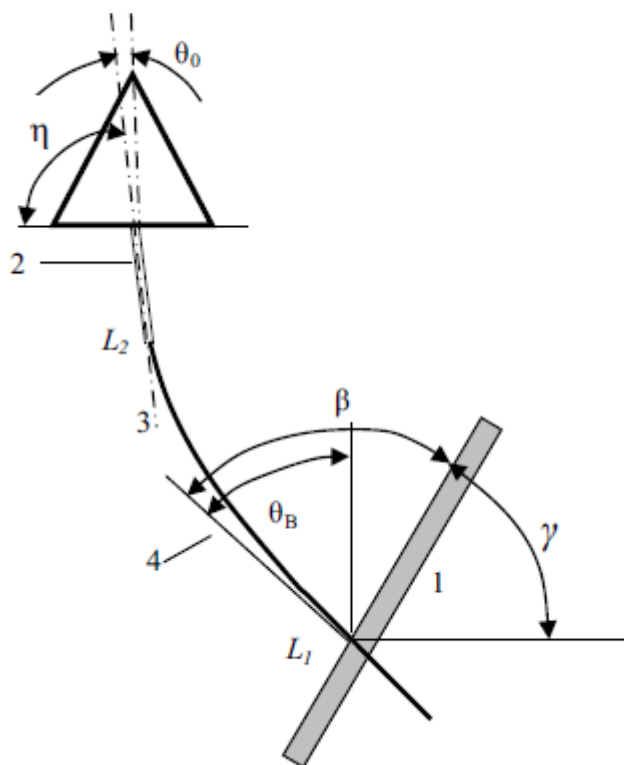


Рисунок 2.2 – Профиль скважины при пересечении первого пласта полезного ископаемого: 1-первый пласт полезного ископаемого; 2-обсадная колонна; 3-ствол скважины ниже обсадной колонны; 4-касательная к оси скважины в точке встречи с кровлей пласта

### 2.3.3. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению

Геологический разрез по оси скважины преимущественно представлен сланцами углерод-кварц-слюдистыми породами. Эти породы являются плотными-редко неравномерно трещиноватыми и смятыми зонами, устойчивыми и среднеабразивными, и относятся к IX-XI категории по буримости.

Учитывая вышеизложенное, рационален спуск направляющей колонны обсадных труб на интервале 0-18 м, диаметром 114 мм, для установки направляющей колонны необходимо изначально пробурить диаметром 95,6 мм, после чего использовать башмачную коронку НWT и обсадную трубу НW, типоразмеры которых представлены в таблице 2.5 и 2.6.

Таблица 2.5 – Типоразмеры башмачных коронок

| РАЗМЕР     | AW   | BW   | NW   | HWT   | PW    |
|------------|------|------|------|-------|-------|
| Наружный   | 59.6 | 75.3 | 91.8 | 117.4 | 143.5 |
| Внутренний | 48.2 | 60.1 | 75.9 | 99.8  | 121.3 |

Таблица 2.6 – Типоразмеры обсадных труб

| РАЗМЕР   | Наружный диаметр |       | Внутренний диаметр |      | Вес (кг/3м) |
|----------|------------------|-------|--------------------|------|-------------|
|          | мм               | дюйм  | мм                 | дюйм |             |
| НW (НWT) | 114.3            | 4-1/2 | 101.6              | 4    | 50.5        |

Конструкция скважины представлена на рисунке 2.2

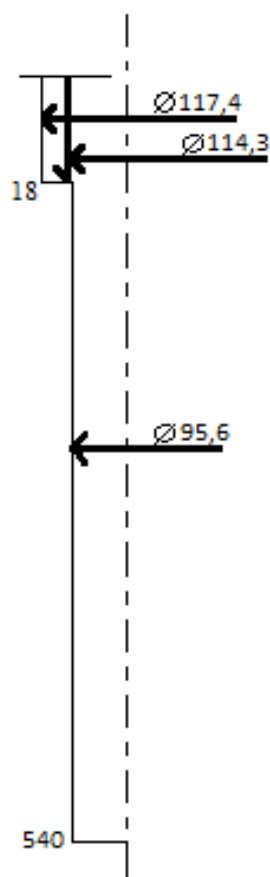


Рисунок 2.3 – Конструкция скважины

## 2.4. Выбор буровой установки

Глубина скважины составляет 540 м при конечном диаметре 95,6 мм. Исходя из этих параметров, а также учитывая дополнительное оборудование,

допускается выбор станка колонкового бурения Atlas Copco – Christensen CS14, которая сочетает в себе простоту в эксплуатации, несложность конструкции, высокое качество и надежность. Глубина бурения может достигать от 400 до 800 м, в зависимости от оборудования. Установка CS14 оснащена двигателем Cummins, отвечающим требованиям к экологической безопасности Stage II. Панель управления отличается доступным расположением приборов, наглядной маркировкой и четкой индикацией. С нее бурильщик может управлять всеми операциями, необходимыми для высокопроизводительного бурения. Ограждения вращательного блока, подъемника и лебедки делают установку более безопасной и отвечающей требованиям СЕ.

Процесс подготовки к работе занимает мало времени, легко приводится в рабочее положение и благодаря выталкиваемой мачты обеспечивает более точное ориентирование бура.

Производительному бурению способствует современный и мощный трубодержатель бурового станка, а также многообразие вариантов заводской комплектации в который входят: гидравлический штангодержатель, гидравлический смеситель бурового раствора, инструмент для отвинчивания шпинделя, гидравлический насос Trido 140 Н. Установка CS 14 смонтирована на колёсном шасси. В установке воплощены доказавшие свою эффективность технологии алмазного бурения, а скорость вращения колонкового бура, его номинальные характеристики и диаметр зажимного патрона наилучший образом соответствуют буровым скважинам диаметром 60-123 мм, где используются как обычные, так и тросовые штанги. (см. Рисунок 2.3). Свой выбор буровой установки считаю рациональным так как во многом CS14 сократит затраты времени, материальных ресурсов и соответственно получим отличные экономические показатели бурения. Основные технические характеристики Christensen CS14 приведены в таблице 2.7.

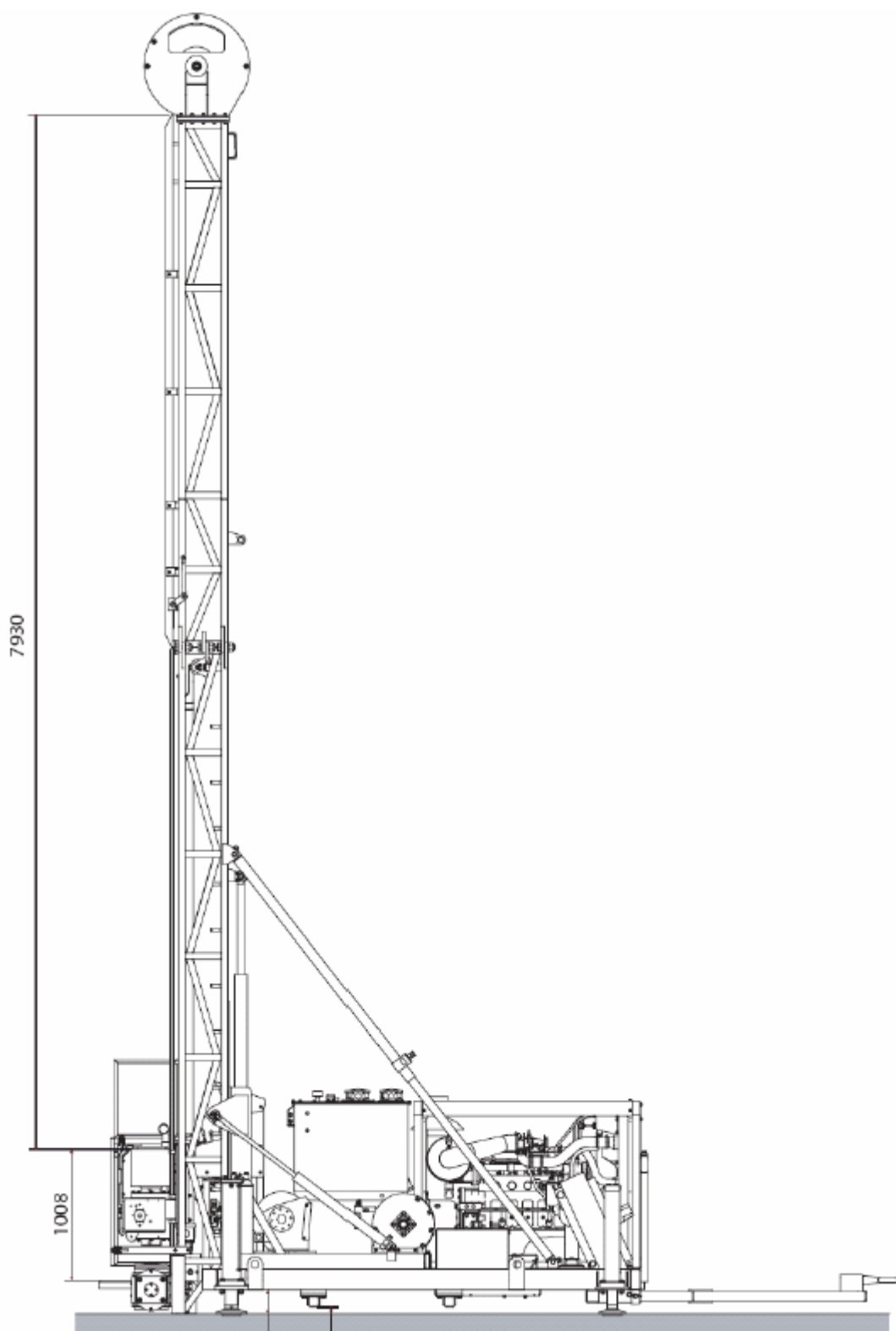


Рисунок 2.4 – Буровая установка Christensen CS14

Таблица 2.7 – Техническая характеристика буровой установки Christensen CS14

| <b>Характеристики</b>                                                             |               |                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|
| Размер бурильной трубы, мм                                                        |               | Прибл. глубина бурения, м                  |
| НК/HQ ( $\approx 99$ )                                                            |               | 800                                        |
| <b>Матча и рама податчика</b>                                                     |               |                                            |
| Ход подачи                                                                        |               | 3500 мм                                    |
| Режим подачи                                                                      |               | быстрый/медленный (с плавной регулировкой) |
| Усилие подачи                                                                     |               | 59,6 кН                                    |
| Усилие подъема                                                                    |               | 140,0 кН                                   |
| Угол наклона скважины                                                             |               | 45°-90°(вниз)                              |
| Макс. длина свечи                                                                 |               | 6,09 м                                     |
| <b>Вращатель и гидропатрон</b>                                                    |               |                                            |
| Привод                                                                            |               | а/п реверс. гидромотор                     |
| Редуктор с 4” цепью, перед. отношение 2,5                                         |               |                                            |
| Внутр. диаметр гидропатрона                                                       |               | 117 мм                                     |
| Усилие удержания                                                                  |               | 18143 кг                                   |
| Закрытие – пружины, открытие гидравлика, устройство отведения вращателя в сторону |               |                                            |
| <i>Перед. отношение</i>                                                           | <i>Об/мин</i> | <i>Кр. момент, Нм</i>                      |
| ступень 1, 6,63:1                                                                 | 129-227       | 5573-3483                                  |
| ступень 2, 3,17:1                                                                 | 270-432       | 2665-1665                                  |
| ступень 3, 1,72:1                                                                 | 498-796       | 1496-904                                   |
| ступень 4, 1,00:1                                                                 | 856-1369      | 841-525                                    |

| <b>Силовая установка и гидросистема</b>        |                                                             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Двигатель                                      | CUMMINS, QSB5.0-C                                           |
| Мощность                                       | (5,9 л, 6 цилиндров)<br>212 лс (158 кВт)<br>при 1800 об/мин |
| Тип двигателя                                  | TURBO, дизель, водяное<br>охлаждение                        |
| <b>Основная лебедка</b>                        |                                                             |
| Грузоподъемность при одинарной<br>ветви каната | 80 кН                                                       |
| Скорость наматыв. (пустой барабан)             | 44 м/мин                                                    |
| Емкость барабана/диам. каната                  | 35 м/16 мм                                                  |
| <b>Лебедка ССК</b>                             |                                                             |
| Емкость барабана<br>при диаметре троса 4,76 мм | 1830 м                                                      |
| при диаметре троса 6,35 мм                     | 975 м                                                       |
| Грузоподъемность<br>пустой барабан             | 11,9 кН                                                     |
| полный барабан                                 | 3,0 кН                                                      |
| Скорость наматывания<br>пустой барабан         | 114 м/мин                                                   |
| полный барабан                                 | 453 м/мин                                                   |

### 2.4.1. Выбор бурильных труб

В соответствии с разделом 2.3.1 были выбраны бурильные трубы от Atlas Copco с съёмным керноприёмником диаметром 88,9 мм, размеры и вес которого указан в таблице 2.3. Допустимая глубина для выбранных труб HQ составляет 1500 м., имеют прочную, поверхностно закаленную и термически обработанную резьбу (см. Рисунок 2.5). Следует отметить гибкость средней части трубы.

Максимальный крутящий момент – 1350 Нм;

Максимальное тяговое усилие – 200 кН.



Рисунок 2.5 – Резьба HQ

### 2.4.2. Буровой насос

Для бурения скважин на данном участке в комплект с установкой входит буровой насос TRIDO-140Н. Характерная конструкция насоса с тремя цилиндрами обеспечивает постоянный равномерный поток жидкости с минимальными флуктуациями. TRIDO 140 оборудован шаровыми клапанами с седлами из нержавеющей стали и удобны в обслуживании даже в самых неблагоприятных условиях эксплуатации. Гильзы цилиндров выполнены из нержавеющей стали с керамическим уплотнением, обеспечивающим исключительно высокую износостойчивость. Аккумулятор, клапан с регулируемым равномерным потоком или другие вспомогательные приспособления могут быть смонтированы непосредственно в распределительном блоке. Обладает теоретическим максимум производительности 140 л/мин, и максимальным давлением 70 бар. (Рисунок 2.5)

### 2.4.3. Буровая мачта. Буровое здание

Удлинитель мачты (1) располагается в верхней части мачты. Со стандартным складным удлинителем мачты общая длина удлинения мачты составляет 4,5 м. С кронблоком общая длина 10 м. Кронблок (2) расположен на удлинителе мачты. В качестве опор мачты можно использовать трёхметровые

алюминиевые трубы диаметром 49 мм. Тросовая лебедка устанавливается на стойке мачты и не требует перемещения при изменении угла бурения.

Буровое здание Дальнетеххимзащита (ДТХЗ), производится в г. Новосибирске, состоит из следующих элементов: 1) не разборное санное основание и доборные консольные элементы, увеличивающие рабочую ширину пола; 2) сборно-разборное помещение из отдельных стеновых и потолочных панелей; 3) стандартный комплект вспомогательных металлоконструкций:

- усиленное транспортное дышло;
- лестница для подъема на крышу;
- подпорные стойки (для потолочных панелей);
- трапы (к воротам и запасному выходу);
- разборное ограждение по кровле и к трапам;
- потолочные крышки;
- водогрейная печь;
- верстак;
- приставные ступени;
- разборный каркас защитного чехла мачты;
- выносные крепления для домкратов (фланцы на санях).

Комплект бурового разборного здания можно перевозить на трале, полуприцепе, ж/д платформе или в стандартном контейнере, что не требует дополнительных согласований и разрешений на перевозку, так как груз не габаритный.

Таблица 2.8 – Характеристика мачты

|                           |                                           |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| Ход подачи                | 3,5 м (11,5 фут)                          |
| Скорость подачи:          | ускоренная и замедленная,<br>регулируемые |
| Осевое давление:          | 59,6 кН (13390 фунт-сила)                 |
| Тяговое усилие:           | 138 кН (31020 фунт-сила)                  |
| Угол бурения:             | От 45 до 90 градусов                      |
| Длина вытягивания штанги: | 6,09 м (20 футов)                         |

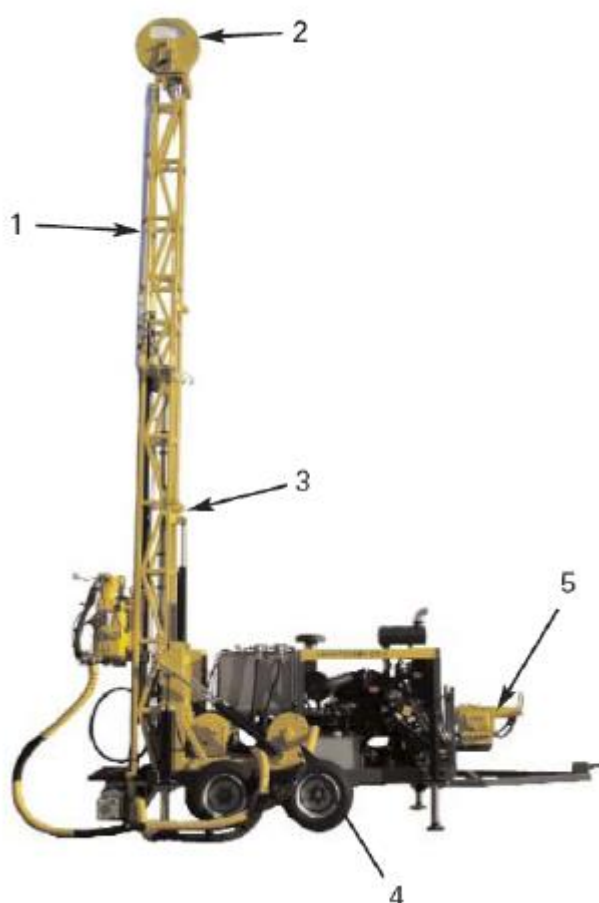


Рисунок 2.7 – Установка CHRISTENSEN CS14 с мачтой и лебёдкой:

1. Верхняя секция мачты; 2. Кронблок; 3. Скоба обратной опоры;
4. Тросовая лебёдка; 5. Водяной насос

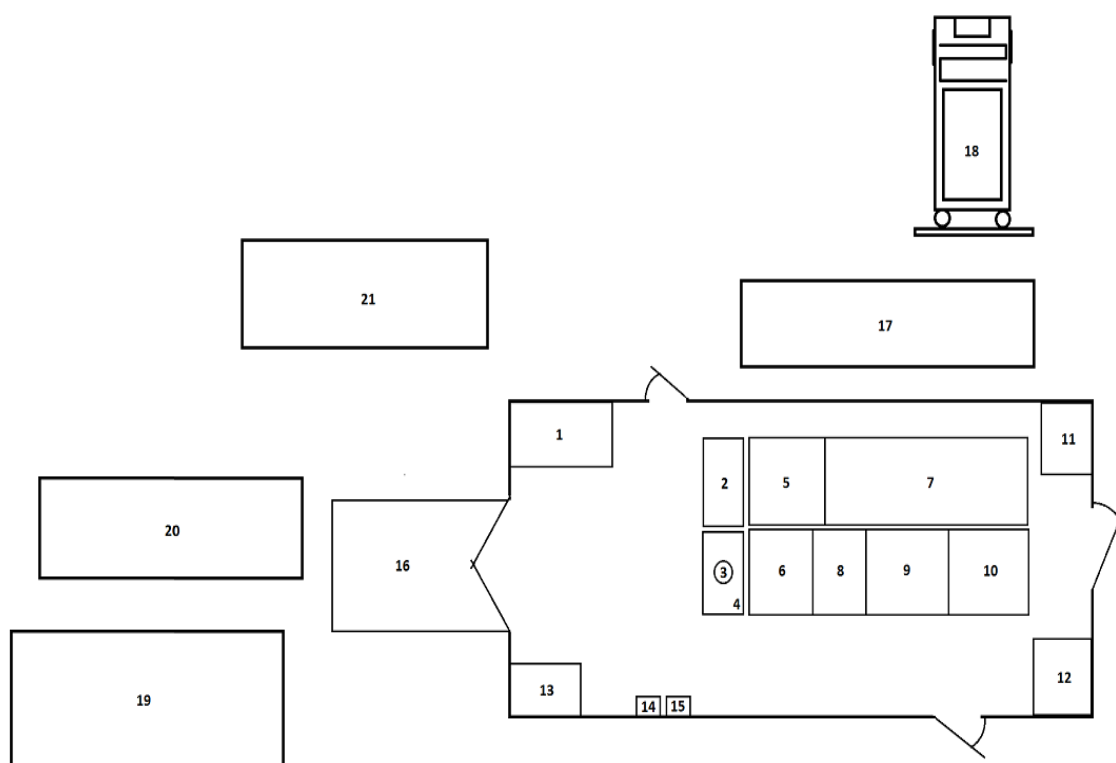


Рисунок 2.8 – Схема расположения техники и оборудования в буровом здании:

1-водогрейная печь, 2-панель управления, 3-трубодержатель, 4-вращатель, 5-гидравлическая система насосов, 6-главная лебедка, 7-дизельная силовая установка Cummins QSB5.0-C, 8-лебедка ССК, 9-топливный бак, 10-вентилятор охлаждения, 11-ящик с дополнительным оборудованием от аварийных ситуаций, 12-гидравлический насос TRIDO 140Н, 13-верстак и инвентарь для бурения, 14-противопожарный ящик с песком, 15- шкаф пожарный для огнетушителя, 16-трап для бурильных труб, 17-емкость с промывочной жидкостью, 18-место подъезда водовозки и размещение откатников, 19-вагон с буровыми штангами, 20-место подъезда самоходной каротажной станции, 21 – место высадки буровой бригады.

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

### **2.5.1. Проходка горных пород**

На протяжении всего интервала бурения будут использованы алмазные коронки.

Приведенный разрез, показанный в таблице 2.9, разделен на 4 интервала.

Интервал 0-18 м пройден в первую очередь импрегнированной коронкой HQ с отбором керна до более крепких пород, после чего башмачной коронкой HWT диаметром 117,4 под обсадку HW(HWT). Внутренний диаметр башмака обсадной трубы не определяется алмазами и совпадает с внутренним диаметром обсадной трубы, что позволяет колонковому буру свободно проникать сквозь обсадную трубу. Интервал 0-64 м пройден алмазной коронкой HQ HERO 9 (95,6). Интервал 64-250 м аналогичной алмазной коронкой HQ. Интервал 250-540 пройден алмазной коронкой HQ HERO 11(95,6 мм).

Таблица 2.9 – Проектный геологический разрез

| Породы                                                                                                                                                                                                    | Глубина подошвы, м | Категория пород по буримости | Мощность слоя |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------|
| Техногенные отложения                                                                                                                                                                                     | 0-15               | VIII                         | 15            |
| Сланцы кварцево-двуслюдяные свилеватые с прожилками кварца и карбонатов                                                                                                                                   | 15-290             | IX                           | 290           |
| метасоматически измененные сланцы (окварцованные, графитизированные, серицитизированные)                                                                                                                  | 290-360            | IX<br>X                      | 70            |
| Рудная зона: Сланцы углерод-кварц-слюдистые, кварц-серицит-углеродсодержащие, темно-пятнистые с прожилковым окварцеванием и прожилково-вкрапленной минерализацией пирротина, пирита, арсенопирита (до 2%) | 360-480            | IX<br>XI                     | 120           |
| Бедное оруденение среди пятнистых кварц-слюдистых сланцев                                                                                                                                                 | 480-540            | IX<br>XI                     | 60            |

Коронки Boart Longyear со вставными алмазами представляют собой последнее слово в промышленных технологиях алмазных инструментов. Превосходят предыдущие линейки как по скорости бурения, так и по сроку службы наконечника бура. На стадии производства алмаз защищен от окисления и ухудшения качества поверхности. Имеется защита от преждевременного «выдергивания» алмаза. Увеличено число режущих граней, соприкасающихся с

породой. Существует множество стандартных конфигураций, которые можно выбирать на основе относительной твердости породы и состояния грунта.

Таблица 2.10 – Технические характеристики коронок

| Коронка          | Наружный диаметр $D_n$ , мм | Внутренний диаметр $D_v$ , мм | Удельная нагрузка $C_y$ , кН | Число ребер (секторов) | Категории по буримости |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| HWT              | 117,4                       | 99,8                          | 0,4                          | 10                     | VIII-X                 |
| HQ<br>HERO 9     | 95,6                        | 63,5                          | 0,9                          | 10                     | VIII-X                 |
| HQ<br>HERO<br>11 | 95,6                        | 63,5                          | 0,9                          | 10                     | IX-XII                 |

Таблица 2.11 – Зависимость удельных значений параметров от категории пород при алмазном бурении

| Категория горных пород по буримости | Удельная нагрузка $C_y$ , кН | Окружная скорость $V_0$ , м/с | Расход промывочной жидкости $q_t$ , л/мин (на 1 см диаметр коронки) |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| VIII                                | 0,60-0,75                    | 4-3                           | 12-8                                                                |
| IX                                  | 0,60-0,75                    | 4-3                           | 10-8                                                                |
| X                                   | 0,75-0,90                    | 3-2                           | 8-7                                                                 |
| XI                                  | 0,90-1,20                    | 3-2                           | 8-6                                                                 |
| XII                                 | 1,00-1,50                    | 2-1,5                         | 8-6                                                                 |

Осевая нагрузка на алмазные коронки  $G_0$  (кН) определяем по формуле

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S,$$

где:

$\alpha$ -коэффициент учитывающий трещиноватость и абразивность пород; для монолитных, малоабразивных пород  $\alpha = 1$ , для трещиноватых и сильноабразивных  $\alpha = 0,7-0,8$ ;  $C_y$  – удельная нагрузка на  $1 \text{ см}^2$  рабочей площади торца коронки, кПа;  $S$  – рабочая площадь торца алмазной коронки,  $\text{см}^2$

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

где:

$D_H$  и  $D_B$  – соответственно, наружный и внутренний диаметры коронки, см;  $\beta$  – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов; для большинства алмазных коронок  $\beta = 0,8$ , для зубчатых  $\beta = 0,6$ .

Частота оборотов при алмазном бурении определяется так же, как и при бурении, твердосплавными коронками, по формуле:

$$n = \frac{20V_0}{D_c},$$

где

$V_0$  – окружная скорость коронки, м/с.

$D_c = \frac{D_H + D_B}{2}$  – средний диаметр коронки, м.

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

$$Q = k \cdot q_T \cdot D_H,$$

где:

$D_H$  – наружный диаметр коронки,  $q_T$  – удельное количество подаваемой жидкости, л/мин на  $1 \text{ см}$  наружного диаметра  $D_H$  алмазной коронки;  $k$  – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород; для монолитных и малоабразивных пород  $k=1$ , для абразивных и сильноабразивных пород  $k=1,3-1,4$ .

Рассчитываем осевую нагрузку, частоту оборотов и интенсивность промывки для алмазной коронки типа НВТ.

$$G_0 = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 24 = 7,7 \text{ кН},$$

$$S = 0,8 * \frac{\pi}{4} * (11,74^2 - 9,98^2),$$

$$n = \frac{20V}{D_c} = \frac{20 \cdot 0,7}{0,11} = 127 \text{ об/мин},$$

$$D_c = \frac{D_H - D_B}{2} = \frac{95,6 + 63,5}{2} = 79,5 \text{ мм} \approx 0,08 \text{ м}$$

$$Q = 1,4 \cdot 8 \cdot 11,74 = 131 \text{ л/мин}$$

По аналогии рассчитываем осевую нагрузку, частоту оборотов и интенсивность промывки для алмазных коронок НQ.

Все расчеты заносим в таблицу по расчету режимных параметров.

Таблица 2.12 – Сводные сведения по расчету режимных параметров

| № | Интервал, м | Порода                         | ПРИ | D <sub>H</sub> , мм | Осевая нагрузка, даН    |                          |                           | Частота, об/мин               |             |              | Расход ПЖ, л/мин |             |              |
|---|-------------|--------------------------------|-----|---------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|------------------|-------------|--------------|
|   |             |                                |     |                     | Удельная G <sub>y</sub> | Расчетная G <sub>p</sub> | Уточненная G <sub>0</sub> | Окружная V <sub>0</sub> , м/с | Расчетная n | Уточненная n | q <sub>г</sub>   | Расчетная Q | Уточненная Q |
| 1 | 0-15        | Техногенные отложения          | HWT | 117,4               | 40                      | 770                      | 800                       | 0,7                           | 127         | 150          | 8                | 131         | 120          |
| 3 | 15-360      | Сланцы окварцованные           | HQ  | 95,6                | 90                      | 2880                     | 2800                      | 4                             | 1000        | 800          | 7                | 66,9        | 60-40        |
| 4 | 360-540     | Сланцы углерод-кварц-слюдистые | HQ  | 95,6                | 90                      | 2880                     | 2800                      | 4                             | 1000        | 800          | 7                | 66,9        | 60-40        |

## 2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому

Кварцито-сланцы представляют собой достаточно прочный материал, метасоматически измененный в дальнейшем уплотненный. Отличительными признаками являются прожилково-вкрапленные минералы пирротин, пирит, арсенопирит имеющие серебристый, бронзовато-желтый или золотистый оттенок.

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

Средства для отбора керна при бурении с прямой промывкой, представлены на рисунке 2.8. Перемещаясь в колонковой трубе, прямой поток промывочной жидкости омывает керна. Частицы разрушенной горной

породы(шлама) перемещаются к забою и выносятся через промывочные каналы коронки и по затрубному пространству вымываются из скважины. Промывка скважин при бурении снарядами ССК имеет минимальный кольцевой зазор между стенками скважин, что создает гидравлическое сопротивление в затрубном кольцевом сечении и в колонковой трубе. Необходимо для наилучшей очистки использовать раствор с минимальным гидросопротивлением, к которому относятся полимерные и эмульсионные жидкости.

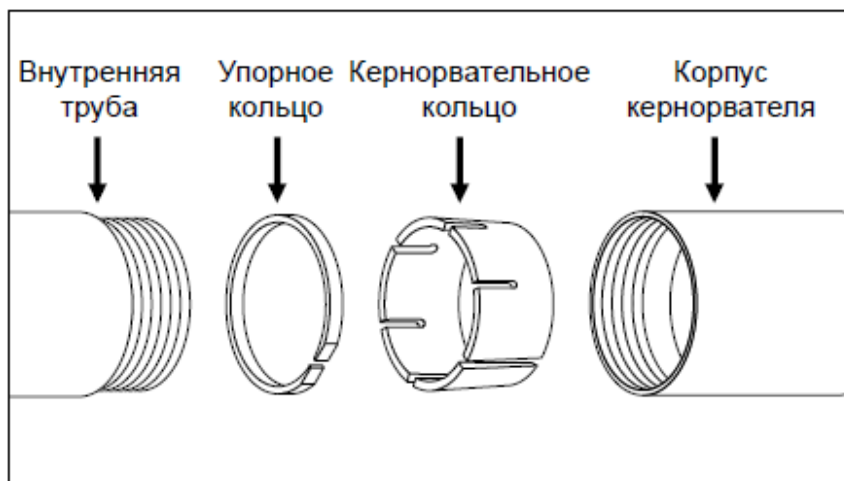


Рисунок 2.9 – Схема технического средства отбора керна

Преимуществами ССК является следующее: повышение производительности за счет снижения затрат времени на СПО; бурение с подъемом керна без подъема бурильных труб, рейс продолжается до необходимости замены коронки; применение ССК уменьшает разрушение стенок скважины при СПО и позволяет упростить, удешевить конструкцию скважины; снаряд ССК устанавливается в колонковой трубе так, что он во время бурения не вращается и поток промывочной жидкости не попадает в центр керна, а движется по кольцевому зазору между колонковой трубой и кернаприемником, таким образом керна защищается от разрушения.

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

В качестве промывочного агента предполагается использование химических добавок, не загрязняющих окружающую среду и не обладающих токсичностью.

Из предложенных продуктов для очистного агента Atlas Copco Craelius используем 3 основных:

### **Superdrill**

При бурении твердых пород он продлевает срок службы буровой коронки и увеличивает проходку, снижая трение и вибрацию в скважине. Дешевле растворимого масла (применяется в количествах 10 раз меньше).

### **Supermix**

При бурении рыхлых пород повышает вынос керна. Легко смешивается, стабилизирует стенки скважины, уменьшает трение, облегчает извлечение обсадных труб. Транспортировка не сложна, не требует хранения больших объемов. Снижает расход воды, предотвращает образование глинистой корки. Дает более густой буровой раствор, облегчая удаление бурового шлама и промывку.

### **Флокулянты Praestol**

Органическое, синтетическое, высокомолекулярное вспомогательное средство флокуляции на основе полиакриламида. В водном растворе они показывают нейтральное, т.е. неионогенное поведение. Грануляты представляют собой белые, зернистые, сыпучие, слабопылящие продукты с гранулометрическим составом от 0,5 до 0,8 мм. Эмульсии представляют собой вязкие, хорошо текучие гелиевые дисперсии. Не содержащие масла дисперсии имеют несколько большую вязкость, чем эмульсия вода-в-масле, что в свою очередь стабилизирует стенки скважины, имеет хороший вынос шлама, снижает трение и вибрацию в скважине.

На всем интервале скважины предполагается использовать: флокулянт Praestol (500 гр. на 2500 л воды) и Superdrill (4 литра на 2500 л воды). Полученный раствор должен давать 100% извлечения керна с одновременным увеличением срока службы бура и повышать скорость проходки примерно на 10%. Было так же обнаружено, что в процессе забурки скважины, а также на всем интервале при добавлении 0,4 литра Supermix на 2000 литров воды полностью исчезала вибрация.

Вышеуказанные химические добавки представляют собой не загрязняющую окружающую среду, биологически разлагаемые смеси жиров, комплексных полимеров или поверхностно-активных веществ.

В качестве оборудования для приготовления промывочной жидкости будет использоваться автономная гидравлическая винтовая мешалка с выполненной на заводе герметизацией (Рисунок 2.9), которую периодически необходимо проверять на утечки.



Рисунок 2.9 – Автономная гидравлическая винтовая мешалка

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

Данным проектом предусмотрено применение обсадных труб резьбового соединения. Диаметр обсадных труб НWT составляет 114,3 мм (таблица 2.14). Обсадные трубы применяются для задания направления и перекрытия верхнего насыпного грунта (отвалы), который может составлять от 1 до 20 м. Для закрепления интервал 0-18 м понадобится 6 обсадных труб длиной 3 м.

Таблица 2.14 – Основные размеры обсадных труб резьбового соединения.

| РАЗМЕР    | Наружный диаметр |       | Внутренний диаметр |      | Вес (кг/3м) |
|-----------|------------------|-------|--------------------|------|-------------|
|           | мм               | дюйм  | мм                 | дюйм |             |
| НWT (НWT) | 114.3            | 4-1/2 | 101.6              | 4    | 50.5        |

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

- 1) работы, связанные с подготовкой обсадных труб и башмачной коронки;
- 2) работы связанные с подготовкой самой скважины.

Первый вид работ проводится в следующей последовательности:

- расчет количества труб, необходимых для крепления скважины;
- подготовка вращателя, зажимных плашек в патроне, и перехода с сальника вертлюга на обсадную трубу;
- накручивание башмака и начало бурения.

Перед бурением башмачной коронкой скважину предусматривается пробурить с отбором керна диаметром 95,6 мм и интенсивно промыть промывочной жидкостью. После окончания буровых работ, обсадные трубы извлекаются.

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

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

Исходные данные: глубина скважины – 540 м, буровая установка – ПБУ-800 Christensen CS 14. Мощность двигателя – 158 кВт, начальный зенитный угол скважины 73°, горная порода – сланцы углерод-кварц-слюдистые углеродсодержащие, бурильные трубы – Atlas Copco со съемным керноприёмником – 88,9 мм, конечный диаметр скважины – 95,6 мм, очистной агент – полимерный раствор.

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

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

$$N_{\text{Б}} = N_{\text{СТ}} + N_{\text{ТР}} + N_{\text{з}} = 31 + 40 + 18 = 89 \text{ кВт}$$

## 2.7.2. Определение затрат мощности для привода силовой кинематики станка

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

$$N_{СТ} = N_{ДВ} \cdot (0,75 + 0,00012 \cdot n)$$

где  $N_{ДВ}$  – номинальная мощность привода (двигателя) станка.

$$N_{СТ} = 158 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 1000) = 31 \text{ кВт}$$

## 2.7.3. Определение затрат мощности на вращение колонны бурильных труб

При высоких частотах вращения (свыше 500 об/мин) В.Г. Кардышем, Б.В. Мурзаковым и А.С. Окмянским предлагается уточнённая формула, которая при незначительном преобразовании (В.Г. Храменков) приводится к виду:

$$\begin{aligned} N_{тр} &= K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 \\ &\cdot \left[ 1,6 \cdot 10^{-8} (1 + 0,6i) \frac{0,9 + 0,2\delta}{1 + 0,013\delta} \cdot \frac{Dq}{(EJ)^{0,16}} \cdot n^{1,85} L_{СКВ}^{0,75} \right. \\ &\cdot \left. (1 + 0,44 \cdot \sin \theta_{ср}) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot \delta \cdot n \cdot G_{ос} \right] \\ &= 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \\ &\cdot \left[ 1,6 \cdot 10^{-8} (1 + 0,6 \cdot 1,5) \frac{0,9 + 0,02 \cdot 3,3}{1 + 0,013 \cdot 3,3} \cdot \frac{95,6 \cdot 11,5}{(2 \cdot 10^6 \cdot 126,7)^{0,16}} \right. \\ &\cdot \left. 800^{1,85} 540^{0,75} \cdot (1 + 0,44 \cdot \sin 77^\circ) + 2 \cdot 10^{-7} \cdot 3,3 \cdot 800 \cdot 2880 \right] \\ &= 40 \text{ кВт} \end{aligned}$$

где:

$L_{СКВ}$  – глубина скважины в метрах;

$K_1 = 0,6$  – при применении эмульсионных растворов;

$K_2 = 1$  – при нормальном геологическом разрезе;

$K_3 = 1$  – для ниппельного соединения бурильных труб;

$K_4 = 1.1$  – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением (кривизна 0,25 – 0,30 мм на 1 м);

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

$E = 2 \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup> – модуль продольной упругости для стали;

$\delta$  – зазор (в мм) между стенками скважины и бурильными трубами;

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

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

$q$  – средняя масса 1 м бурильных труб, кг/м;

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

$D$  – диаметр скважины, мм;

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

Зазор между стенками скважины и бурильными трубами (в мм) равен:

$$\delta = 0,5(D - d_{\text{н}}) = 0,5 * (95,6 - 89) = 3,3 \text{ мм}$$

Средний зенитный угол скважины при неизменной интенсивности искривления по глубине скважины может быть определен по формуле:

$$\theta_{\text{ср}} = \theta_0 + 0,005 * i * L_{\text{СКВ}} = 73^\circ + 0,005 * 1,5 * 540 = 76,91^\circ$$

Округляем полученное значение до 77°

При неизменной интенсивности искривления по глубине скважины.

#### **2.7.4. Определение затрат мощности на работу породоразрушающего инструмента**

При бурении алмазными коронками горных пород выше VII категорий по буримости забойная мощность  $N_3$  (в кВт) определяется по формуле:

$$N_3 = 2,67 * 10^{-7} * (\mu_0 + 16,7 * \text{ГП} * \frac{V_{\text{мех}}}{n}) * (D_{\text{н}} + D_{\text{в}}) * G_{\text{ос}} * n$$

где:

$\mu_0$  – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о горную породу;

ГП – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства горных пород и характер разрушения;

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

$D_{\text{н}}$  и  $D_{\text{в}}$  – наружный и внутренний диаметры коронки, мм;

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

$$N_3 = 2,67 \cdot 10^{-7} \cdot \left(0,08 + 16,7 \cdot 6,5 \cdot \frac{0,75}{800}\right) \cdot (95,6 + 63,5) \cdot 2880 \cdot 800 \\ = 18 \text{ кВт}$$

### 2.7.5. Определение запаса прочности бурильных труб в любом сечении сжатой части колонны

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

Предел текучести для стали 36Г2С составляет 5000 кгс/см<sup>2</sup>

Запас прочности бурильных труб для любого сечения сжатой части определяется по формуле:

$$n_{\text{сж}} = \frac{[\sigma_{\text{м}}]}{\sigma_{\Sigma\text{с}}} \geq 1,7$$

где:

$\sigma_{\text{м}}$  – предел прочности материала бурильных труб, кгс/см<sup>2</sup>

$\sigma_{\Sigma\text{с}}$  – суммарное напряжение от одновременного действия сил сжатия, изгиба и кручения:

$$\sigma_{\Sigma\text{с}} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{изг}})^2 + 4\tau_{\text{кр}}^2}$$

где:

$\sigma_{\text{сж}}$  – напряжение сжатия, кгс/см<sup>2</sup>:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{\varphi \cdot P_{\text{сж}}}{F} = \frac{1,2 \cdot 983}{40,1} = 29,5 \text{ кгс/см}^2$$

где:

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы; для труб ниппельного соединения  $\varphi = 1,2$ ;  $P_{\text{сж}}$  – усилие сжатия в рассматриваемом сечении, кгс.

$$P_{\text{сж}} = q \cdot z \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{\text{ж}}}{\gamma_{\text{ж}}}\right) \cdot (\cos\theta_{\text{ср.з}} - f_{\text{тр}} \cdot \sin\theta_{\text{ср.з}})$$

В сечении бурильных труб у забоя  $P_{сж} = 983$  кгс

Сечение бурильных труб  $F$  (в  $\text{см}^2$ ):

$$F = \frac{\pi}{4} * (d_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2) = \frac{3,14}{4} * (9,56^2 - 6,35^2) = 40,1 \text{ см}^2$$

где  $d_{\text{н}}$  и  $d_{\text{в}}$  соответственно наружный и внутренний диаметры бурильных труб, см.

Напряжение изгиба  $\sigma_{\text{изг}}$  (в  $\text{кгс/см}^2$ ) вызывается потерей устойчивости буровой колонны и определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 * EJ * f}{l^2 * W_{\text{изг}}};$$

где:

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

$EJ$  – жесткость бурильных труб,  $\text{кгс/см}^2$ ;

$E$  – модуль продольной упругости для стали  $E = 2 \cdot 10^6$   $\text{кгс/см}^2$ ;

$J$  – экваториальный момент инерции сечения бурильных труб,  $\text{см}^4$

$$J = \frac{\pi}{64} * (d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4) = \frac{3,14}{64} * (9,56^4 - 6,35^4) = 330 \text{ см}^4$$

где:

$f$  – стрела прогиба бурильных труб в рассматриваемом сечении, см:

$$f = 0,5 * (D - d_{\text{н}})$$

где:

$D$  – диаметр скважины с учетом разработки стенки (или внутренний диаметр обсадных труб), см.

$W_{\text{изг}}$  – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе,  $\text{см}^3$ :

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi}{32} * \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}} = \frac{3,14}{32} * \frac{9,56^4 - 6,35^4}{9,56} = 69,04 \text{ см}^3$$

где:

$\omega$  – угловая скорость вращения,  $\text{с}^{-1}$ :

$$\omega = \frac{\pi * n}{30}$$

Напряжение кручения  $\tau_{\text{кр}}$  (в  $\text{кгс/см}^2$ ) определяется по формуле:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}$$

где:

$M_{кр}$  – крутящий момент на вращение части колонны, расположенной ниже рассматриваемого сечения, и на вращение породоразрушающего инструмента с разрушением горных пород, кгс·см;

$W_{кр}$  – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при кручении, см<sup>3</sup>

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} * \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}$$

$$M_{кр} = 94700 * \frac{N}{n}$$

где:

$N$  – мощность на вращение части колонны, расположенной ниже рассматриваемого сечения, и на работу породоразрушающего инструмента, кВт;

$n$  – частота вращения, об/мин.

При рассмотрении сечения у забойной части колонны,  $N'$  рассчитали по формуле из пункта 6,2 со средним зенитным углом определенным по формуле

$$\theta_{срз} = \theta_0 + 0,005 \cdot (L_{HZ} + L_{KZ}) \cdot i$$

$N' = 40$  кВт, далее находим  $N = N' + N_3 = 40 + 18 = 58$  кВт,

$$M_{кр} = 94700 * \frac{N}{n} = 94700 * \frac{58}{800} = 6865,75 \text{ кгс} * \text{см}$$

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} * \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H} = \frac{3,14}{16} * \frac{9,56^4 - 6,35^4}{9,56} = 138 \text{ см}^3$$

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{6865,75}{138} = 50 \text{ кгс/см}^2$$

$$\omega = \frac{\pi * n}{30} = \frac{3,14 * 800}{30} = 84 \text{ с}^{-1}$$

$l$  – длина полуволны прогиба бурильных труб, м:

$$l = \frac{10}{\omega} * \sqrt{-0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}}$$

$$= \frac{10}{84} * \sqrt{0,5 * 540^2 + \sqrt{0,25 * 540^2 + \frac{0,7 * 10^6 * 330 * 84^2}{10^3 * 4,8 * 9,8}}} = 4,6 \text{ м}$$

где:

$g$  – 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, м,  $z = L = 540$

м.

При расчетной  $l$ , которая меньше длины бурильной трубы  $l_{\text{бт}}$ , значение  $l_{\text{бт}}$  принимается равным  $l$ .

Так как  $l < l_{\text{бт}}$ , то значение  $l$  принимается равным  $l = l_{\text{бт}} = 4,6 \text{ м} = 460 \text{ см}$

$$f = 0,5 * (9,56 - 8,9) = 0,33 \text{ см}$$

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3,14^2 * 0,7 * 10^6 * 330 * 0,33}{460^2 * 69,04} = 51,45 \text{ кгс/см}^2$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma c} = \sqrt{(29,5 + 51,45)^2 + 4 * 50^2} = 128,6 \text{ кгс/см}^2$$

Резьбовое соединение

$$n_{\text{сж}} = \frac{3300}{128,6} = 25,6 \geq 1,7$$

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

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

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

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

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

буровой снаряд на длительное время на забое или в призабойной зоне при прекращении вращения и промывки.

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

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

*Для предупреждения аварий при работе в скважине* необходимо: ознакомить каротажную бригаду перед производством работ с особенностями конструкции и состоянием скважины, с возможными зонами осложнений; проработать ствол скважины перед спуском геофизических и других скважинных приборов и снарядов; проверять соответствие кабеля (троса) глубине производимых работ, его целостность, прочность крепления скважинных приборов и устройств; прекратить спуск скважинных приборов при их затяжках, приборы поднять и повторить проработку скважины. Для предупреждения аварий из-за падения посторонних предметов в скважину необходимо: закрывать устье скважины при поднятых бурильных трубах; следить за исправностью ключей,

вилок, ручного инструмента, спуско-подъемных приспособлений; систематически проверять состояние деталей вращателя станка. Обрыв бурильных труб и развёртывание их при бурении; падение части колонны в скважину при спуско-подъёмных операциях. Во время каждого подъёма систематически осматривают бурильную колонну и своевременно выбраковывать дефекты и износы; учитывать продолжительность работы труб; применять бурильные трубы с диаметром наиболее близким к диаметру скважин; правильно отрабатывать бурильные трубы, чтобы износ был равномерным по всей длине колонны; следить за состоянием резьбовых соединений, свинчивать до отказа; принадлежности для спуско-подъёмных операций содержать в постоянной исправности.

Один из самых распространенных, многообразных, сложных и трудоемких типов аварии в разведочном бурении – прихваты. На их долю приходится до 60-80 % аварийного времени. Кроме того, обрывы, развертывания и падения инструмента часто сопровождаются прихватами или предшествуют им. С ростом глубин разведочного бурения и уменьшением диаметров скважин сложность и тяжесть прихватов, а также процесса их ликвидации непрерывно возрастают.

Для извлечения прихваченных колонковых и обсадных труб в первую очередь используются грузоподъемные устройства буровых установок: лебедки, талевые системы, гидроцилиндры. Если эти попытки оказались безрезультатными, то для ликвидации аварий применяется специальные инструменты:

1) *Домкраты* рекомендуются в тех случаях, когда сила прихвата меньше допустимых нагрузок на бурильную или обсадную колонну;

2) *Механизм для отвинчивания бурильных труб в скважине* используется при ликвидации прихватов в случае, когда возникает необходимость в последовательном развинчивании и извлечении на поверхность труб;

3) *Раструб* предназначен для обурирования прихваченных колонковых наборов без подъема обсадных труб и расширения ствола скважины;

4) *Прихватоопределители* – приборы для определения места прихвата колонн, принцип действия которых основан на изменении силы тока или магнитных свойств стали для деформации.

Мероприятия по предупреждению прихвата бурильной колонны:

1. При бурении скважин в неустойчивых или подвергающихся размыву породах необходимо применять качественные глинистые растворы, способные образовывать на стенках скважин тонкую и плотную корку.
2. При бурении с промывкой глинистыми растворами в неустойчивых породах рекомендуется добавлять к раствору 8-12% нефти, что уменьшает липкость глинистой корки и снижает относительную вязкость глинистого раствора. Во время бурения с промывкой водой нефть добавлять не следует.
3. Скорость восходящего потока промывочной жидкости должна быть не менее 1,2 м/сек.
4. Промывочная жидкость должна систематически очищаться от выбуренной породы путем установки циркуляционной системы рациональной конструкции или механических устройств.
5. При спуске инструмента в скважину необходимо систематически прорабатывать участки, сложенные пучащимися или оползающими породами, или участки, на которых могут образовываться толстые глинистые корки.
6. При допуске породоразрушающего инструмента к забою во избежание посадки его в осадок скважину необходимо промывать.
7. При бурении скважин с промывкой водой во избежание засасывания шлама породоразрушающим инструментом необходимо после окончания бурения приподнять инструмент на 15-20 м и держать его в таком положении 3-5 мин.
8. По окончании бурения скважину следует проработать на длину рабочей трубы с одновременной промывкой.
9. При бурении скважин с частичным поглощением промывочной жидкости не допускать полного ее израсходования из приемных емкостей циркуляционной системы.
10. В случае вынужденных простоев, возникающих вследствие неисправности буровой установки или ее силового привода, при спущенном на забой скважины буровом инструменте необходимо принять меры к отрыву его от забоя и подъем хотя бы на несколько метров. После того, как инструмент будет

поднят выше забоя, его рекомендуется систематически проворачивать ротором, одновременно опуская на 5-10 см. Категорически воспрещается держать инструмент без движения.

## **2.9. Выбор источника энергии**

Силовой привод – двигатели и передаточные устройства, приводящие в движение исполнительные механизмы буровых установок. К вращательному бурению и основным потребителям энергии буровой установки – лебедке вращателю, буровым насосам предъявляют определенные требования.

Силовые приводы подразделяются:

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

Силовой привод буровой установки подразделяется на 3 вида:

- индивидуальный (каждая машина установки имеет отдельный двигатель);
- групповой (один двигатель через трансмиссию приводит в работу все механизмы установки);
- многодвигательный (привод, когда каждый рабочий орган машины снабжен двигателем).

## **2.10. Механизация спускоподъемных операций**

Состав работ при СПО: сборка бурового снаряда и спуск его в устье скважины; присоединение бурильных труб и спуск колонны с буровым снарядом до забоя. Подъем снаряда может быть связан: с износом коронки, при невозможности посадки керноприемной в колонковый снаряд (причиной чему может являться кусок керна застрявший в коронке или колонковой) и при выполнении всех операций, связанных с бурением (углубкой) скважины. При этом колонну бурильных труб разбирают свечи. Свечи, составленные из одной штанги (в случае завершения скважины) и составленные из двух штанг (во всех остальных случаях). Выполняются эти операции с помощью лебедки станка и вращателем управляемым машинистом буровой установки, и комплекта

приспособлений для СПО, состоящего из трубного ключа и пробки, которыми управляет помощник машиниста буровой установки.

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

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

Все параметры бурения отображаются на панели управления или вынесены на расстояние которые в пределах видимости, на этой же панели располагаются органы управления.

Буровая установка ПБУ-800 Christensen CS14 оснащена:

1. Манометр давления промывочной жидкости;
2. Расходомер;
3. Датчик скорости вращения двигателя;
4. Датчик усилия подачи
5. Датчик усилия удержания
6. Датчик скорости вращения вращателя.

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

Монтажно-демонтажные работы непосредственно на участке проектируемых работ будет осуществляться силами буровых бригад. Перемещение буровой установки будет осуществляться буровой бригадой и бульдозеристом.

Для монтажа бурового оборудования и вагончика со снарядами необходимо разровнять площадку работ, подъездные пути и водоотводы. Площадь приготовленной площади должна быть не менее 30×30 м согласно ГОСТ.

Необходимая ширина проезжей части составляет 3,5 м. Среднее расстояние подъездных путей к проектным скважинам, с учетом необходимости подъезда к ним окружным путями, составит 1 км.

При перевозке буровой установки мачта должна быть установлена в транспортное положение. Буровые снаряды сложены отдельно в полувахту и в буровой вагон. Зумпф установлен на санях и имеет транспортное дышло.

Работы выполняются бульдозером KOMATSU 375A.

После установки буровой установки над проектной точкой устанавливают электроды контурного заземления в почвенный покров. Затем подвозят зумпф, буровой вагон и дополнительное оборудование. К зумпфу должен быть обеспечен подъезд водовозки на транспортной базе КАМАЗ и стоять два откатника по которым водитель должен ориентироваться. Вся территория работ должна быть обозначена светоотражающими конусами. Поставка дизельного топлива на карьере производится каждый день в 11:00 после чего помощник машиниста буровой установки должен заправить топливный бак установки и рядом стоящую бочку.

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

Перед перевозкой и после нее, а также перед каждой сменой производится ежедневный технический осмотр. Перевозка буровой установки осуществляется под руководством мастера с соблюдением соответствующих правил техники безопасности.

## **2.14. Ликвидация скважин**

После окончания бурения каждой скважины выполняются инклинометрия, ГК, КМВ, КМ и т.д., а так же геологи проводят описание керна, после чего скважина закрывается.

Отбуренная скважина не подлежит ликвидации до согласования с геологической и геодезической службами. Маркшейдеры проводят контрольные измерения координат устья скважин и в случае несоответствия проектных координат изменяет на фактические данные, которые автоматически передаются геологам.

После согласования составляется акт о закрытии (консервации) скважины и соответственно закрытие скважины. Из скважины извлекаются обсадные трубы и закрывается деревянной пробкой. На месте скважины устанавливается репер (опознавательный знак) с указанием номера скважины, профиля и года бурения.

### **3. Вспомогательные и подсобные цеха**

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

В собственности Олимпиадинского ГОКа находятся: мастерская с необходимым количеством металлообрабатывающих станков и сварочных цехов. Вследствие этого на различные виды ремонтных работ открывается наряд-допуск и после чего выполняется необходимый ремонт силами механической службы предприятия.

Техническое обслуживание и профилактические работы бурового оборудования выполняются буровой бригадой как на базе ГРП, так и на участке выполнения работ.

Планирование работ по ремонту или замене осуществляется по наработке часов по нормативу или в случае обнаружения неисправности при ежедневном техническом осмотре.

#### **3.2. Организация энергоснабжения**

Подключение участка проведения работ к сетям линий электропередач (ЛЭП) не предоставляется возможным из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Следовательно, целесообразным с экономической точки зрения, является организация энергоснабжения бурового здания и бурового вагончика при помощи автомобильного электрогенератора 24В установленного на двигателе Cummins, а так же в случае необходимости ремонтных работ организовывать энергоснабжение с помощью дизель-генератора номинальной мощностью 120 кВт.

#### **3.3. Организация водоснабжения и приготовление буровых растворов**

Процесс сооружения скважин связан с буровым раствором. В качестве основной промывочной жидкости при бурении был выбран полимерный раствор.

Для приготовления бурового раствора, водоснабжение предполагается использование «водовозки» на базе автомобиля КАМАЗ объемом 2500 л. Завоз воды осуществляется в среднем около 4 раз в смену, в зависимости от глубины и вида работ.

### **3.4. Транспортный цех**

Для организации работ на участке предполагается использование следующего транспорта:

1. Водовоз на транспортной базе КАМАЗа – доставка воды;
2. Полувахта на транспортной базе КАМАЗа – доставка бригады от жилого поселка до базы или до участка работ и обратно, а также транспортировка необходимого груза;

Остальной транспорт (бульдозер, бензовоз, передвижная каротажная станция) заказывается по мере его необходимости у начальника участка или карьера.

### **3.5. Диспетчерская служба**

Эффективность управления в золотодобывающей компании во многом зависит от уровня его организации. В целях проведения оперативного планирования, регулирования хода производства и систематического контроля за выполнением работы создаются органы оперативного регулирования производства.

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

Основная задача диспетчерской службы на карьере – обеспечение ритмичности работы всех подразделений на основе перспективных и оперативных планов, координация и контроль производственной деятельности, контроль обеспеченности подразделений организации необходимыми материалами, предупреждение и устранение нарушений стенок карьера, хода

производства, привлечение при необходимости соответствующих служб и подразделений организации.

Диспетчерская служба круглосуточно осуществляет оперативное руководство и ведет специальную документацию, с помощью которой контролирует ход работ.

Связь бурового мастера ГРП (который находится на скважине вместе с буровой бригадой) с диспетчером или начальником участка осуществляется посредством портативных радиостанций марки «Motorola».

Обязателен отчет о проделанной работе осуществляющийся мастером перед начальником участка перед сдачей смены 6:30 и 18:30.

## **4. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. СОВЕРШЕНСТВО ОЧИСТКИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

### **4.1. Назначение буровых растворов**

Назначение бурового раствора при бурении скважин:

1. очистка забоя от выбуренной породы;
2. вынос частиц породы на дневную поверхность;
3. охлаждение рабочих элементов долота;
4. создание противодавления на пласт при разбурировании многопластовых месторождений, в пластах которых содержатся различные вещества;
5. глинизированные стенок скважины с целью временного разобщения пластов друг от друга;
6. удержание выбуренной породы во взвешенном состоянии в периоды прекращения промывки скважины.

Исследования и практика бурения показывают, что не выполнение вышеизложенных пунктов раствором приводит к сложным и аварийным ситуациям.

Непосредственное влияние свойств бурового раствора на показатели бурения проявляется в том, что с изменением плотности и вязкости его изменяются условия очистки долота и скважины от выбуренной породы. Чем меньше вязкость, т.е. чем выше подвижность бурового раствора, тем быстрее он удаляет из забоя шлам и тем лучше его очищает. Значение плотности бурового раствора в этом процессе ниже значения вязкости.

Наиболее успешно очистка забоя от выбуренной породы осуществляется газом, а затем водой, глинистым раствором, тяжелым глинистым раствором. Механическая скорость бурения в зависимости от вида бурового раствора изменяется в таком же порядке.

## **4.2. Сложные геолого-технические условия**

Применение буровых растворов с регулируемыми свойствами оправданно требует значительных средств, с целью экономии затрат времени на работы, связанные с авариями, осложнениями, проработками и промывками, длительностью и результатами освоения.

### **4.2.1. Фильтрационная корка**

Для предотвращения притока пластовых флюидов в ствол скважины гидростатического давления столба бурового раствора должно превышать давления флюидов в порах породы. Сильных поглощений бурового раствора в пласт обычно не происходит благодаря тому, что его твердая фаза проникает в поры и трещины на стенке ствола скважины, образуя глинистую корку сравнительно низкой проницаемости, через которую может проходить только фильтрат. При высокой проницаемости глинистой корки она становится толстой, что уменьшает эффективный диаметр ствола и вызывает различные осложнения, например чрезмерный момент вращения бурильной колонны, затяжки при ее подъеме, а также высокое давление при свабировании и значительные положительные импульсы давления. Толстая корка может вызвать прихват бурильной колонны под действием перепада давления, что приведет к дорогостоящим ловильным работам.

### **4.2.2. Устойчивость ствола**

Поддержание устойчивости стенок скважины является одной из основных задач, которые приходится решать с помощью бурового раствора. Если вести бурение в не обсаженном стволе невозможно, то спускают обсадную колонну; причем совершенно ясно, что число обсадных колонн, которое может быть спущено в скважину, ограничено.

В этом разделе рассмотрим неустойчивость вызванную следствием физико-химических взаимодействий бурового раствора с глинистым сланцем. Разрушение ствола под действием растягивающих нагрузок, т.е. искусственное трещинообразование, рассматривается в главе посвященной поглощениям

Различные формы неустойчивости ствола, возникающей в результате взаимодействия между буровым раствором и глинистыми формациями, обязательно связаны с явлениями гидратации.

В тех случаях, когда глинистые отложения уплотняются под действием веса вышележащих осадочных пород, адсорбированная глинистыми минералами вода выжимается вместе с поровой водой. Количество остающейся воды зависит от глубины погружения типа и объемной доли глинистых минералов, присутствия обменных катионов на них и геологического возраста формации.

Поскольку гидратация пород на стенках скважины является во многих случаях главной причиной неустойчивости ствола или способствующей ей фактором, должны быть предприняты меры для её предотвращения.

### **4.2.3. Поглощения**

Циркулирующий буровой раствор в скважине может уходить в трещины, образующиеся вследствие чрезмерных давлений бурового раствора, в ранее существовавших открытых трещинах или в большой полости, обладающие структурной прочностью.

Для ликвидации поглощений использовали самые разные материалы, которые можно подразделить на следующие категории.

1. Волокнистые материалы, такие как измельченные стебли сахарного тростника, волокна хлопка, измельченная автомобильная покрышка, опилки обладающие сравнительно небольшой жесткостью и способные проникать под давлением в крупные отверстия.

2. Чешуйчатые материалы, такие как кусочки целлофановой пленки, чешуйки слюды, пластмассовые пластинки. Предполагается что эти материалы плотно прижимаются к поверхности пласта и таким образом перекрывают пустоты. Если этот материал обладает достаточной прочностью, чтобы выдержать давление бурового раствора, образуется плотная фильтрационная корка.

3. Зернистые материалы, такие как раздробленные карбонаты, которые обладают достаточной прочностью и жесткостью. Эти материалы, застревая

непосредственно в каналах, герметизируют их аналогично сводообразующей твердой фазе в породах нормальной пористости.

4. Растворы, прочность которых растет со временем, например гидравлический цемент, смеси дизельного топлива и бентонитового раствора.

#### **4.2.4. Прихват бурильных труб**

Прихваты бурильных колонн являются наиболее распространенной проблемой при бурении скважин. Предотвращение прихватов труб и ускорение их освобождения в случае возникновения имеют важное, значение для буровых операций.

##### *Причины прихвата труб*

Прихват бурильных труб может вызываться причинами, возможно даже нескольких:

1. Образование желобов на стенках скважины;
2. Частицы выбуренной и обвалившейся породы, а также посторонние предметы в скважине;
3. Ствол скважины с диаметром меньше номинального;
4. Перепад давления в стволе скважины;
5. Вяжущие вещества.

Прихват бурильных труб лучше всего избегать путем правильно составленного бурового раствора и следующих профилактических мер:

1. Использование бурового раствора с минимально возможной плотностью;
2. Поддержание низкой скорости фильтрации;
3. Введение в буровой раствор смазывающего или увлажняющего агента;
4. Недопущение неподвижности трубы в течение любого продолжительного времени.
5. Проработка ствола скважины.

#### **4.2.5. Коррозия бурильных труб**

В основном компоненты буровых растворов на водной основе не являются чрезмерно коррозионными, разложение органических добавок при высоких температурах или под действием бактерий может привести к образованию коррозирующих продуктов. Сильную коррозию может вызвать загрязнение раствора кислыми газами (углекислый газ, сероводород) и пластовыми минерализованными водами. При неблагоприятных условиях замена корродированной бурильной колонны становится экономической проблемой. Еще более сложная проблема возникает, если коррозия не обнаружена и поломка бурильной трубы происходит в процессе бурения.

##### *Борьба с коррозией*

Наиболее простым и широко используемым методом борьбы с коррозией является применение высокощелочных буровых растворов.

#### **4.3. Очистка забоя скважины**

Это одна из основных функций раствора, способствующая достижению максимальной скорости бурения за счет эффективной очистки забоя от выбуренной породы. При не нужной необходимости отбирать керн, для избегания повторного (усталостного) режима разрушения забоя используются гидромониторные насадки на долоте. Наилучшие условия разрушения создаются при минимальной разнице гидростатического и порового давления в разбуриваемых породах. Механическая скорость бурения повышается при обработке раствора поверхностно-активными веществами, понижающими, поверхностное натяжение. Существенное влияние оказывает величина мгновенной фильтрации раствора, чем она больше, тем выше механическая скорость. Однако не всегда удается поддерживать все указанные параметры для успешно работы долота, так как существует ещё ряд других требований, связанных с геологическими условиями бурения.

Важнейшей функцией так же является вынос выбуренной породы из скважины на поверхность. Качество очистки скважины от шлама зависит от скорости восходящего потока, которая определяется производительностью

насосов. На эффективность выноса породы влияет удельный вес, вязкость и динамическое напряжение сдвига бурового раствора. Для удаления частиц породы необходимо, чтобы скорость восходящего потока была выше скорости осаждения.

Скорость осаждения частиц в неподвижном растворе зависит от их размеров и форм, разницы удельных весов раствора и частицы, вязкости раствора и особенно его тиксотропных свойств.

В тиксотропных растворах при прекращении циркуляции образуется достаточно прочная структура, которая препятствует осаждению частиц. Статическое напряжение сдвига буровых растворов меняется в широких пределах и, в большинстве систем растворов легко получить структуру такой величины, при которой любая частица нормального удельного веса остается во взвешенном состоянии.

В проекте была выбрана система прямой промывки скважины, характеризующаяся простотой, но имеющая ряд недостатков. К ним можно отнести повышенный расход промывочной жидкости, особенно при бурении скважин большого диаметра, в связи с тем, что приходится развивать достаточно большую скорость восходящего потока.

Так же в проекте был выбран полимерный раствор, которого в полной мере достаточно для совершенной очистки скважины, главное вовремя осуществлять контроль содержания твердой фазы и очистку промывочного раствора. В случае возникновения сложных геологических условий, использовался бы полимер – бентонитовый раствор для массового бурения. Эта система так же проста в приготовлении, низкой стоимости, малой чувствительностью к разбуриваемым породам.

Таблица 4.1 – Состав и свойства полимер-бентонитового раствора

| Состав раствора, кг/м <sup>3</sup>      | Свойства раствора                              |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Бентонит 30-40                          | Плотность, г/см <sup>2</sup> 1,04-1,10         |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,5-1,0 | Условная вязкость, сек 20-35                   |
| NaOH 0,5                                | Пластическая вязкость, сПз 10-18               |
| КМЦ 5                                   | ДНС, дПа 40-80                                 |
| Смазка 3-5                              | СНС 0/10, дПа 10-30/20-60                      |
| ПАА(полиакриламид) 0,2-0,5              | Водоотдача, см <sup>3</sup> /30 мин (API) 6-10 |
| CaCO <sub>3</sub> -10-75 50-100         | pH 8-9                                         |

#### 4.4. Очистка бурового раствора от выбуренной породы

Тип и количество твердой фазы, присутствующей в растворе определяют параметры бурового раствора. Так как невозможно удалить всю выбуренную породу из раствора, то её следует рассматривать как постоянный загрязняющий фактор. Удаления выбуренной породы является одним из наиболее важных аспектов контроля буровых растворов, так же как и очистка скважин.

Контроль выбуренной породы можно осуществлять двумя способами:

- осаждение;
- просеивание.

В данном проекте используется способ осаждения, так как он минимален и особо не чувствуется, в связи с отбором керна на всем участке и растворением графитизированного шлама. Поэтому нет необходимости в использовании просеивающего оборудования.

Рассмотрим просеивающий способ:

Все оборудование по очистке буровых растворов спроектировано с целью отделять частицы в определенных диапазонах. Очень важно использовать оборудование в правильных комбинациях для каждой конкретной ситуации.

Твердая фаза в буровых растворах может быть разделена на 2 категории по плотности: с плотностью от 2,3 до 2,8 г/см<sup>3</sup> и плотностью 4,2 г/см<sup>3</sup>. Выбуренная порода, бентонит, карбонат кальция и т.д. попадают в первую категорию.

Утяжелители, такие как барит, гематит относятся ко второй и используются в основном для достижения плотности раствора 1,2.

Рассмотрим сетки американского Нефтяного Института, которые классифицируются в mesh – по количеству ячеек на один дюйм.

Таблица 4.2 – Классификация твердых частиц по размеру

| Категория | Размеры       | Примеры                                             |
|-----------|---------------|-----------------------------------------------------|
| Коллоиды  | 2мкм и меньше | Бентонит, глины                                     |
| Ил        | 2-74 мкм      | Барит, ил, глинистые сланцы, алевролиты (<200 mesh) |
| Песок     | 74-2000 мкм   | Песок (200-10 mesh)                                 |
| Гравий    | >2000 мкм     | (>10 mesh)                                          |

Оборудование очистки буровых растворов характеризуется пропускной способностью – объемом раствора, которое оно может пропустить за единицу времени, объемом и размером удаляемых частиц. Возьмем экономически эффективное средство борьбы с выбуренной породой т.е. гидроциклон.

Гидроциклон (рис. 4.1) – это общее название данного типа оборудования, по размеру отбиваемой твердой фазы они делятся на пескоотделители, илоотделители и микроклоны.

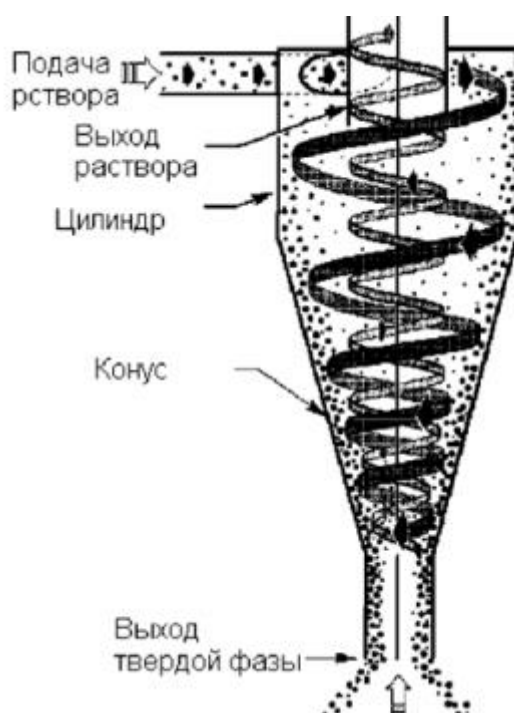


Рисунок 4.1 – принцип работы гидроциклона

Раствор попадает под давлением во входной патрубок по касательной к стенкам цилиндра, создавая, таким образом, спиральное движение жидкости. По мере продвижения раствора по спирали вниз по конической секции центробежные силы оттесняют твердую фазу к стенкам. По мере сужения конуса все большие слои жидкости вовлекаются в поток по направлению вверх из-за создающегося вакуума внутри гидроциклона по принципу Торнадо. Твердая фаза определенной массы, достигая низа конуса, может подняться наверх из-за действующих на нее сил инерции и отделяется от основной массы раствора. Максимальный износ образуется в нижней части конуса, где скорость частиц максимальна. «Сбалансированные» гидроциклоны имеют небольшой выброс раствора, т.е. при работе на воде не должно быть утечек. «Не сбалансированные» гидроциклоны будут выбрасывать раствор без признаков присутствия твердой фазы в растворе.

Так же имеются, такие системы отсеивающей очистки, как вибросита и центрифуги. Которые используются в основном в нефтяной промышленности и являются наиболее дорогими механическими устройствами для очистки. В утяжеленных растворах они даже могут использоваться для возвращения барита в систему. Рассмотрим центрифугу со стороны как:

Блок Флокуляционной очистки (БФО) основное совершенство очистки бурового раствора. В связи с усилением экологического законодательства и повышения внимания к экологическим вопросам, захоронение отходов необработанного бурового раствора становится очень трудной и дорогой операцией.

БФО (осветление) бурового раствора специально разработан для существенного снижения стоимости захоронения отходов бурения путем переработки отходов с получением воды, пригодной для повторного использования на буровой, и твердой фазы, которая является более компактной по форме, простой в обращении и дешевой для транспортировки и сброса. Скорость переработки зависит от параметров раствора и мощности центрифуги.

В данном проекте буровой раствор является продуктом сополимеризации акриламида и анионного сополимера на основе акриловой кислоты. Так же на

основе заключения санитарно-эпидемиологической экспертизы продукция по острой токсичности относится к малоопасным веществам. Рекомендация по удалению отходов, загрязненную продукцию собирают в емкость и направляют на утилизацию путем сжигания на специально оборудованных площадках. Невозвратную тару (мешки, контейнеры) , освобожденную от продукта, утилизируют как бытовые отходы.

## **5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Обеспечение высокого качества кадрового потенциала является решающим фактором эффективности производства и конкурентоспособности продукции. Руководители понимают, что без хорошо подготовленного персонала высокой эффективности производства практически невозможно, даже при наличии новейших технологий и благоприятных внешних условий труда. Без квалификационных кадров ни одна организация не сможет достигнуть своих стратегических целей.

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

АО «Полюс Красноярск» находится в Красноярском крае, Северо-Енисейском районе, п. Еруда. Полное название предприятия – Акционерное общество «Полюс Красноярск».

Вышестоящая организация – Министерство природных ресурсов РФ. Организационно-правовая форма организации – унитарное предприятие, основанное на праве хоз. ведения.

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

Унитарное государственное предприятие АО «Полюс» основано на государственной собственности. Такие предприятия не в праве без согласия собственника продавать, сдавать в аренду недвижимое имущество.

## 5.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

### 5.2.1. Технический план

(таблица видов и объемов проектируемых работ)

Исходя из объемов и наличия проектируемых видов работ при сооружении скважин, составлена табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Виды и объемы проектируемых работ

| №<br>п/п | Виды работ                                                                                                                    | Объем    |        | Условия производства работ                                                                                                                 | Вид оборудования                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                               | ед. изм. | кол-во |                                                                                                                                            |                                                |
| 1        | 2                                                                                                                             | 3        | 4      | 5                                                                                                                                          | 6                                              |
| 1        | Разбивка профилей мерной лентой вместе с вешением и тригонометрическим нивелированием для проведения геофизических работ      | км       | 50     | Работы производятся в труднодоступных местах, в условиях горного рельефа, пересеченной местности, в условиях резкоконтинентального климата | Цифровые и оптические теодолиты, рейки, карты. |
| 2        | Перенесение на местность проекта расположения точек (скважин, буровых площадок)                                               | точка    | 60     |                                                                                                                                            |                                                |
| 3        | Аналитическая привязка точек (скважин, буровых площадок) способом засечек с передачей высот тригонометрическим нивелированием | точка    | 60     |                                                                                                                                            |                                                |

Продолжение табл. 5.1

| 1  | 2                                                                                                               | 3       | 4       | 5                                                                                                                                           | 6                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 4  | Расчистка площадей от леса с помощью мотобензопилы, кат. труд. 4 шириной 5 м (дорога, буровые площадки)         | км      | 4,45    | Работы производятся в труднодоступных местах, в условиях горного рельефа, пересеченной местности, в условиях резко континентального климата | Мотопилы                                                        |
| 8  | Колонковое бурение разведочных скважин передвижной установкой, вращатель шпиндельного типа                      | м       | 15557,7 |                                                                                                                                             | Буровые установки, буровой снаряд,                              |
| 10 | Крепление верхней части разреза разведочных скважин обсадными трубами                                           | скв.    | 60      |                                                                                                                                             | Буровые установки, буровой снаряд, вспомогательное оборудование |
| 11 | Тампонирующее БСС в ослабленных зонах для предотвращения потерь промывочной жидкости и обрушения стенок скважин | скв.    | 60      |                                                                                                                                             | Буровое оборудование обсадные трубы, тампонажные смеси          |
| 12 | Замер уровня воды в скважинах в процессе бурения                                                                | 1 изм.  | 22284   |                                                                                                                                             | Уровнемеры                                                      |
| 13 | Промывка скважин                                                                                                | 1 пром. | 60      |                                                                                                                                             | Буровой насос, промывочная жидкость                             |
| 14 | Ликвидационный тампонаж глинистым раствором                                                                     | скв.    | 60      |                                                                                                                                             | Глинистый раствор, буровой насос                                |

| 1  | 2                                                                                       | 3       | 4     | 5                                           | 6                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| 15 | Обработка различных видов проб                                                          | 1 проба | 61340 | Работы производятся лабораторных помещениях | Лабораторное оборудование . |
| 16 | Производство спектрального полуколичественного анализа                                  | 1 проба | 29015 |                                             |                             |
| 17 | Атомно-эмиссионный (или атомно-абсорбционный) анализ на медь, молибден в рядовых пробах | 1 проба | 29015 |                                             |                             |

### 5.2.2. Расчет затрат времени

Затраты на создание проектно-сметной документации по объекту определяются по ССН-93, вып. 6, табл.2, гр.4 (количество видов проектируемых работ более 5 - маршруты, горные работы, бурение, ГИС, топороботы, опробование, лабораторные и технологические исследования, составление ТЭО кондиций и т.д.) и составляют 6,85 чел-мес или 173,99 чел-дн. В установленном порядке проектно-сметная документация проходит геолого-экономическую экспертизу. Разведочные работы на рудное золото проводятся в течение 11,5 месяцев с применением следующих видов работ:

- поисковые маршруты;
- горные работы;
- буровые работы;
- гидрогеологические, инженерно-геологические исследования;
- геофизические исследования в скважинах;
- топографо-геодезические работы;
- опробовательские работы

Таблица 5.2 – Расчет затрат времени на бурение наклонных (угол 70<sup>0</sup>) скважин с отбором керна

| Виды работ                                                                                 | Ед. изм. | Номера норм времени по ССН-92, Доп., в.5 | Норма времени ст-см | Попр. коэфф. | Норма времени с учетом погр. коэфф., ст-см | Объем работ | Затраты времени на весь объем, ст-см |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------|---------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| 1                                                                                          | 2        | 3                                        | 4                   | 5            | 6                                          | 7           | 8                                    |
| Колонковое бурение разведочных скважин передвижной установкой, вращатель шпиндельного типа |          |                                          |                     |              |                                            |             |                                      |
| диам. 117,4 мм, V кат.                                                                     | 1м       | т.5,с.113-7                              | 0,11                | 1,1          | 0,121                                      | 155         | 18,76                                |
| VII кат                                                                                    | 1м       | т.5,с.113-9                              | 0,18                | 1,1          | 0,198                                      | 285         | 66,63                                |
| IX кат.                                                                                    | 1м       | Доп., т.28, с.1-6                        | 0,49                | 1,1          | 0,539                                      | 90          | 48,51                                |
| диам. 96 мм, VIII кат., п.и.                                                               | 1м       | т.5, с.76-10                             | 0,18                | 1,1х1,2      | 0,238                                      | 1597        | 432,57                               |
| IX кат., п.и.                                                                              | 1м       | т.5, с.76-11                             | 0,23                | 1,1х1,2      | 0,304                                      | 818         | 247,87                               |
| IX кат.                                                                                    | 1м       | т.5, с.76-11                             | 0,23                | 1,1          | 0,253                                      | 923         | 351,23                               |
| X кат.                                                                                     | 1м       | т.5, с.76-12                             | 0,30                | 1,1          | 0,33                                       | 747         | 163,35                               |
| Итого разведочные                                                                          |          |                                          |                     |              |                                            | 4615        | 1328,92                              |

### 5.2.3. Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады

Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады приводится в табл. 5.3. Расчеты ведутся в соответствии с принятыми нормами и правилами для геологоразведочных работ (ССН 93, т.14, т.15.).

Таблица 5.3 – Расчет затрат труда

| Должности и Квалификации                 | Норма затрат труда, в чел-днях по ССН | Затраты труда на объем | Количество Человек |
|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| Инженерно-технические работники (ИТР):   |                                       |                        |                    |
| 1. Начальник участка                     | 0,07                                  | 23,06                  | 1                  |
| 2. Инженер по буровым работам            | 0,21                                  | 69,19                  | 1                  |
| 3. Инженер-механик                       | 0,25                                  | 82,37                  | 1                  |
| 4. Буровой мастер                        | 0,29                                  | 95,56                  | 1                  |
| ИТОГО:                                   | 0,82                                  | 270,18                 | 4                  |
| Рабочие                                  |                                       |                        |                    |
| 1. Машинист буровой установки (5 разряд) | 1                                     | 329,51                 | 2                  |
| 2. Помощник бурильщика (4 разряд)        | 0,5                                   | 164,76                 | 4                  |
| ИТОГО:                                   | 0,5                                   | 494,27                 | 6                  |

### 5.2.4. Расчет количества материалов и оборудования

Спецификация основного оборудования, инструментов и материалов для выполнения запланированных буровых работ приведена в табл. 5.4.

Таблица 5.4 – Спецификация основного оборудования, инструментов и материалов для выполнения запланированных буровых работ

| Наименование оборудования, инструментов, материалов | Единица измерения | количество |         |
|-----------------------------------------------------|-------------------|------------|---------|
|                                                     |                   | на 1 скв.  | на весь |
| 1                                                   | 2                 | 3          | 4       |
| Буровая установка Christensen CS14:                 | шт.               | 1          | 1       |
| Буровой станок Christensen CS14                     | шт.               | 1          | 1       |
| Буровой насос Trido 140                             | шт.               | 1          | 1       |
| Буровая мачта Christensen CS14                      | шт.               | 1          | 1       |
| Буровой снаряд:                                     |                   |            |         |
| снаряд ОКС                                          | шт.               | 1          | 1       |
| снаряд НQ                                           | шт.               | 1          | 1       |
| бурильные трубы HWL                                 | шт.               | 100        |         |
| обсадные безниппельные трубы                        | шт.               | 1          | 4       |

|                                             |            |   |    |
|---------------------------------------------|------------|---|----|
| ключи                                       | шт.        | 4 | 4  |
| вилки                                       | шт.        | 2 | 2  |
| Дополнительное буровое оборудование:        |            |   |    |
| трубодержатель ПРТ                          | шт.        | 1 | 1  |
| лебедка ССК                                 | шт.        | 1 | 1  |
| установка для приготовления п. ж.           | шт.        | 1 | 1  |
| зумпф                                       | шт.        | 1 | 1  |
| Вспомогательное оборудование, сопутствующее |            |   |    |
| автоцестерна КАМАЗ                          | шт.        | 1 | 2  |
| автомобиль КАМАЗ                            | шт.        | 1 | 1  |
| Бульдозер Komatsu 375A                      | шт.        | 1 | 1  |
| дизельная мотопомпа МПД-700Е                | шт.        | 1 | 2  |
| рации                                       | шт.        | 1 | 3  |
| Расходные материалы:                        |            |   |    |
| алмазные коронки HQ                         | шт.        | 1 | 7  |
| Расширители HQ                              | шт.        | 1 | 3  |
| кернарвательные кольца                      | шт.        | 1 | 4  |
| Эмульсионные и полимерные растворы, ГСМ     | меш.<br>л. | 1 | 10 |

### 5.2.5. Расчет производительности труда, обоснование количества бригад

Обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ напрямую зависят от затрат времени на бурение всего объема скважин.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (60скв):

$$N_{бур} = H_{скв} \cdot n, \quad (5.1)$$

где  $H_{скв}$  — норма времени на бурение, ст-см на 1 скважину;  $n$  — количество скважин, шт.

$$N_{бур} = 29,28 \cdot 60 = 1756,8 \text{ ст-см.}$$

Затраты времени на монтаж-демонтаж и перевозку буровой установки с мачтами, смонтированными на полозьях вместе со зданием:

$$N_{мд} = H_{м-д} \cdot n, \quad (5.2)$$

где  $H_{м-д}$  — норма времени на монтаж, демонтаж и перевозку буровой установки (ССН 93, т.81, ), ст-см на 1 монтаж-демонтаж;  $n$  — количество скважин, шт.

$$N_{м-д} = 2,2 \cdot 60 = 132 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы. Виды вспомогательных

работ, сопутствующих бурению:

– промывка.

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

где  $N_{пром}$  – норма времени на промывку скважин (СН 93, т.64), ст-см на 1 промывку;  $n$  – количество скважин, шт.

$$N_{всп} = 0,17 \cdot 60 = 10,2 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт

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

$$N_{ппр} = 1756,8 / 103 \cdot 4 = 4,26 \text{ ст-см}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{мд} + N_{всп} + N_{ппр}; \quad (5.5)$$

$$N_{общ} = 1756,8 + 132 + 10,2 + 4,26 = 1903,26 \text{ ст-см.}$$

Расчёт фактической коммерческой скорости

$$П_{мес} = O / N_{общ} \cdot 103, \quad (5.6)$$

где  $П_{мес}$  – производительность труда буровой бригады за месяц;  $O$  – объем бурения, м;  $N_{общ}$  – общие затраты времени; 103 – количество ст-см. в месяце при работе буровой в три смены.

$$П_{мес} = 15557,7 / 1903,26 \cdot 103 = 793 \text{ м/м.}$$

Расчёт бригад и проектной продолжительности буровых работ

$$n = O / П_{мес} \cdot T_{усл}, \quad (5.7)$$

где  $n$  – коэффициент загрузки бригад;  $T_{усл}$  – условное время, необходимое на выполнение проектных работ, 1,5 мес.

$$n = 15557,7 / (793 \cdot 1,5) = 13,07.$$

Принимаем количество бригад  $n=2$ .

$$T_{пл} = O / (П_{мес} \cdot n_{бр}), \quad (5.8)$$

$$T_{пл} = 15557,7 / (793 \cdot 2) = 9,8 \text{ мес.}$$

Число установок принимаем равным 2. На предприятии действует установленный режим работы – 12 ч (2-х сменная работа), что не влияет на правильность расчетов, в которых учитываются нормы на бурение скважин по 8 ч/см (при 3-сменной работе).

### 5.3. Стоимость проектируемых работ

Общая сметная стоимость работ по проекту (табл. 5.5) рассчитывается в соответствии с –Инструкцией по составлению проектов и смет. Сметная стоимость проектируемых работ буровых работ приведена в табл. 5.5.

Таблица 5.5 – Сметная стоимость проектируемых буровых работ (СМ-1)

| № | Наименование работ и затрат                                            | объём    |         | Единичная сметная расценка, руб | Сметная стоимость объема работ, руб. |
|---|------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|
|   |                                                                        | Ед. изм. | Кол-во  |                                 |                                      |
| I | <b>ОСНОВНЫЕ РАСХОДЫ</b>                                                |          |         |                                 | 21 759 968                           |
|   | <b>А. Собственно ГРР</b>                                               |          |         |                                 |                                      |
|   | Сметные работы                                                         | руб.     | 2       | 299 164                         | 598 328                              |
|   | Бурение                                                                | м        | 15557,7 | 2600                            | 4450 020                             |
|   | – монтаж-демонтаж                                                      | скв.     | 60      | 1852                            | 111120                               |
|   | – вспомогательные работы                                               | скв.     | 60      | 17 650                          | 1 059 000                            |
|   | – промывка;                                                            | 1пром.   | 60      | 830                             | 49800                                |
|   | – тампонаж;                                                            | скв.     | 60      | 4850                            | 291000                               |
|   | – ГИС                                                                  | м        | 15557,7 | 11,502                          | 178944                               |
|   | – камеральные работы                                                   | м        | 62562   | 1263                            | 7 747 242                            |
|   | – лабораторные работы                                                  | проб     | 552,06  | 2036                            | 127 376 232                          |
|   | – опробывание                                                          | м        | 15557,7 | 51,74                           | 804 955                              |
|   | <b>Итого полевых работ</b>                                             |          |         |                                 | 18 666 641                           |
|   | Организация полевых работ                                              | %        | 1,2ΣПР  |                                 | 2 143 999                            |
|   | Ликвидация полевых работ                                               | %        | 0,8ΣПР  |                                 | 1 429 333                            |
|   |                                                                        |          |         |                                 | <b>Итого осн.расх.</b><br>12 239 973 |
|   | <b>Б. Сопутствующие работы и затраты</b>                               |          |         |                                 |                                      |
|   | - строительство временных зданий и сооружений                          | %        | 15ΣПР   |                                 | 2 799 996,2                          |
|   | - транспортировка грузов и персонала                                   | %        | 3ΣПР    |                                 | 559 999,23                           |
|   | –                        -                        транспортировка вахт | %        | 3ΣПР    |                                 | 559 999,23                           |
|   | <b>Итого сопутствующие работы и затраты</b>                            |          |         |                                 | 3 519 994,7                          |

|     |                            |   |              |  |               |
|-----|----------------------------|---|--------------|--|---------------|
| II  | НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ          | % | 30ΣOP        |  | 6 927 990,4   |
| III | ПЛАНОВЫЕ<br>НАКОПЛЕНИЯ     | % | 30ΣHP<br>+OP |  | 8 706 387,4   |
| IV  | КОМПЕНСИРУЕМЫЕ<br>ЗАТРАТЫ  |   |              |  |               |
|     | — поле                     | % | 7A+B         |  | 1 383 197, 8  |
|     | вое довольствие            | % | 2            |  | 4 95 199, 36  |
|     | — допл                     | % | 1            |  | 2 197 599, 68 |
|     | аты                        | % | 0,5          |  | 1 098 799, 84 |
|     | — реку                     | % | 3            |  | 6 592 799     |
|     | льтивация земель           |   |              |  |               |
|     | — лесо                     |   |              |  |               |
|     | билет                      |   |              |  |               |
|     | — прем                     |   |              |  |               |
|     | ии рабочим                 |   |              |  |               |
| V   | ПОДРЯДНЫЕ РАБОТЫ           |   |              |  |               |
|     | — топографо-геодезические  |   |              |  | 1 087 281     |
|     | работы                     |   |              |  |               |
| V   | РЕЗЕРВ                     | % | 3%A+B        |  | 6 592 799     |
|     | Итого стоимость            |   |              |  | 40 742 022    |
|     | НДС                        | % | 20           |  | 8 148 404     |
|     | Итоговая цена с учётом НДС |   | Σ%18         |  | 48 890 426    |

### 5.3.1. Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ-5), сметно-финансовые и прочие сметные расчеты

При определении сметной стоимости по видам геологоразведочных работ используется СНОР-93. Сметная стоимость работ, не предусмотренных справочником, определяется по сметно-финансовым расчетам (СФР).

К показателям заработная плата, дополнительная зарплата и отчисления на соцнужды применяется районный коэффициент — 1,3 (Постановление Правительства РФ от 13.05.92 г. №309). К показателям материалы и амортизация применяется коэффициент — 1,2.

Таблица 5.6 – Расчет суммы основных расходов по видам работ (СМ–5)

| № | Статьи основных расходов               | Чистое бурение<br>Q=15 557, 7 м.;<br>$N_{бур} = 1756,8$ ст-см. |                   | Монтаж-демонтаж<br>$N = 260$ |                   | Вспомогательные работы<br>$N_{всп} = 10,2$ ст-см. |                   |
|---|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|-------------------|
|   |                                        | По СНОР                                                        | С учетом $K_{зн}$ | По СНОР                      | С учетом $K_{зн}$ | По СНОР                                           | С учетом $K_{зн}$ |
| 1 | 2                                      | 4                                                              | 5                 | 6                            | 7                 | 8                                                 | 9                 |
| 1 | Основная заработная плата              | 2051                                                           | 2666,3            | 3446                         | 4479,8            | 1906                                              | 2477,8            |
| 2 | Отчисления во внебюджетные фонды       | 810                                                            | 1053              | 1351                         | 1756,3            | 790                                               | 1027              |
| 3 | Материалы                              | 4731                                                           | 5677,2            | 11999                        | 14398,8           | 2764                                              | 3317,4            |
| 4 | Амортизация                            | 945                                                            | 1134              | 2847                         | 3416,4            | 926                                               | 1111,2            |
|   | Итого на расчётную единицу, руб./ст-см |                                                                | 10530,5           |                              | 24051,3           |                                                   | 7933,4            |
|   | Итого основных расходов на объём, руб. |                                                                | 18499982,4        |                              | 6253338           |                                                   | 80920,68          |

Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (по форме СМ-4)  
представлен в табл. 5.7.

Таблица 5.7 – Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (СМ-4)

| №<br>п/п | Вид расходов                    | Единицы<br>измерения | Количество | Дневная<br>ставка | Сметная<br>стоимость<br>в рублях |
|----------|---------------------------------|----------------------|------------|-------------------|----------------------------------|
| 1        | Старший инженер-геолог          | чел-дн               | 20         | 689               | 13780                            |
| 2        | Инженер-геолог                  | чел-дн               | 37         | 476               | 17619                            |
| 3        | Техник-геолог                   | чел-дн               | 14         | 421               | 5824                             |
| 4        | Итого основная заработная плата |                      |            |                   | 37293                            |
| 5        | С районным коэффициентом (1,2%) |                      |            |                   | 44752                            |

Окончание таблицы 5.7

|    |                                            |  |  |  |       |
|----|--------------------------------------------|--|--|--|-------|
| 6  | Дополнительная заработная плата (7,9%)     |  |  |  | 3535  |
| 7  | Итого с дополнительной заработной платой   |  |  |  | 48287 |
| 8  | Отчисление на социальное страхование (30%) |  |  |  | 13038 |
| 9  | Затраты на материалы (5%)                  |  |  |  | 2414  |
| 10 | Затраты на услуги (15%)                    |  |  |  | 7243  |
| 11 | Всего основных расходов                    |  |  |  | 70982 |

#### 5.4. Организация, планирование и управление буровыми работами

Организация производства заключается в приведении в соответствие, наилучшее для данных конкретных условий, количественное и качественное соединение во времени и пространстве всех элементов производства (людские ресурсы, предметы труда, технология).

Организация производства образует систему, имеющие 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.);
- управление – целенаправленное воздействие на коллектив работников (координация их деятельности) для решения поставленных задач, приведение в соответствие фактического хода работ с заданным (запланированным).

#### 5.4. 1. Календарный план

Таблица 5.8 – Выполнение работ на участке «Благодатный»

| Наименование основных видов работ и этапов их выполнения                                                                                                                                                                                                    | Сроки выполнения    |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Начало              | Окончание          |
| Этап 1.<br>Составление и утверждение проектно- сметной документации; сбор, анализ, комплексная интерпретация геологической, геофизической и геохимической информации.<br>Подготовка макета геолого-поискового плана участка «Благодатный» в масштабе 1:2000 | II квартал 2020г.   | III квартал 2020г. |
| Этап 2.<br>Выявление условий залегания, промышленных параметров залежей золоторудопроявления с использованием геофизических и горно-буровых работ. Локализация перспективных участков с оценкой прогнозных ресурсов категории С <sub>1</sub>                | III квартал 2020 г. | IV 2020 квартал г. |
| Этап 3.<br>Завершение горно-буровых работ. Локализация прогнозных ресурсов золоторудопроявления категории Р <sub>1</sub> – 31 т и запасов категории С <sub>2</sub> – 34 т.                                                                                  | IV квартал 2020 г.  | IV 2020 квартал г. |

#### 5.4.2. Финансовый план

Финансирование геологоразведочных работ осуществляется поквартально, это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги финансового и календарного плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

Примечание:

Заработная плата – 30% от основных расходов. Материальные затраты – 40% от основных расходов. Амортизация – 30% от основных расходов.

Отчисления во внебюджетные фонды – 30% от расходов на оплату труда.

Фонд развития производства – 80% от чистой прибыли + амортизационные

отчисления.

Премияльный фонд – 20% от чистой прибыли.

#### **5.4.3. Стимулирование труда**

Для стимулирования труда при распределении чистой прибыли из фондов потребления выделяются средства на материальные поощрения работников в виде премий. Фонд в пределах структурных подразделений организации распределяется с учетом КТУ, который учитывает вклад каждого сотрудника в дело выполнения геологического задания.

#### **5.4.4. Стратегия развития предприятия**

1. Обеспечение права работника на профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации путем заключения оговора между работником и работодателем.

2. В целях повышения квалификации работников без отрыва от производства работодатель заключает ученический договор, который является дополнительным к трудовому договору и заключается на срок, необходимый для обучения данной профессии, специальности, квалификации. В случае, если ученик по окончании ученичества без уважительной причины не выполняет свое обязательство по договору, не приступает к работе, он должен возратить, выплаченную работодателем за время ученичества стипендию, а также возмещает другие расходы, понесенные работодателем в связи с ученичеством.

3. Оплата один раз в год проезда туда и обратно студентам, впервые обучающимся по заочной форме обучения в высших учебных заведениях, имеющих государственную аккредитацию, в размере 100% стоимости проезда; обучающимся в средних профессиональных учебных заведениях 50% стоимости проезда.

4. Работодатель предоставляет работникам, успешно обучающимся в высших, средних, начальных профессиональных учебных заведениях, вечерних

общеобразовательных школах дополнительные отпуска, гарантии и компенсации в соответствии с действующим законодательством.

5. Для выполнения мероприятий, направленных на развитие персонала на производстве, работодатель выделяет финансовые средства в размере до 5% фонда оплаты труда с отнесением расходов на себестоимость товаров и услуг.

## **6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **6.1. Введение**

В период выполнения геологоразведочных работ базовым предприятием является АО «Полюс Красноярск», расположенное на территории Красноярского края п. Еруда. Район проектируемых работ расположен в Северо-Енисейском районе, на севере Красноярского края

Площадь месторождения составляет 5 км<sup>2</sup>. Рельеф района низко-среднегорный, сложно расчлененный с плоскими и округлыми водоразделами и глубоко врезыми тальвегами долин. Колебание абсолютных отметок водоразделов находится в пределах 400-750 м. Относительные превышения долин рек и ручьев составляют 250-300 м, реже они достигают 500-600 м.

Климат работ резко континентальный с суровой продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Минимальные зимние температуры достигают - 61°C, максимальные летние +34°C. Среднегодовая температура составляет - 5°C. Количество дней со среднесуточной отрицательной температурой воздуха – 209.

Геологоразведочные работы проводятся в удалении от населённых пунктов (расстояние до ближайшего населенного пункта 55 км). Отрицательного влияния на гидросеть района от производства наземных геологоразведочных выработок не отмечено.

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

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

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

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

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

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

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

- органы управления, используемые до 5 раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля;
- при работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук;
- редко используемые средства отображения информации допускается располагать в вертикальной/горизонтальной плоскости под углом  $\pm 60^\circ$  от нормальной линии взгляда.

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

### 6.3. Производственная безопасность

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

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

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

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

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

- факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абстиненции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.) [18].

Элементы производственного процесса, которые могут представлять опасность на участке геологоразведочных работ «Благодатный», приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы на участке «Благодатный»

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)                                                                                | Этапы работ                                    |                                          | Нормативные документы                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             | Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования | Бурение скважин и вспомогательные работы |                                                                             |
| 1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.                                                 | +                                              | +                                        | ГОСТ 12.1.005-88 [15]<br>ГОСТ 12.1.003-2015 [16]                            |
| 2. Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте                                                      | +                                              | +                                        | ГОСТ 12.1.029-80 [17]<br>ГОСТ 12.1.030-81 [18]<br>ГОСТ 12.1.038-82 [19]     |
| 3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны                                                    |                                                | +                                        | ГОСТ Р 12.1.019-2009 [20]<br>ГОСТ 12.1.012-90 [21]<br>ГОСТ 12.4.125-83 [22] |
| 4. Недостаточная освещённость рабочей зоны                                                                  | +                                              | +                                        | СНиП П-12-77 [23]<br>ГОСТ 12.2.062-81 [24]<br>СанПин 2.2.2.3359-16 [25]     |
| 5. Повышенное значение напряжения электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека |                                                |                                          | СанПин 2.2.4.548-96 [26]                                                    |
| 6. Повреждения в результате контакта с насекомыми                                                           |                                                |                                          |                                                                             |

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

При выполнении монтажных и демонтажных работ обязательно соблюдение «Техники безопасности в строительстве» СНиП III-4-80.

#### *Движущиеся машины и механизмы*

При выполнении монтажно-демонтажных работ возможны различные механические травмы – удары или ушибы движущимися или падающими предметами, царапины и порезы об острые кромки и заусеницы, падения с высоты.

При выполнении монтажных, демонтажных и строительных работ на высоте запрещается использовать случайные подставки и опоры, такие как ящики, бочки, фермы, стропила и др. Запрещается работать на переносных средствах подъема (стремянки). При работе на неустойчивых поверхностях, расположенных на высоте более 1,3 м следует пользоваться предохранительным поясом, прикрепляя его к прочным элементам конструкции.

Все незакрепленные детали и инструменты необходимо держать в специальном переносном ящике или надеваемой сумке. Запрещается переносить их в карманах, класть на монтируемые конструкции, сбрасывать с высоты. При использовании тяжелых инструментов, их поднимают на высоту с помощью подъемных инструментов в специальной таре.

Запрещается работать на высоте при высокой скорости ветра, гололеде, грозе и тумане. Не допускается нахождение людей под монтируемыми конструкциями до их полной установки.

#### *Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб*

При неосторожном и невнимательном обращении с инструментом или трубами можно нанести серьезную травму, вплоть до глубоких порезов, которые могут стать причиной заражения крови.

Каждый член буровой бригады должен быть снабжен обязательными средствами индивидуальной защиты (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Обязательные средства индивидуальной защиты для бригады в составе 4 человек

| №  | Средства защиты         | Количество |
|----|-------------------------|------------|
| 1  | Каски                   | 4 шт       |
| 2  | Предохранительные пояса | 3 шт       |
| 3  | Кирзовые сапоги         | 4 пары     |
| 4  | Резиновые сапоги        | 4 пары     |
| 5  | Рукавицы брезентовые    | 4 шт       |
| 6  | Костюм х/б              | 4 шт       |
| 7  | Защитные очки           | 4 шт       |
| 8  | Противошумные наушники  | 4 шт       |
| 9  | Респиратор              | 4 шт       |
| 10 | Антивибрационный коврик | 3 шт       |
| 11 | Медицинская аптечка     | 4 шт       |

Существуют следующие мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- снабжение персонала исправным инструментом, спецодеждой и спецобувью;
- обеспечение всего комплекса профилактических мер, требуемых правилами безопасности (проведение всех видов обучения, инструктаж по охране труда)
- оформление плакатов, предупреждающих надписей, а также других средств агитации по промышленной безопасности и охране труда;
- использование на всех необходимых видах работ средств индивидуальной защиты.

#### *Поражение электрическим током*

Большую опасность на участке геологоразведочных работ представляют поражения электрическим током. Для исключения поражения персонала током необходимо соблюдать некоторые правила:

- все оголенные провода, токоведущие части должны изолироваться в шкафах, либо быть поднятыми на высоту;
- использовать устройства заземления и зануления;

- использовать коллективные и индивидуальные средства защиты от электрического тока

- применение малого напряжения питания согласно ССБТ ГОСТ 12.1.009-76;

В качестве защиты от поражения током используется система заземления, представляющая собой контур шнуровых заземлений. При этом общее сопротивление заземление не превышает 4 Ом.

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

#### *Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе*

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

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

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

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

Нормы температуры и влажности в рабочей зоне приведены в таблице 6.3 [26].

Таблица 6.3 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне  
производственных помещений

| Сезон года | Категория работ           | Температура воздуха, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный   | Легкая<br>(менее 175 Вт)  | 19...21                 | 60...40                    | 0,1                            |
|            | Тяжелая<br>(более 290 Вт) | 16...18                 | 60...40                    | 0,3                            |
| Теплый     | Легкая<br>(менее 175 Вт)  | 20...22                 | 60...40                    | 0,1                            |
|            | Тяжелая<br>(более 290 Вт) | 48...20                 | 60...40                    | 0,3                            |

#### *Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте*

Для выполнения буровых работ характерно использование машин и механизмов, работа которых вызывает повышенный уровень шума и вибрации, которые оказывают вредное воздействие на человека.

Мероприятия по устранению вибрации:

- балансировка, установка амортизаторов;
- проведение планово-предупредительных ремонтов, увеличение массы основания вибрирующих устройств, крепление вибрационных систем;
- применение средств индивидуальной защиты (виброобувь, виброручкавицы, виброгасящие коврики). Вибрация должна отвечать требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» [21].

Длительное воздействие шума на организм человека вызывает такие негативные последствия, как нарушение деятельности нервной, сердечнососудистой и пищеварительной систем; нарушение слуха, а также переутомление.

Для снижения уровня шума необходимо использовать средства индивидуальной защиты (наушники, вкладыши). Так же осуществляются мероприятия по борьбе с шумом:

- 1) устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;
- 2) установка антишумовых кожухов и экранов;
- 3) периодический замер уровень шума (согласно СанПин 2.2.2.3359-16, на буровой уровень шума не должен превышать 80 дБа) [25]

#### *Повышенная загазованность и запыленность рабочей зоны*

Во всех производственных помещениях концентрация токсичных газов, паров и пыли в воздухе должна соответствовать «Предельно допустимым в воздухе рабочей зоны производственных помещений», устанавливаемым ГОСТ 12.1.005-88.

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

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

#### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

В действующих нормах по проектированию искусственного освещения минимальную освещенность на рабочих местах устанавливают с учетом размеров объектов размещения, разряда работы, контраста объекта различия с фоном и светлоты фона. Исходя из СНиП 23-05-95 работа персонала, относящаяся к 2-3 разряду, имеет освещенность не менее 200-300 лк. В остальных местах буровой установки работа относится к 4-5 разряду с освещенностью 50...80 лк. Недостаток освещенности на рабочем месте значительно затрудняет деятельность персонала, ухудшает их ориентировку в

пространстве, а также снижает производительность и качество труда, приводя к авариям и получению травм. Нормы освещенности приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Нормы освещенности

| Рабочие места, подлежащие освещению                 | Разряд зрительной работы | Рекомендуемая освещенность, лк |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Буровой стол                                        | II                       | 200                            |
| Щит КИП                                             | I                        | 220                            |
| Полати верхового рабочего                           | II                       | 150                            |
| Путь талевого блока                                 | IV                       | 80                             |
| Кронблок                                            | IV                       | 80                             |
| Буровое помещение                                   | II                       | 200                            |
| Глиномешалки                                        | III                      | 200                            |
| Площадка горюче-смазочных материалов и инструментов | V                        | 50                             |

#### *Повреждения от укусов насекомых*

В летнее время в районе работ присутствует огромное количество кровососущих насекомых, вероятно наличие клещей, переносчиков энцефалита. Сотрудники должны быть обеспечены такими индивидуальными средствами защиты, как сетчатые маски и аэрозоли против насекомых. Так же каждый сотрудник должен быть привит от клещевого энцефалита.

#### **6.4. Экологическая безопасность**

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

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

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

#### **6.4.1. Анализ влияния геологоразведочных работ на окружающую среду и обоснование мероприятий по их устранению**

Буровое оборудование и транспортная техника оборудованы дизельными двигателями, вследствие чего в атмосферу происходит выброс следующих загрязняющих веществ:

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

Для защиты и восстановления земельных участков предусмотрены подготовленные до процесса бурения и осуществляемые в процессе природоохранные мероприятия (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Вредные воздействия на недра и окружающую среду, а также природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах

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

#### **6.4.2. Намечаемое направление рекультивации нарушенных горными работами земель**

Рекультивацию земельных участков предполагается выполнять в соответствии с «Основными положениями о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», 155 утвержденными приказом Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1985. № 525/67 (зарегистрированы Минюстом 29.07.96 № 1136), с учетом региональных природно-климатических условий и месторасположения нарушенного участка, на основании действующих экологических, санитарно-гигиенических, строительных, водохозяйственных и лесохозяйственных нормативов и стандартов.

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

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

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

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

## **6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Для обеспечения безопасности в ЧС необходимо выявить наиболее возможные. К ним относятся: природные, техногенные, экологические, социально-политические.

Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Одной из самых вероятных ЧС являются пожары. Пожар – это неконтролируемое горение, сопровождающееся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Основные причины пожара: неосторожное обращение с открытым огнем (курение, костры, сварка, искры) электрооборудованием, халатность персонала, разряды статического электричества, удар молнии. Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств. Должно быть специально отведено место для курения. Запрещается заправлять работающий двигатель горючим и смазочным материалом, а также пользоваться для освещения открытым огнем при заправке баков с горючим и определении уровня горючего в баке. Противопожарный щит должен быть установлен в 8...10 м от рабочего места бурильщика. Перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Противопожарный инвентарь

| № | Наименование                                                       | Количество                |
|---|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Огнетушители пенные ОП-5                                           | 2 шт                      |
| 2 | Огнетушители углекислотные ОУ-2                                    | 2 шт                      |
| 3 | Ящик с песком емкостью 0,5 м <sup>3</sup>                          | 1 шт                      |
| 4 | Емкость с водой 250 л                                              | 1 шт                      |
| 5 | Комплект шанцевого инструмента:<br>Лопата<br>Багры<br>Лом<br>Топор | 2 шт<br>2шт<br>2шт<br>2шт |
| 6 | Противопожарные ведра                                              | 2 шт                      |
| 7 | Противопожарный щит                                                | 1 шт                      |

Мероприятия противопожарной безопасности:

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

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

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

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

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

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

## **6.6. Вывод**

В рамках данного раздела были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда работников буровой установки. Были проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на бригаду в процессе работы, такие как отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей зоны и т.д. Вследствие этого, были приведены рекомендованные действия в соответствии с ГОСТами.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе выполнения дипломного проекта были выполнены все разделы для осуществления разведочного бурения. Произведено описание геолого-экономических характеристик и геологических условий. Также, на основании ГТН, обоснован выбор технологии и техники сооружения скважин на «Благодатном» участке, Олимпиадинского ГОКа.

Для бурения скважин была выбрана буровая установка Atlas Copco CS14 и полимерный буровой раствор. Выполнены расчеты режимных параметров бурения и произведены все проверочные расчеты выбранного оборудования.

Был выполнен сметно-финансовый расчет затрат проведения проектируемых работ и проанализированы вредные и опасные производственные факторы при проведении геологоразведочных работ и были предложены меры по предупреждению данных факторов.

В специальном разделе проекта рассмотрены буровые растворы для сложных геологических условий, которые также были затронуты. А также методика оптимальных действий при сложных геологических условиях.

## **7. Список использованной литературы**

1. Храменков В.Г., Брылин В.И. Бурение геологоразведочных скважин. Учебное пособие по курсовому проектированию. – Томск, Изд-во ТПУ, 2007. – 252 с.
2. А.С. Волков. МАШИНИСТ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ. Учебное и справочное пособие.: ВИЭМС, МПР РОССИИ, 2003. – 640 с.
3. Рябчиков С.Я. Основы проектирования буровых машин и механизмов: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 1995. – 104с.
4. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1994 – 432 с.
5. Соловьев Н.В., Кривошеев В.В., Башкатов Д.Н. Бурение разведочных скважин. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2007. – 904 с.
6. Коломоец А. В., Ветров А. К. Современные методы предупреждения и ликвидации аварий в разведочном бурении. Изд. 2, перераб. и доп. М., “Недра”. 1977, 200 с.
7. Гончаров А.Е., Виниченко В.М. пособие бурильщику и мастеру по предупреждению и ликвидации аварий и осложнений при разведочном бурении. М., Недра, 1987, - 128 с.
8. Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению. – М.: Недра, 1985. – Т. 1-2.
9. Ивачев Л.М. Борьба с поглощением промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин. – М.: Недра, 1982.
10. Методичка растворщика компании ССК