

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: технология геологической разведки
 Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Темаработы
Технология и техника сооружения водозаборной скважины для снабжения водой поселка геологов (Томский район)

УДК: 628.112:622.24-047.74(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Ануфриев Никита Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев К.М.	К.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.	Ст. преподаватель		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Геолого-методическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Т.В.	К.м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Г.Ф.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	К.г.-м.н.		

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: технология геологической разведки
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ростовцев В.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Студенту:

Группа	ФИО
224Б	Ануфриеву Никите Валерьевичу

Тема работы:

Технология и техника сооружения водозаборной скважины для снабжения водой поселка геологов (Томский район)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: поселок геологов (Томский район)
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цехи. 3. Анализ технических средств для опробования водозаборных скважин
Перечень графического материала	1. Гидрогеологическая карта. 2. Гидрогеологический разрез. 3. Обзорная карта. 4. Геолого-технический наряд. 5. Схема буровой установки УРБ-3А3. 6. Схема насоса НБ-50.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Т.В.
Социальная ответственность	Винокурова Г.Ф.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев К.М.	К т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Ануфриев Никита Валерьевич		

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: технология геологической разведки
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Минаев К.М.	К. т. н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	К. г-м.н.		

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

Студенту:

Группа 224Б	ФИО Ануфриев Никита Валерьевич
-----------------------	------------------------------------------

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки» /горный инженер буровик

Исходные данные к разделу «Геолого-методическая часть»:

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Географо-экономические условия проведения работ	Административное положение района работ, анализ географических и климатических условий района работ, экономическая характеристика района работ.
2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ	Объемы и методика ранее проведенных на участке геологоразведочных работ
3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ	Геологическая, структурная, литологическая гидрогеологическая характеристики района работ
4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ	Выбор и описание методик проведения основных видов проектируемых работ
5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ	Выбор методики проведения буровых работ, определение объемов буровых работ, анализ геолого-технических условий

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Ануфриев Никита Валерьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
224Б	Ануфриеву Никите Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Технический проект на сооружение водозаборной скважины для водоснабжения водой поселка геологов (Томский район)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является водоносный горизонт для водоснабжения поселка Геологов (Томский район)
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-2015 ГОСТ 12.1.029-80 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ГОСТ 12.1.012-90 ГОСТ 12.4.125-83 СНиП П-12-77 ГОСТ 12.2.062-81 СанПин 2.2.2.3359-16 СанПиН 2.2.4.548-96
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных опасных факторов и мероприятия по их устранению 2.2. Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их устранению	<i>Опасные факторы:</i> – аппараты, работающие под давлением. – острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов и труб; – поражение электрическим током. <i>Вредные факторы:</i> – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень шума и вибрации; – утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу; – повреждения в результате контакта с насекомыми
3. Экологическая безопасность:	При исследовании скважин возможно негативное воздействие на: атмосферу; гидросферу; литосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– пожары

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Ануфриев Никита Валерьевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
224Б	Ануфриеву Никите Валерьевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки»/горный инженер буровик

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе проведения геологоразведочных работ согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Ставка налога на прибыль 20 %; Социальные отчисления 30%; Налог на добавленную стоимость 20%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>4. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	Свод видов и объемов геологоразведочных работ.
<i>5. Планирование и формирование бюджета научных исследований (НИ)</i>	Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ
<i>6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Сформировать календарный план выполнения работ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.19г.
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент школы инженерного предпринимательства	Рыжакина Т. Г.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224Б	Ануфриев Никита Валерьевич		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	11
ABSTRACT	12
ВВЕДЕНИЕ.....	13
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	15
1.1. Географо-экономические условия проведения работ	15
1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ	17
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ	22
1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ	31
1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ	32
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ.....	34
2.1. Критический анализ техники, технологии и организации буровых работ на предыдущих этапах разведки месторождения.....	34
2.2. Выбор способа бурения скважин и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении.....	34
2.3. Разработка типовых конструкций скважин.....	34
2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб.....	41
2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров.....	46
2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины, сложенных неустойчивыми породами	52
2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования	53
2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин	65
2.9. Выбор источника энергии	69
2.10. Механизация спуско-подъемных операций	70
2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры	72
2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования	72
2.13. Ликвидация скважины.....	73
3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	74
3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	76
3.2. Производственная безопасность	77
3.3. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	78
3.4. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	83

3.5. Экологическая безопасность.....	86
3.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	90
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА.....	94
4.1. Организация ремонтной службы.....	94
4.2. Организация энергосбережения	94
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов.....	94
4.4. Транспортный цех.....	95
4.5. Связь и диспетчерская служба.....	95
5. Определение рациональной методики вскрытия и освоения водоносного горизонта.....	96
5.1. Параметры гидродинамической системы водоносный пласт – скважина	97
5.2. Исследование закономерностей снижения водопродимости водоносных пластов при вскрытии бурением	101
5.3. Типовые схемы конструкций водоприемной части скважин.....	104
5.4. Технология вскрытия водоносных пластов	106
5.5. Технология освоения водоносных пластов	117
6. ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ БУРОВЫМИ РАБОТАМИ.....	125
6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия	125
6.3. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	126
6.3. Расчет сметной стоимости работ.....	130
6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами	135
6.5. Организация и управление буровыми работами	136
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	140
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	141

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа Ануфриева Никиты Валерьевича на тему «Технология и техника сооружения водозаборной скважины для снабжения водой поселка геологов (Томский район)».

Ключевые слова: бурение скважин, буровая установка, технология и техника бурения, водоснабжение, буровое оборудование.

Выпускная квалификационная работа содержит 142 страниц, 39 таблицы, 61 формулу, 9 рисунков, 25 источников.

Объектом исследования является поселок геологов Томского район Томской области.

Цель работы: составление проекта на бурение разведочно-эксплуатационной скважины; геологическое изучение объекта; разработка технологии проведения разведочно-эксплуатационных работ; разработка управления и организации работ на объекте.

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

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftOfficeWord 2013, графический материал выполнен в программе CorelDRAW X7, таблицы и диаграммы составлены программе MicrosoftOfficeExcel 2013.

ABSTRACT

Graduation qualification work of Nikita V. Anufriev the topic "Technology and equipment for the construction of a water well to supply water to the village of Geologists (Tomsk region)".

Key words: well drilling, drilling rig, drilling technology and technology, water supply, drilling equipment.

The final qualifying work contains 142 pages, 39 tables, 61 formules, 9 drawings, 25 sources.

The object of the research is the settlement of geologists of Tomsk district of Tomsk region.

The purpose of the work: create a well construction project for detailed exploration of polymetallic ores in Sadovushinskaya area (Altai Territory).

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

Graduation qualification work was carried out in the text editor Microsoft Of-fice Word 2013, the graphic material is made in the CorelDRAW X7program, the tables and diagrams are made up of the program Microsoft Office Excel 2013.

ВВЕДЕНИЕ

Участок строительства разведочно-эксплуатационной скважины расположен по адресу: Россия, Томская область, г. Томск, Кировский район, поселок Геологов.

Среди многих отраслей современной техники, направленных на повышения уровня жизни людей, благоустройства населенных мест и развития промышленности, водоснабжение можно назвать основополагающим. Водоснабжение представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению водой различных ее потребителей. В значительной мере потребности в воде удовлетворяются за счет использования подземных вод. Подземные источники имеют более стабильные характеристики качества и относительную защищенность от загрязнения с поверхности в отличие от водозабора с естественных водоразмещений, где помимо транспортировки также актуальным является вопрос с очистительными сооружениями особенно критически в осенне-весенний период.

Проведение геологоразведочных работ на участке позволит выявить изысканию в необходимом количестве подземных вод требуемого качества, а также позволит получить необходимые данные для планирования использования подземных вод, проектирование и строительства новых, реконструкции или расширения существующих водозаборных сооружений. В процессе разработки технологических операций по строительству скважины проектируется конструкция скважины, выбор способа бурения, выбор фильтра, выбор погружного насоса, породоразрушающего инструмента, применяемое буровое оборудование, интервалы и диаметры обсадных труб, и многие другое.

Процесс проектирования бурения скважины представляет собой последовательный комплекс технико-технологических решений процесса строительства скважины, который позволяет в кратчайшие сроки и при

минимальных финансовых затратах произвести строительство скважины. При этом важно учитывать, что все эти задачи в силу единства технологического процесса углубления скважины в определенной степени взаимосвязаны между собой.

Выпускная квалификационная работа содержит решения проектирования: технологической, сервисной, безопасности труда, охраны окружающей среды и экономической. В специальной части выпускной квалификационной работы рассматривается вопрос оптимизации технологических процессов в сложных горно-геологических условиях.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

В административном положении участок (рисунок 1.1) проектируемых работ – посёлок Геологов – находится рядом с Томском, административно входит в состав Кировского района города. Посёлок расположен к югу от Томска по Богашёвскому тракту.

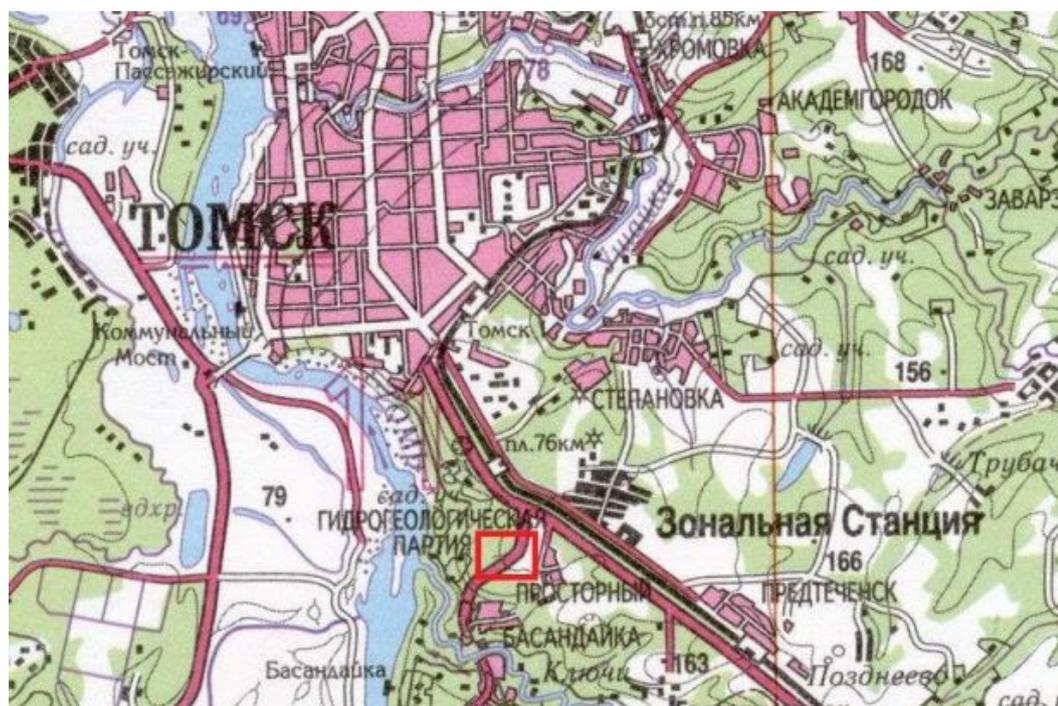


Рисунок 1.1 – Обзорная схема участка работ. Масштаб 1:1000000

1.1.2. Рельеф

Рельеф Томской области, расположенной в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины, отличается исключительной равнинностью. Диапазон высот в Томской области: от +274 м до +34 м над уровнем Балтийского моря. Большую часть территории занимают леса, болота, реки и озера. Все реки области входят в бассейн реки Обь. Леса занимают большую часть области.

1.1.3. Климат

Климат континентально-циклонический (переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному). Среднегодовая температура: 0,9 °С. Безморозный период составляет 110—120 дней. Зима суровая и продолжительная, минимальная зарегистрированная температура –55 °С (январь), максимально зарегистрированная температура +35,6 °С (июль). Годовое количество осадков — 568 мм. Основная их часть выпадает в тёплый период года.

1.1.4. Растительность. Животный мир

В пределах области три природных зоны: средняя тайга, южная тайга и лесостепи. Леса занимают большую часть области. Наиболее ценные в промысловом значении породы деревьев сибирской тайги: кедр, ель, пихта, сосна, лиственница.

Животный мир Томской области очень богат и разнообразен, насчитывает около 2000 видов.

1.1.5. Гидросеть

Основной рекой является р. Томь, протяженностью 827 км. Дождевое питание реки составляет 25 – 40 %, снеговое – 35 – 55 % и грунтовое – 25 – 35 % годового стока, перемерзающая с ноября по апрель.

1.1.6. Экономика района работ

В Томске в сфере строительства, промышленности и энергетики, в добывающих отраслях действуют более 300 инновационных предприятий, из которых 200 относятся к категории инновационно активных, также в сфере IT-бизнеса занимается более 200 компаний.

1.1.7. Пути сообщений

Хорошо развитая автодорожная инфраструктура, пассажирские рейсы и перевозки с использованием водного транспорта, железнодорожные пути, а также, расположенный в часовой доступности, аэропорт.

1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ

По Международной геодезической разграфке исследуемая территория расположена на границе листов 0-45-XXXI и 0-45-XXXII.

Район исследований расположен в юго-восточной части области, наиболее освоенной в хозяйственно-экономическом отношении, и характеризуется довольно высокой степенью геолого-гидрогеологической изученности территории.

Первые обобщенные сведения о гидрогеологических условиях района работ, основанные на результатах бурения одиночных скважин для водоснабжения, получены М.И. Кучиным (1939), которым впервые составлен каталог подземных вод региона, а в 1949г. – сводная гидрогеологическая карта масштаба 1:1 000 000. В период с 1948 по 1963 годы на изучаемой территории было проведено множество мелкомасштабных геолого-съёмочных и картосоставительских работ с выделением различных гидрогеологических районов и подрайонов, составлен кадастр подземных вод, разработана классификация и дана схема районирования подземных вод по условиям водоснабжения (Нагорский, 1949, 1950; Смоленцев, 1957, 1960; Валенюк, 1960; Щипачев 1959...1961 г.г.).

Систематическое изучение геологического строения и гидрогеологических условий района работ началось Томской геологоразведочной экспедицией (ТГРЭ) с 1956 года.

Проводимые исследования можно условно разделить на два этапа. На первом этапе выполнялись среднемасштабные, крупномасштабные и детальные съёмки, результаты которых послужили основой для постановки на втором этапе поисково-разведочных и специализированных исследований различного целевого назначения.

При проведении первых полистных (0-45-XXV, XXVI, XXXI, XXXII) среднемасштабных геологических съёмок комплекс сопутствующих им гидрогеологических и инженерно-геологических работ был не полным и соответствовал условиям гидрогеологического мелкомасштабного

картирования, достаточного для характеристики верхних водоносных горизонтов.

В период с 1959 по 1967 годы в восточной части района работ на площади листов 0-45-XXVI, XXXII одновременно со среднемасштабными проводились и крупномасштабные съемки с целью доизучения палеозойского фундамента и поисков месторождений полезных ископаемых на наиболее перспективных участках.

По материалам этих работ в течение 1963...1969 гг. были изданы государственные геологические карты масштаба 1:200 000 (первого поколения) под редакцией С.Б. Шацкого, М.П. Нагорского и А.А. Булынниковой. Материалы съемочных работ содержат уточненные стратиграфические схемы геологического разреза, первичные оценки перспектив месторождений полезных ископаемых, включая и подземные воды, которые послужили основой для их дальнейшего изучения.

С 1959 г. на территории области, включая район работ, систематически ведутся обобщающие работы по региональной оценке эксплуатационных и прогнозных ресурсов подземных вод, исследования, связанные с условиями водоснабжения в особый период и оценкой защищенности подземных вод от загрязнения, а также, оценкой обеспеченности населения области ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Из региональных работ следует отметить работы по обобщению и систематизации материалов по химическому составу питьевых подземных вод Томской области, выполненные ТГРЭ в течение 1976...1982 гг., в связи с повышенным содержанием в них железа и марганца. По результатам этих исследований установлены основные факторы формирования химического состава подземных вод, залегающих на глубинах до 500 м. построен комплекс гидрогеологических карт от 1:100 000 до 1:2 500 000 масштаба, отражающих химический состав атмосферных осадков и подземных вод.

В 1997 году В.Н. Сильвестровым по результатам обобщения материалов геологических и комплексных съемок составлена карта четвертичных отложений Томской области масштаба 1:500 000. Объяснительная записка к карте дополнена разделом А.Ф. Шамахова по литолого-минералогической корреляции неоген-четвертичных отложений, использованной при подготовке карты.

Начиная с 1993 года А.В. Кривенцовым проводились работы по стратиграфическому обеспечению геологических съемок, вошедшие составной частью в рабочие варианты корреляционной схемы кайнозоя и Легенду Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов Госгеолкарты – 200, утвержденной НРС МПР России 18.02.2000 г. Эта легенда является основой для подготовки к изданию геологических карт нового поколения.

В 90-х годах специалистами ТГРЭ (филиал ОАО «Томскнефтегазгеология») начались работы по обобщению сведений по геологии и полезным ископаемым юго-восточной части области. В результате этого в начале 2000-х годов завершены работы по ГДП – 200 листов 0-45-XXXII, 0-45-XXVI с представлением к изданию Госгеокарты-200 и переданы в НРС на рассмотрение.

Начиная с 70-х годов изученность недр района исследований приобретает специализированный характер. Проводятся среднемасштабные комплексные геолого-гидрогеологические и инженерно-геологические съемки листов 0-45-XXXII, 0-45-XXVI, 0-45-XXXI, 0-44-XXX, XXXVI. В результате проведенных исследований были составлены кондиционные гидрогеологические и инженерно-геологические карты, а также карты районирования для целей водоснабжения, строительства и мелиорации, оценены естественные ресурсы подземных вод основных водоносных горизонтов.

На Обь-Томском междуречье из завершенных работ последних лет следует отметить геолого-экологические исследования и картографирование масштаба 1:200000 (ГЭИК) с гидрогеологическим и инженерно-

геологическим доизучением площади листа 0-45-XXXI, проведенные Южным отрядом ТГРЭ в 1993...1999 гг. По результатам этих исследований дана качественная и количественная оценка состояния геологической среды по отдельным участкам, составлен комплект карт, отражающих состояние геологической среды, гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории.

В 1959...1962 гг. комплексные съемочные работы 1:25 000 масштаба на правом берегу р. Томи проводились с целью изучения геологических и инженерно-геологических условий отдельных участков, изыскания источников водоснабжения и поисков полезных ископаемых.

В связи с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, вызвавшего загрязнение природной среды, в том числе и поверхностных вод, являющихся до начала 70-х годов основным источником водоснабжения населения, остро назрела необходимость поисков подземных вод для питьевых целей. Для решения этой проблемы на территории района работ Томской ГРЭ с 1961 г. проводились поисково-разведочные работы с оценкой эксплуатационных запасов подземных вод на разведанных месторождениях. С 1966 года на Обь-Томском междуречье начаты поиски и разведка подземных вод для централизованного водоснабжения г. Томска. В результате этих работ было разведано одно из самых крупных в России Томское месторождение подземных вод эоцен-олигоценых отложений с общими запасами 499 тыс. м³/сутки по категориям А+В+С1, утвержденными Государственной комиссией по запасам СССР (ГКЗ) 28.03.1975 года (протокол № 7367).

В связи с резким обострением проблемы водоснабжения в юго-восточной части района работ в 1975...1980 годах Ключевской парией ТГРЭ были проведены поиски трещинных подземных вод в пределах западного склона Томь-Яйского междуречья. В результате этих исследований был уточнен геологический разрез, определены фильтрационные свойства и

водообильность трещиноватой зоны пород фундамента, произведена оценка прогнозных эксплуатационных запасов трещинных подземных вод.

Поисково-разведочные работы для водоснабжения предприятий и населения юго-восточной части г. Томска, агропромышленных предприятий, зон пионерских лагерей Томского района, в основном, ориентировались на выявление обводненных зон региональной трещиноватости пород палеозойского фундамента с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод по различным категориям (Родионовское, Калтайское, Академическое месторождения подземных вод).

Для решения дальнейших задач по водоснабжению населения и предприятий Томского агропромышленного комплекса в 1989-1995 гг. проведены поисково-разведочные работы на Наумовской площади. По результатам исследований выявлены и оценены запасы трещинных подземных вод палеозойских образований Копыловского, Кусковского, Малиновского и эоцен-олигоценых отложений Наумовского месторождений.

Обобщением результатов всех разведочных и съемочных работ в пределах Томь-Колыванской складчатой зоны послужила работа по прогнозной оценке ресурсов подземных вод методом математического моделирования, завершенная в 2002 г. Эти ресурсы характеризуют обеспеченность территории Томь-Яйского междуречья подземными водами и могут быть использованы для составления схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, а также являются основой для постановки дальнейших исследований на выделенных перспективных площадях.

С 1962 г. Томской режимной гидрогеологической станцией (партией) в составе ТКГРЭ (с 1980 года ТГРЭ) на территории Обь-Томского междуречья начала создаваться наблюдательная сеть скважин для изучения режима вод различных водоносных горизонтов, которая до 1975 г., в основном, состояла из одиночных скважин. С 1994 г. ведением режимных наблюдений и обработкой их результатов занимается Территориальный

центр Томскгеомониторинг. В выпускаемых отчетах (ежегодниках и сводных за пятилетие), а с 1995 г. – информационных бюллетенях дается характеристика и закономерности изменения режима подземных вод различных водоносных горизонтов и комплексов, их качественная характеристика и оценка влияния хозяйственной деятельности на геологическую среду.

1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ

1.3.1. Геолого-структурная характеристика

Район работ расположен в краевой части Колывань-Томской складчатой зоны, где в геологическом строении принимают участие два структурных этажа. Фундамент сложен герцинидами Колывань-Томской структурно-фациальной зоны, представленными шельфовыми карбонатно-терригенными прибрежно-морскими и лагунно-континентальными отложениями среднедевонско-каменноугольного бассейна.

Мезозойско-кайнозойские толщи, перекрывающие фундамент, представлены неогеновыми и четвертичными отложениями, имеющими различную мощность, увеличивающуюся в северном и северо-западном направлениях.

Район закрытый: мощность рыхлых неоген-четвертичных образований, имеющих широкое распространение, достигает 60 м. Обнажения пород палеозоя редки и наблюдаются только в долинах рек.

1.3.1.1. Литологическая характеристика района работ

Каменноугольная система (С). Отложения каменноугольной системы представлены морским терригенным разрезом Колывань-Томской фациальной зоны и лагунно-континентальным угленосным разрезом Томско-Ельцовской фациальной зоны. В составе позднедевонско-раннекаменноугольного

осадочного цикла Колывань-Томской фациальной зоны выделяются отложения лагерносадской (С11g) толщ. Томско-Ельцовская фациальная

зона представлена басандайской свитой (C1-2bs) (рис. 2). Отложения каменноугольной системы обнажаются в правом борту р. Томи и в нижнем течении ее правых притоков. Общая их мощность, по гравиметрическим данным и геологическим построениям, не менее 3 км.

Лагерносадская толща (C1lg). Толща представлена монотонными темно-серыми до черных глинистыми сланцами, реже углисто-глинистыми сланцами с вкрапленностью пирита. В толще сланцев встречаются прослои алевритов и песчаников. Мощность лагерносадской толщи около 500...700 м.

Басандайская свита (C1-2bs) согласно залегает на отложениях лагерносадской свиты. Ее отложения имеют выходы на дневную поверхность в правом борту р.Томи выше и ниже устья р.Басандайка. В составе свиты наблюдаются песчаники и алевриты с пропластами углистых сланцев и, редко, каменного угля. Мощность басандайской свиты более 1000 м.

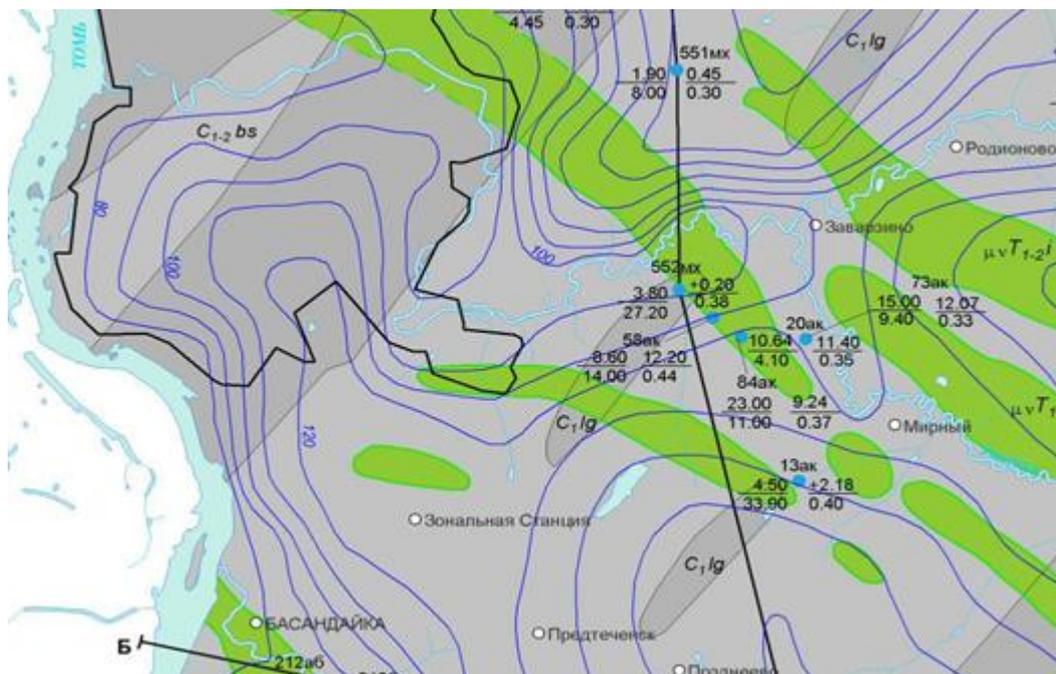


Рисунок 2 – Лагерносадская толща (C1lg) и Басандайская свита (C1-2bs).

Масштаб 1:100000

Кора выветривания (К-Р). Кора выветривания на домезозойских породах имеет повсеместное распространение и различается по возрасту и составу. К кровле состав структурных глин коры выветривания становится каолинит-гидрослюдистым и каолинитовым (зона гидролиза), окраска породы светлая, белая, серая, зеленоватая, желтая, розовая. Чаще всего эта пестроцветная зона наблюдается на магматических породах и содержит бобовины сидерита. На глинистых сланцах зона гидролиза представлена белыми каолиновыми (огнеупорными) глинами небольшой мощности. Мощность выветривания достигает нескольких метров.

Неогеновая и четвертичная системы (N-Q). Отложения неогеновой и четвертичной систем с перерывом залегают на породах палеозоя.

Кочковская свита (IaN2-Ekc) развита повсеместно и перекрывается четвертичными отложениями. В ее составе четко выделяется две подсвиты: нижняя – песчано-гравийная и верхняя – глинистая.

Нижнекочковская подсвита (aN2kc1) сложена, преимущественно, песчано-гравийно-галечниковым аллювиальным материалом разнообразного петрографического состава с редкими тонкими прослоями суглинков и глин. Максимальная мощность подсвиты, достигает 14 м.

Верхнекочковская подсвита (IaQEkc2) перекрывается отложениями федосовской свиты, а также покровными верхнеплейстоцен-голоценовыми образованиями. Сложена она буровато-серыми, зеленовато-серыми, часто карбонатизированными плотными суглинками и глинами с маломощными прослойками разнозернистого песка. Мощность отложений верхнекочковской подсвиты до 20 м.

Федосовская свита (IaQI-IIfd) перекрывает кочковские отложения. На правом берегу р. Томи отложения представляют собой синевато-серые супеси, илистые суглинки и глины с маломощными прослойками илистого тонкозернистого песка. Мощность федосовской свиты 15...20 м.

Субаэральные покровные образования (saQIII-H) распространены на отложениях федосовской и кочковской свит. Покровные отложения являются

продуктом выветривания пород нижележащих свит. Об этом говорит лессовидность, макропористость, обилие гидроокислов железа в покровных суглинках и супесях. Мощность субэаральных отложений, в среднем, составляет 5...7 м.

Характеристика геолого-литологического строения района приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика геолого-литологического строения

Стратиграфические горизонты	Литологический состав	Мощность отложений, м	Площадь распространения	Примечания
Каменноугольные отложения, С				
Нижний отдел С ₁	Отложения палеозойского фундамента – элювий глинистых сланцев, песчаников, аргиллитов	более 100	повсеместно	заключен водоносный горизонт используемый для ХПВ населенных пунктов поселения
Меловые отложения, К				
Кора выветривания, К ₂ -Р	Кора выветривания глинистых сланцев – глины, суглинки	0-20	повсеместно (в долинах рек размыта)	
Палеогеновая, Р				
Палеогеновая, Р Эоценовые – Люлинворская свита Р _{2п}	Аллювиально-озерные пески пылеватые глины	0-9	в пределах водораздела в	
Эоцен-олигоценые – Юрковская свита Р _{2,3}	пески р/з	28-48		
Олигоценые – Новомихайловская – Лагернотомская свиты Р _{3It} -Р _{3пm}	аллювиально-озерные пески с гравием, галькой, глины	10-20		
Неогеновая, N				
Неогеновая, N - Кочковская свита N _{2кc}	Суглинки, глины, пески с гравием, галькой	15-25	в пределах водораздела в	

Четвертичная, Q				
Четвертичная, Q Средне- верхнечетвертичные -тайгинская свита, IaQ _{2tg} -субаэральные отложения склонов водоразделов	-суглинки, супеси с прослоями песков -лессовидные суглинки	5-14 2-5	в пределах водораздело в, их склонов	
Современные -пойменные отложения aQ ₄ -техногенные грунты	-песч.-гравийн., суглинки, торф, илы -насыпной грунт (пески, суглинки), стр. мусор	2-3 до 10- 15 0-7	долины рек локально	являются основаниями фундаментов зданий и сооружений

1.3.1.2. Тектоника

Район работ характеризуется двухъярусным строением. Верхний ярус сложен рыхлыми образованиями мезозоя-кайнозоя, со стратиграфическим несогласием перекрывающими палеозойский фундамент. Рыхлая толща, сложенная преимущественно глинистыми породами, нивелирует неровности рельефа и складки палеозойских пород. Мощность рыхлых отложений варьирует от первых метров до первых десятков метров.

Палеозойские отложения в герцинскую эпоху тектогенеза были смяты в крутые складки. Время формирования основных складчатых структур района относится к концу палеозоя. Породы в общем плане имеют моноклиналиное залегание с падением на запад, северо-запад. Позднее были сформированы основные дизъюнктивные нарушения палеозойского фундамента, в результате интенсивной разрывной тектоники и последующего катаклаза появились системы трещин-коллекторов, которые впоследствии явились благоприятной средой для локализации подземных вод. Это объясняет то, что наибольшую водообильность имеют скважины, пробуренные вблизи крупных дизъюнктивных нарушений или в понижениях рельефа.

Впоследствии в мезозойско-кайнозойское время происходило формирование коры выветривания пород палеозойского фундамента с одновременным разрушением замков антиклинальных и крыльев синклинальных складок. Следствием этого процесса является сформированная кора выветривания.

1.3.1.3. Полезные ископаемые

В соответствии с геолого-гидрологическим строением района работ объектом изучения с целью решения вопросов водоснабжения за счет подземных вод может служить только верхняя трещиноватая зона палеозойского фундамента. Отложения федосовской и кочковской свит представляют собой как водоупорные, или крайне слабоводоносные слои, в силу своего литологического состава. К тому же эти горизонты имеют не достаточную защищенность.

1.3.2. Гидрогеологическая характеристика района работ

Согласно современным схемам гидрогеологического районирования, описываемая территория находится на сочленении Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области и Западно-Сибирского артезианского бассейна. В рассматриваемом районе выделяются два геолого-гидрогеологических структурных этажа. Верхний – мезозойско-кайнозойский этаж сложен толщей рыхлых отложений, содержащих пластовые воды. Нижний этаж – складчатый протерозойско-палеозойский фундамент представлен терригенными породами, известняками, мраморами, амфиболитами, вулканитами, обводненными преимущественно в верхней трещиноватой зоне (трещинные воды).

Подземные воды верхнего и нижнего этажей разделены глинистыми водоупорными породами коры выветривания, имеющей региональное распространение. Однако в долинах рек и на отдельных участках водоразделов глины коры выветривания могут отсутствовать, что обуславливает гидравлическую связь между водоносными комплексами обеих этажей.

В верхнем этаже выделен слабоводоносный локально-водоносный неоген-четвертичный гидрогеологический комплекс. В нижнем этаже выделяется водоносный локально-слабоводоносный протерозойско-палеозойский комплекс.

Пластовые воды мезозойско-кайнозойского гидрогеологического этажа. Водовмещающие породы верхнего этажа представлены песчано-алевритистыми, глинистыми отложениями. Характерным для гидрогеологического разреза верхнего этажа является преобладание слабоводоносных и водоупорных пород. Водоносные отложения распространены локально в виде линз и маломощных слоев.

Слабоводоносный локально-водоносный неоген-четвертичный комплекс (QEк^с+IQI-IIfd) представлен сложным переслаиванием суглинков, глин, супесей, песков общей мощностью до 60 м. В разрезе комплекса преобладают суглинки и глины.

В зоне аэрации широко развита «верховодка», которая формируется за счет инфильтрации атмосферных осадков поверхностных и почвенных вод. «Верховодка» приурочена к маломощным прослоям песков, супесей в глинах неоген-четвертичного возраста и залегает на глубине 0,0...9,4 м. Водоносность этих отложений низкая. Дебиты водопунктов составляют сотые доли литра в секунду. Воды преимущественно гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые с минерализацией 0,3...0,5 г/дм³. Вблизи населенных пунктов «верховодка» часто загрязнена, вода имеет минерализацию более 1 г/дм³, часто присутствуют соединения азота и другие загрязнители. Однако эти воды нередко используются населением (посредством колодцев) для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В составе комплекса наиболее широко распространены отложения кочковской свиты. Они представлены преимущественно водоупорными породами, лишь в основании свиты залегают водоносные пески и галечники мощностью до 5 м. Воды нижнекочковской подсвиты напорно-безнапорные, устанавливаются на глубине от 1,0 до 30,0 м. Величина напора изменяется от

0 до 28 м. Водоносность пород пестрая и зависит от гипсометрических отметок рельефа, мощности водовмещающих пород и степени их глинистости. На склонах водоразделов воды отложений кочковской свиты интенсивно дренируются, и песчано-гравийные отложения могут оказаться безводными. Удельные дебиты изменяются от десятых долей до 1,3 л/с при понижении до 15,8 м.

По химическому составу воды гидрокарбонатные, преимущественно кальциевые, с минерализацией 0,2...0,8 г/дм³, от нейтральных до слабощелочных (рН 7,0...8,6), от умеренно жестких до жестких (3,8...8,8 мг-экв/л).

Трещинные воды протерозойско-палеозойского гидрогеологического этажа. Нижний гидрогеологический этаж объединяет трещинно-карстовые воды, связанные с породами фундамента и представлен локально-слабоводоносным протерозойско-палеозойским комплексом. Водовмещающими являются метаморфизованные терригенные, терригенно-карбонатные, карбонатные, вулканогенноосадочные образования, а также метаморфические и магматические комплексы пород широкого возрастного диапазона. В верхней части комплекса залегают водоупорные породы – глины коры выветривания, разделяющие трещинные воды от пластовых вод рыхлого осадочного чехла. Подземные воды комплекса приурочены к зонам региональной трещиноватости, участками развития карста и тектоническим нарушениям. Наиболее обводнены породы в зоне региональной трещиноватости, мощность которой достигает 60 м. Глубина залегания трещинных вод изменяется от 45 до 55 м. Трещинные воды напорные, величина напора достигает нескольких десятков метров. Статические уровни в проектируемой скважине ожидается на глубине около 24 м.

Породы обладают средней водообильностью и, несмотря на анизотропию фильтрационных свойств, часто способны обеспечить устойчиво высокий дебит скважин. Удельные дебиты изменяются от 0,5 до 1,5 л/с. Водопроводящими являются, вероятно, нарушения северо-западного

и северо- восточного направлений. Основное направление потока подземных вод – юго-западное, к долине р. Томи, осложняемое влиянием мелких рек (Ушайка и ее притоки), дренирующих на отдельных участках образования палеозоя.

Трещинные воды протерозойско-палеозойского комплекса пресные с минерализацией от 0,2 до 0,5 г/л, гидрокарбонатные магниево-кальциевые, натриево-кальциевые, от нейтральных до слабощелочных (рН 7,0...8,0), от мягких до жестких (жесткость от 1,3 до 7,1 мг-экв/л). Повсеместно в водах отмечается железо от 0,1 до 10 мг/л и марганец от 0,3 до 11 мг/л.

В таблице 2 приводятся сведения по основным водоносным горизонтам и комплексам.

Таблица 2

Сведения по основным водоносным горизонтам

Наименование водоносного горизонта (ВГ, ВК)	Распространение	Глубина залегания/ мощность, м	Уд. Дебиты, л/с	Использование
ВГ в четвертичных отложениях аQ ₃₋₄	практически повсеместно	от 0 до 10	незначительные	в ХПВ не участвуют
-ВГ типа «верховодки»				
-ВГ в неогеновых отложениях N _{2кс}	локально в пределах водораздела	15-25/ в прослоях песков	н.с.	в ХПВ не участвуют
ВК в палеогеновых отложениях: -лагерносадско-юрковско-новомихайловский	повсеместно	10-50 / до 40	н.с.	в ХПВ не участвуют
Каменноугольный С ₁	повсеместно	до 120 и глубже/ вскр. Более 70	от 0,08 до 0,29	используется для ХПВ населенных пунктов

1.4. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ

1.4.1. Геологические задачи и методы их решения

Главной целью работ является выявление источников водоснабжения и бурения скважины, как сооружения для добычи подземных вод с целью хозяйственно-технического водоснабжения в пос. Геологов Томской области.

1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ

Для решения поставленной задачи и в соответствии с Техническим заданием предусматривается выполнение комплекса работ, включающего предполевые, полевые и лабораторные исследования, а также камеральную обработку полученных материалов с составлением окончательного отчета и комплекта графических приложений к нему.

1.4.2.1. Предполевые работы

Для характеристики физико-географических условий, геологического строения, гидрогеологических условий района работ необходимо собрать, обобщить и проанализировать фактический фондовый материал о результатах геологоразведочных работ, выполненных ранее на описываемой территории. В ходе работы подробно будут изучены неопубликованные источники (фондовые отчеты по геологоразведочным работам) и опубликованные.

1.4.2.2. Полевые работы

В составе полевых работ предусматривается опытно-фильтрационные работы, отбор проб подземных вод из скважин и лабораторные исследования их качества.

1.4.2.3. Опытно-фильтрационные работы

Опытно-фильтрационные работы проводятся после освоения скважин. Для отвода откачиваемой воды на скважинах монтируется временный водопровод длиной по 100 м каждый.

В составе работ предусматривается подготовка, проведение и ликвидация пробных откачек из всех вновь пробуренных скважин. На стадии

поисков их основной целью является получение сравнительной характеристики фильтрационных свойств пласта на отдельных участках распространения водоносного горизонта и качества подземных вод.

1.4.2.4. Лабораторные работы

Аналитические исследования проб воды, отобранных при опытных работах (общий химический состав подземных вод, содержание микрокомпонентов и специфических соединений) будут проводиться в аккредитованной гидрохимической лаборатории АО «Томскгеомониторинг».

Перечень показателей и компонентов, которые будут определяться в пробах воды, приведен в таблице 3.

Таблица 3

Перечень показателей и компонентов, определяемых в пробах воды

№ п/п	Вид анализа	Количество проб	Объем пробы, л
	Общий химический анализ		
1	Органолептические показатели (цвет, запах, вкус, мутность), Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Cl, SO ₄ , NO ₃ , NO ₂ , HCO ₃ , pH, Fe _{общ.} , Fe ⁺² , общая жесткость, перманганатная окисляемость, кремний, минерализация, фосфаты	8	1,5
2	Микрокомпоненты		
	Al, Ba, Be, B, Cd, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Hg, Pb, Se, Sr, F, Zn	8	0,5
3	Специфические компоненты		
	Нефтепродукты	8	1,0
	Фенольный индекс	8	0,5
	СПАВ	8	0,5

1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ

1.5.1. Методика проведения буровых работ

Бурение скважин, исходя из особенностей геологического строения участка, является основным видом геологоразведочных работ. В результате анализа материалов предшествующих работ установлено, что единственным источником подземных вод для централизованного водоснабжения является верхняя трещиноватая зона палеозойских образований, которая

характеризуется очень неравномерной трещиноватостью, следовательно, крайней изменчивостью фильтрационных свойств и невысокой водообильностью.

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

Типовой геологический разрез представлен в таблице 4. В строении геологического разреза принимают участие 7 литологических горизонтов.

Таблица 4

Проектный геологический разрез

Стратигр. индекс	Описание пород	Глубина залегания, м		Мощность слоя, м	Категория пород по буримости
		от	до		
aQ ₄	Песч.-гравийные суглинки, торф, илы	0	5	5	II
laQ _{2tg}	Суглинки, супеси с прослоями песков	5	10	5	II
N _{2kc}	Суглинки, глины, пески с гравием, галькой	10	26	16	III
P _{3lt} -P _{3nm}	Аллювиально-озерные пески с гравием, галькой, глины	26	36	10	II
P _{2,3}	Пески разномерные	36	64	28	II
K _{2-P}	Кора выветривания глинистых сланцев – глины, суглинки	64	70	6	IV
C ₁	Элювий глинистых сланцев, песчаников, аргиллитов	70	120	50	IV

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

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

В 1975-80 проведены поиски подземных вод в пределах западного склона Томь-Яйского междуречья и выделены перспективные участки для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Бурение производилось установкой УКБ-200/300. Установка включает в себя буровой станок СКБ-200/300 с электродвигателем или дизелем, мачту МР6 с санным основанием, труборазворотом РТ-300, буровой насос НБ4-160/63, электрооборудование, ведущие штанги.

Все оборудование установки было смонтировано на стальных санях, имеющих деревянный пол и прицепное устройство для буксировки.

Применяемое оборудование того времени позволяло получать выход керна 70-80%, что не всегда было достаточно для проведения полноценных геологических исследований.

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

Основываясь на геологическое задание, выбираем способ бурения скважины, который обеспечит высокие технико-экономические показатели. Исходя из того, что разрез сложен рыхлыми и сильнотрещиноватыми породами и скважина является разведочно-эксплуатационной, то принимаем способ бурения с подвижным вращателем с прямой промывкой полимерглинистым раствором до интервала залегания водоносного пласта и далее с промывкой технической водой.

2.3. Разработка типовых конструкций скважин

Скважина будет строиться в два этапа, так как является разведочно-эксплуатационной и подразумевает под собой и отбор керна, и установку эксплуатационного оборудования.

I этап.

На первом этапе предполагается колонковое бурение твердосплавной коронкой Ø93 мм для получения керна в интервале от 0 до 120 м, то есть по всему стволу скважины. Используем одинарный колонковый снаряд ОКС Ø73 мм, так как бурение ведется в мягких породах. Скважина не будет укрепляться обсадными колоннами, так как для ее строительства будет использован полимерглинистый буровой раствор, компонентами которого являются бентонитовый глинопорошок, высоковязкая полианионная целлюлоза КМЦ-600 и гипан, которые увеличивают вязкость бурового раствора, загущают его, снижают водоотдачу и способствуют формированию глинистой корки.

II этап.

На втором этапе будет осуществляться расширение ствола скважины для установки эксплуатационного оборудования.

Разведочно-эксплуатационная скважина проектируется снизу вверх.

В зависимости от характера пород слагающих водоносный горизонт, водоприемная часть скважины оборудуется фильтрами, но может быть и бесфильтровой.

Фильтры устанавливаются в водоносных горизонтах, представленных рыхлыми (галька, гравий, песок) или сильно трещиноватыми породами (известняки, песчаники, граниты), для предохранения их от обвалов и препятствия выноса породы водой.

Фильтры должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать отбор необходимого количества воды.
2. Иметь небольшие гидравлические сопротивления, максимальную пропускную способность при минимальных размерах.
3. Обладать необходимой механической прочностью.
4. Быть устойчивым против химической и электрохимической коррозии, не забиваться частицами окружающих пород, не зарастать осадками, выделяющимися из воды.

5. Очищать воду от механических примесей; пропускать песок и мелкие фракции породы только в начальный период работы.

6. Не ухудшать качество воды. Материалы для их изготовления должны отвечать санитарным требованиям.

7. Быть простыми в изготовлении и иметь небольшую стоимость.

При применении фильтровой водоприемной части скважины необходимо выбрать тип фильтра в зависимости от характера пород, слагающих водоносный горизонт и рассчитать его параметры (длину и диаметр рабочей части). Параметры рабочей части фильтра определяются проектным дебитом скважины, мощностью водоносного горизонта и его фильтрационными свойствами, характеризуемыми коэффициентом фильтрации. Площадь фильтра, определяющая его водопрпускную способность при допустимой скорости фильтрации воды, находится в зависимости от диаметра и длины рабочей части. В связи с этим, при расчете одну из этих величин принимают, а другую находят. Поскольку мощность водоносного горизонта составляет более 10 м, то принимаем диаметр фильтра и рассчитываем необходимую длину. Во всех случаях диаметр каркаса фильтра должен быть не менее 100 мм, что обусловлено условиями его эксплуатации и ремонта. Выполняя предыдущее условие, принимаем ближайший диаметр $\varnothing 114$ мм и выбираем тип фильтра. Поскольку водоносный горизонт расположен в скальных неустойчивых породах, то выбираем трубчатый фильтр с круглой перфорацией с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки.

Длина рабочей части фильтра:

$$L_{\phi} = \frac{Q}{\pi D_{\phi} \cdot v_{\phi}}, \quad (1)$$

где Q – проектный дебит, м³/сутки; v_{ϕ} – допустимая скорость фильтрации, м/сутки; D_{ϕ} – диаметр фильтра, м.

$$v_{\phi} = 65^3 \sqrt{K_{\phi}}, \quad (2)$$

где K_f – коэффициент фильтрации, м/сутки (для песчаников, аргиллитов принимаем равным 15).

$$v_f = 65 \sqrt[3]{15} = 160 \text{ м/сут.}$$

$$L_f = \frac{240}{3,14 * 0,114 * 160} = 4,2 \text{ м.}$$

Интервал от 0 до 12 метров будет расширен трехшарошечным долотом $\varnothing 320$ мм и укреплен обсадными трубами $\varnothing 273$ мм. Интервал от 12 до 72 будет расширен трехшарошечным долотом $\varnothing 238,1$ и укреплен обсадной колонной $\varnothing 178$ мм до устья скважины. Интервал от 72 до 87 будет расширен трехшарошечным долотом $\varnothing 139,7$ и оборудован фильтровой колонной диаметром 114 мм вплоть до интервала от 71 до 87 м. Интервал от 87 до 120 будет оставлен $\varnothing 93$ мм после первого этапа бурения.

Диаметр долота под фильтровую колонну:

$$D_{д.ф.} = D_f + 2\delta, \quad (3)$$

где $D_{д.ф.}$ – расчетный диаметр долота для бурения скважины под фильтровую колонну, мм; D_f – диаметр фильтра, принимаемый по максимальному размеру, мм; δ – величина зазора между стенкой скважины и наружной поверхностью фильтра (принимается в пределах 10-50 мм), мм.

$$D_{д.ф.} = 114 + 2 * 10 = 134 \text{ мм.}$$

Выбираем ближайший диаметр долота = 139,7 мм.

Внутренний диаметр эксплуатационной колонны:

$$D_{э.в.} = D_{д.ф.} * 2\Delta, \quad (4)$$

где $D_{д.ф.}$ – расчетный диаметр долота для бурения скважины под фильтровую колонну, мм; Δ – зазор между внутренней стенкой колонны и диаметром долота, принимается в пределах 5-10 мм в зависимости от диаметра долота.

$$D_{э.в.} = 139,7 + 2 * 5 = 149,7 \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр эксплуатационной колонны должен быть достаточным для размещения водоподъемного оборудования и обязательно проверяется по условию:

$$D_{\text{э.в.}} \geq D_{\text{н}} + 2\text{в}, \quad (5)$$

где $D_{\text{н}}$ – диаметр насоса; в – зазор на сторону между насосом и внутренним диаметром эксплуатационной колонны.

$$D_{\text{э.в.}} = 142 + 2 \times 10 = 162 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр колонны = 178 мм, по муфте = 198 мм.

Диаметр долота для бурения под эксплуатационную колонну:

$$D_{\text{д.э.}} = D_{\text{м.э.}} + 2\delta, \quad (6)$$

где $D_{\text{м.э.}}$ – наружный диаметр эксплуатационной колонны по муфте, мм.

$$D_{\text{д.э.}} = 198 + 2 \times 10 = 218 \text{ мм.}$$

Выбираем ближайший диаметр долота = 238,1 мм.

Внутренний диаметр направляющей колонны:

$$D_{\text{н.в.}} = D_{\text{д.э.}} + 2\Delta, \quad (7)$$

где $D_{\text{д.э.}}$ – диаметр долота для бурения под эксплуатационную колонну, мм.

$$D_{\text{н.в.}} = 238,1 + 2 \times 10 = 258,5 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр колонны принимаем 273 мм, по муфте 299 мм.

Диаметр долота для бурения под направляющую колонну:

$$D_{\text{д.н.}} = D_{\text{м.н.}} + 2\delta, \quad (8)$$

где $D_{\text{м.н.}}$ – наружный диаметр направляющей колонны по муфте, мм.

$$D_{\text{д.н.}} = 299 + 2 \times 10 = 319 \text{ мм.}$$

Выбираем ближайший диаметр долота = 320 мм.

Типовая конструкция скважины для данных геологических условий приведена на рисунке 3.

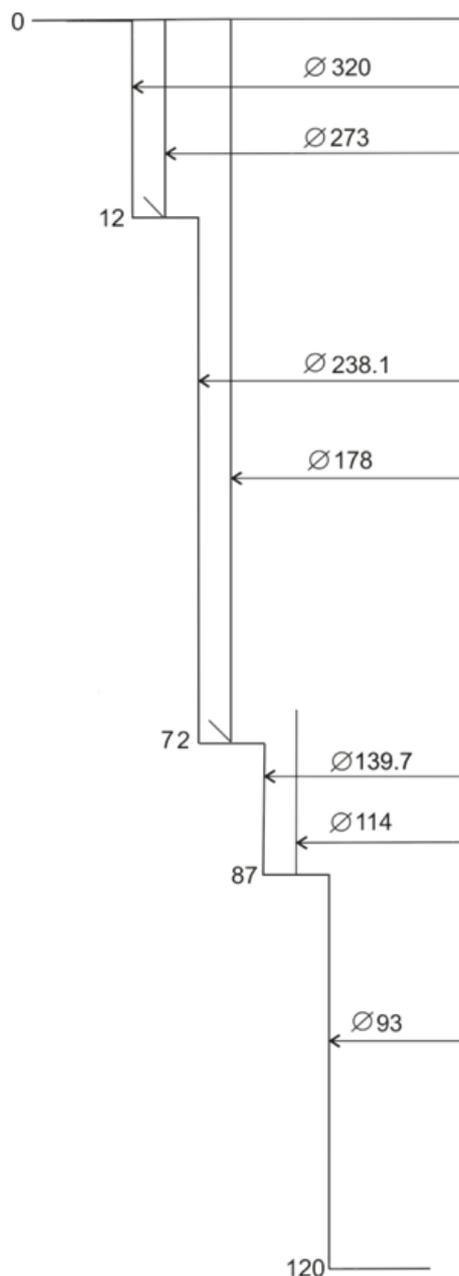


Рисунок 3 – Типовая конструкция скважины

2.3.1. Выбор насоса для откачки воды и определение глубины спуска

Главными критериями для выбора насоса являются диаметр эксплуатационной колонны и дебит скважины. Из формул 4,5 мы определили диаметр эксплуатационной колонны, который равняется 178 мм. Дебит скважины равен 10 м^3 . Основываясь на эти данные, выбираем тип насоса

1ЭЦВ6-10-110 – электрический, центробежный, водяной насос, диаметром 142 мм, производительность 10 м³/ч, до глубины 110 м.

Насос должен устанавливаться ниже статического уровня и над фильтровой колонной. Статический уровень составляет 39 метров, фильтровая колонна устанавливается на глубине 71 метр, исходя из этих значений мы, выбираем глубину спуска насоса равной 60 метрам.

2.3.2. Определение конечного диаметра скважины

Выбор конечного диаметра зависит, прежде всего, от вида полезного ископаемого, глубины скважины, способа бурения, наличия неустойчивых, легко размываемых пород, различных осложнений, и должен осуществляться в соответствии с конкретными геолого-техническими условиями бурения, характерными для данного объекта буровых работ.

Полезным ископаемым данного месторождения является – водоносный горизонт. Из справочных источников мы не можем определить конечный диаметр, поэтому используем геологический разрез для определения конечного диаметра. Геологический разрез в основном сложен мягкими породами песками, песчаниками, глинами II-IV категорией по буримости. В мягких породах необходимо брать большой диаметр коронок.

Таким образом, для обеспечения требования минимально возможного внутреннего диаметра коронки принимаем конечный диаметр скважины равный 93 мм.

2.3.3. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению

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

При сооружении скважины для эксплуатации будет принят ряд мер для предотвращения осложнений.

Интервал от 0 до 12 метров необходимо укрепить обсадной колонной, чтобы изолировать верхний наносный слой почвы от размывания буровым раствором, тем самым предотвратить осыпи и обвалы стенок скважины.

Интервал от 0 до 72 м укрепляется обсадной колонной с целью предотвращения попадания сточных и грунтовых вод, которые могут загрязнить воду. В этом интервале на глубине 36-64 м согласно геологическому разрезу расположены пески, обсадная колона будет препятствовать размыванию горной породы. В интервале от 72 до 87 м будет установлена фильтровая колонна, которая перекрывает выветрелую часть коренных пород с целью предотвращения вывала обломочной массы. Для предотвращения осложнений по всему разрезу связанных с набуханием глин необходимо использовать качественный бентонитовый буровой раствор.

2.4. Выбор буровой установки и бурильных труб

Рациональный выбор бурового оборудования во многом определяет затраты времени и материальных ресурсов на бурение скважины и, следовательно, экономические показатели бурения.

Буровые установки следует выбирать независимо от глубины с учетом конкретных геолого-технических условий, конечного диаметра скважины и методов бурения для получения наиболее высоких технико-экономических показателей. Один и тот же буровой станок, входящий в комплект буровой установки (или сама буровая установка) в зависимости от условий и методов бурения может быть эффективно использован в достаточно широком диапазоне глубин.

При выборе буровой установки, помимо грузоподъемности, должны учитываться следующие факторы:

1. мобильность и компактность;
2. минимальные затраты времени и средств на монтаж и демонтаж;
3. удобство в эксплуатации;
4. минимальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при ее работе.

Передвижные буровые установки для бурения артезианских скважин должны быть механизированы и оснащены самостоятельным пультом управления спускоподъемными операциями (СПО), расположенными в безопасном месте и снабжены контрольно-измерительными приборами (КИПиА), в том числе индикатором веса с записью нагрузки на крюке. С пульта управления буровой установки должны осуществляться все технологические процессы и операции на скважине при обеспечении в ходе их выполнения видимости мачты, лебедки и устья скважины.

Грузоподъемность передвижной буровой установки, вышки, мачты, допустимая ветровая нагрузка должны соответствовать максимальным нагрузкам, ожидаемым в процессе строительства скважины.

Передвижные буровые установки для строительства скважины должны отвечать требованиям правил безопасности, действующим в нефтяной и газовой промышленности.

На основании анализа конкретных геологических условий и технологии бурения выбираем буровую установку УРБ-3А3 (рис. 4). Кинематическая схема указана на рисунке 5.

Все механизмы установки смонтированы на общей раме, закрепленной на шасси грузового автомобиля «МАЗ-5337».

Технические характеристики установки представлены в таблице 5.

Технические характеристики буровой установки УРБ-3А3

Грузоподъемность, кН (тс)	200 (20)
Условная глубина бурения	
-трубами диаметром 60,3-63,5 мм	700-600
-трубами диаметром 73-89 мм	400-300
Рекомендуемый диаметр бурения трубами 60,3-63,5 мм:	
-начальный, мм	243
-конечный, мм	93
Силовой привод	автономный дизельный двигатель ЯМЗ-236 или ЯМЗ-236 с коробкой передач
Потребляемая мощность, кВт (лс)	88 (120)
Лебедка:	
-тип	2-х барабанная
-скорость подъема бурового снаряда, м/с	0,2; 1,48
Мачта:	
-тип	складывающаяся с открытой передней гранью
-расстояние от стола ротора до кронблока, м	15,5
-длина бурильной свечи, м	12
Ротор:	Р410
-диаметр проходного отверстия стола, мм	410
-максимальный момент силы, Нм (кгс·м)	7850 (800)
-основные частоты вращения, с ⁻¹ (об/мин)	0,6 (36); 4,48 (269)
Насос поршневый буровой:	НБ50
-максимальная объемная подача, м ³ /ч (дм ³ /с)	40 (11)
-максимальное давление на выходе, МПа (кгс/см ²)	6,3 (63)
Вертлюг:	БА15-33Гсб
-грузоподъемность, кН (тс)	200 (20)
-диаметр проходного отверстия, мм	60
Генератор	
-мощность, кВт	30
-напряжение, В	400/230
Механизм подачи гидравлический:	
-усилие вниз, кН (тс)	35 (3,5)
-усилие вверх, кН (тс)	50 (5,0)
-ход подачи, мм	600
Подсвечник:	
-допустимая нагрузка, кН (тс)	200 (20)
Габаритные размеры буровой установки:	
-транспортные	9880x2500x3750
Масса полного комплекта оборудования, кг	19500, 22500

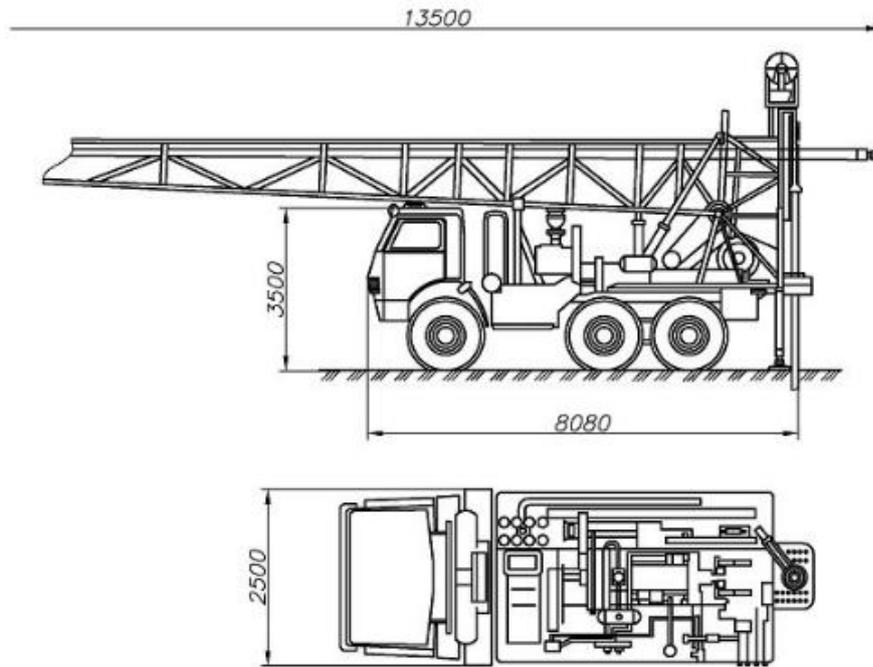


Рисунок 4 – Буровая установка УРБ-3А3

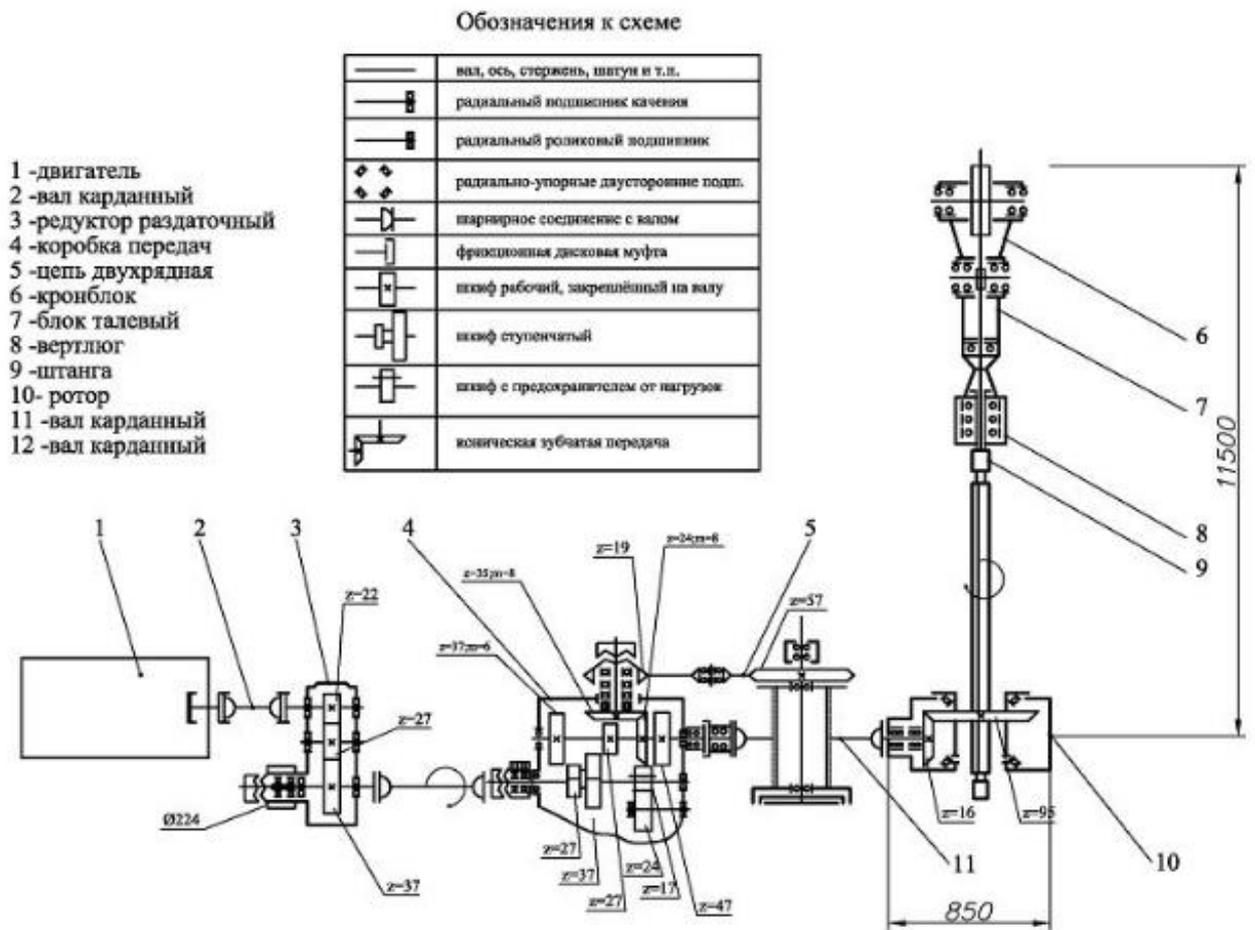


Рисунок 5– Кинематическая схема буровой установки УРБ-3А3

2.4.1. Выбор бурильных труб

Колонна бурильных труб служит для соединения породоразрушающего инструмента, работающего на забое, с буровой установкой, смонтированной на поверхности, для передачи вращательного момента и подачи промывочной жидкости, используемой для охлаждения ПРИ и выноса продуктов разрушения при бурении.

Для создания осевой нагрузки и жесткости низа бурильной колонны, при бурении разведочной скважины, используем утяжеленные бурильные трубы (УБТ)

Выбираем бурильные труба СБТ с замковым соединением. Технические характеристики данных труб приведены в таблице 6.

Таблица 6

Технические характеристики бурильных труб

Тип	Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Тип замкового соединения	Масса 1 м трубы, кг	Длина трубы, м
СБТ-60	60	7	ЗП-86-44	9,3	6
УБТ-РПУ-89	89	22	Приварное замковое соединение	36	4,625

2.4.2. Буровой насос. Компрессор

Производительность бурового насоса должна удовлетворять одному из главных условий бурения скважины – это расход промывочной жидкости. Буровая установка комплектуется буровым насосом НБ-50.

Насос НБ 50 предназначен для нагнетания и перекачки различных неагрессивных жидкостей (воды, глинистого раствора) в скважину при геологоразведочном и структурно-поисковом бурении на нефть и газ. Технические характеристики насоса приведены в таблице 7.

Технические характеристики насоса НБ-50

Мощность, кВт	50
Ход поршня, мм	160
Число двойных ходов в минуту	105
Частота вращения трансмиссионного вала, об/мин	394
Высота всасывания, м	3
Диаметр патрубков, мм:	
– всасывающего	113
– нагнетательного	50

Давление и объемная подача приведены в таблице 8.

Таблица 8

Давление и объемная подача насоса НБ-50

Обозначение насоса	Мощность, кВт	Диаметр сменных втулок, мм	Объемная подача, л/с (м ³ /ч)	Наибольшее давление, МПа	Число двойных ходов поршня в минуту
НБ50	50	90	5,8 (20,9)	6,3	105
		100	7,3 (26,6)	5,0	
		110	8,9 (32)	4,1	
		120	11 (39,6)	3,4	

2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров

2.5.1. Проходка горных пород

Правильно выбранные параметры режима бурения обеспечивают достижение высоких показателей бурения: повышение механической скорости, увеличение проходки за рейс и снижение стоимости 1 м бурения. Режимными параметрами, определяющими показатели бурения, являются: осевая нагрузка на коронку, частота вращения ПРИ и расход промывочной жидкости. Оптимальными режимными параметрами считаются такие, при которых обеспечиваются максимальные механическая скорость бурения и проходка за рейс.

Геологический разрез месторождения сложен из пород II-IV категории по буримости. Исходя из конструкции скважины и геологического разреза, выбираем тип коронок и долот для бурения по интервалам.

Усредненный геологический разрез представлен в таблице 9.

Таблица 9

Усредненный геологический разрез

Стратигр. индекс	Описание пород	Глубина залегания, м		Мощность слоя, м	Категория пород по буримости
		от	до		
aQ ₄	Песч.-гравийные суглинки, торф, илы	0	5	5	II
laQ _{2tg}	Суглинки, супеси с прослоями песков	5	10	5	II
N _{2kc}	Суглинки, глины, пески с гравием, галькой	10	26	16	III
P _{3lt} -P _{3nm}	Аллювиально-озерные пески с гравием, галькой, глины	26	36	10	II
P _{2,3}	Пески разнозернистые	36	64	28	II
K ₂ -P	Кора выветривания глинистых сланцев – глины, суглинки	64	70	6	IV
C ₁	Элювий глинистых сланцев, песчаников, аргиллитов	70	120	50	IV

I. Бурение с отбором керна.

Бурение с отбором керна будет проводиться по всему стволу скважины твердосплавной коронкой М2 Ø93 мм. Технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10

Техническая характеристика твердосплавной коронки М2

Тип твердосплавной коронки	Диаметр наружный D _н , мм	Диаметр внутренний D _в , мм	Средний диаметр коронки D _с , мм	Число основных резцов, шт.	Удельная нагрузка G _у , кН	Окружная скорость V, м/с	Удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра коронки Q _д , (л/мин)/см
M2	93	58	75,5	12	0,6-0,8	1,0-1,5	8-12

Осевая нагрузка на коронку G_0 (кН) определяется, исходя из количества основных резцов m и рекомендуемой удельной нагрузки G_y на один основной резец:

$$G_0 = G_y * m, \quad (9)$$

$$G_{01} = 0,6 * 12 = 7,2 \text{ кН};$$

$$G_{02} = 0,8 * 12 = 9,6 \text{ кН}.$$

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

$$n = \frac{20V}{D_c}; \quad (10)$$

$$n = \frac{20*1}{0,0755} = 264,9 \text{ об/мин};$$

$$n = \frac{20*1,5}{0,0755} = 397,3 \text{ об/мин}.$$

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

$$Q = q_d * D_n, \quad (11)$$

$$Q_1 = 8 * 9,3 = 74,4 \text{ л/мин};$$

$$Q_2 = 12 * 9,3 = 111,6 \text{ л/мин}.$$

II. Эксплуатационное бурение.

1. Интервал от 0 до 12 м – Ш-320М-ГВ – трехшарошечное долото Ø320 мм, для бурения мягких пород, с боковой гидромониторной промывкой, на подшипниках качения.

2. Интервал от 12 до 72 м – Ш-238,1МС-ГВ – трехшарошечное долото Ø238,1 мм, для бурения мягких пород с пропласткой средней твердости, с боковой гидромониторной промывкой на подшипниках качения.

3. Интервал от 71 до 87 м – Ш-139,7С-ГВ – трехшарошечное долото Ø139,7 мм, для бурения пород средней твердости, с боковой гидромониторной промывкой, на подшипниках качения.

Произведем расчет режимных параметров.

Осевая нагрузка на долото G_c (кН) определяется, исходя из удельной нагрузки G_y на 1 см диаметра долота D_d (кН/см):

$$G_c = C_y * D_d. \quad (12)$$

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

$$n = \frac{20V}{D_c}, \quad (13)$$

где V – окружная скорость долота, м/с.

Расход промывочной жидкости определяется из выражения:

$$Q = q_d * D_d, \quad (14)$$

где q_d – удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра долота, л/мин.

Параметры технологического режима бурения шарошечными долотами приведены в таблице 11.

Таблица 11

Параметры технологического режима бурения шарошечными долотами

Типы долот	Категория горных пород по буримости	Удельная нагрузка на 1 см долота, кН/см	Окружная скорость, м/с	Удельный расход промывочной жидкости на 1 см долота, (л/мин)/см
М, МС	I-III	1,5-2,5	1,2-1,4	30-40
С	IV-VI	2,5-3	1-1,2	20-30

Трехшарошечное долото Ш-320М-ГВ, интервал от 0 до 12, категория пород по буримости – II.

Осевая нагрузка:

$$G_o = 1,5 * 32 = 48 \text{ кН.}$$

Частота вращения:

$$n = 20 * 1,2 / 0,32 = 75 \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 30 * 32 = 960 \text{ л/мин.}$$

Трехшарошечное долото Ш-238,1МС-ГВ, интервал от 12 до 72 м, категория пород по буримости – III-IV.

Осевая нагрузка:

$$G_o = 1,5 * 23,81 = 35 \text{ кН.}$$

Частота вращения:

$$n = 20 * 1,2 / 0,2381 = 100 \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 30 * 23,81 = 714 \text{ л/мин.}$$

Трехшарошечное долото Ш-139,7С-ГВ, интервал от 72 до 87, категория пород по буримости –IV.

Осевая нагрузка:

$$G_o = 2,5 * 13,9 = 34,75 \text{ кН.}$$

Частота вращения:

$$n = 20 * 1 / 0,139 = 143 \text{ об/мин.}$$

Расход промывочной жидкости:

$$Q = 20 * 13,9 = 278 \text{ л/мин.}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 12 и выбираем уточненные параметры исходя из характеристик оборудования.

Таблица 12

Сводная таблица режимных параметров бурения

№ п/ п	Интервал, м	Типы ПРИ	Диаметр ПРИ D _н , мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
				Удельная G _у	Расчетная G _р	Уточненная G _о	Окружная V, м/с	Расчетная,	Уточненная n	q, л/мин на 1 см	Расчетная Q	Уточненная Q
1	0-120	М2-93	93	0,8	9,6	9,6	1	265	269	12	111	348
2	0-12	Ш-320М-ГВ	320	1,5	48	48	1,2	75	71	30	960	660
3	12-72	Ш-238,1МС-ГВ	238,1	1,5	35	35	1,2	100	71	30	714	660
4	72-87	Ш-139,7С-ГВ	139,7	2,5	34	34	1	143	71	20	278	348

2.5.2. Технология бурения по полезному ископаемому

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

При бурении будут соблюдаться следующие правила для повышения выхода керна:

1. Снижение осевой нагрузки;
2. Снижение частоты вращения;
3. Снижение интенсивности промывки скважины;
4. Ограничение длины рейса;
5. Снижение вибрации.

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

2.5.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения

Для бурения артезианской скважины будет использоваться полимерглинистый буровой раствор со сравнительно высокими значениями вязкости, СНС и плотности. Компонентами раствора являются высококачественный бентонитовый глинопорошок и сополимер акриламида и акрилата натрия с высокой молекулярной массой, реагент с товарным названием «гипан».

Бентонитовый глинопорошок служит для увеличения вязкости раствора, придания тиксотропных свойств и формирования фильтрационной глинистой корки. Гипан увеличивает выход бурового раствора из бентонита и загущает его. Высоковязкая полианионная целлюлоза КМЦ-600 (КМЦ-700) служит для снижения водоотдачи и увеличения вязкости глинистого раствора (обладает загущающим действием).

Вскрытие водоносного горизонта при бурении под фильтровую колонну, из под башмака эксплуатационной колонны, производится на технической воде с добавлением КМЦ-600 (КМЦ-700).

Параметры бурового раствора приведены в таблице 13.

Таблица 13

Параметры бурового раствора

Название (тип) раствора	Полимерглинистый	Техническая вода
Интервал, м	от 0 до 72	от 72 до 120
Плотность, г/см ³	1,18	1,00
Условная вязкость, с	30-35	15
Водоотдача, см ³ /30 мин	6-8	
СНС, дПа:		
-через 1 мин	20-25	
-через 10 мин	30-35	
Фильтрационная корка	1,5	
Содержание твердой фазы, %:		
-коллоидной части	5	
-песка	1,5	
-всего	25	
рН	8-9	7
Минерализация, г/л	0,2	
Пластическая вязкость, МПа*с	15-20	
Динамическое напряжение сдвига	25-30	

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

Для крепления стенок скважины будут использоваться обсадные трубы по ГОСТ 6238-77.

Направляющая колонна комплектуется трубами с резьбой ОТТМ по ГОСТ 632-80 Ø273, низ колонны оборудуется башмаком БКМ-273 и клапаном ЦКОД-273.

Эксплуатационная колонна комплектуется трубами с резьбой ОТТМ по ГОСТ 632-80 Ø178, на нижней трубе устанавливается башмак БКМ-178, на следующей трубе устанавливается дроссельный обратный клапан ЦКОД-219. Центраторы устанавливаются на трех нижних и верхних трубах.

Фильтровая колонна комплектуется трубами с резьбой ОТТМ по ГОСТ 632-80 Ø114. Оснастка включает в себя следующие элементы: башмак БКМ-168, фильтр, Центраторы ЦЦ1-114, устанавливаемые под и над фильтром с целью предотвращения трения фильтрующих участков колонны о стенки скважины.

Тампонирующее скважин производится для решения следующих задач: закрепления устья скважины; герметизации кольцевых зазоров между обсадными трубами и стенками скважины; изоляции горизонтов, поглощающих промывочную жидкость; закрепления интервалов с обваливающимися и деформирующимися стенками скважин; разобщения отдельных горизонтов (пластов) в стволе скважины; создания искусственного забоя в стволе скважины.

Направляющая и эксплуатационная колонны цементируются в одну ступень с подъемом тампонажного раствора до устья. Для цементирования предусматривается использовать тампонажный раствор нормальной плотностью 1,83 г/см³ на основе ПЦТ1-50.

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.

2.7.1. Кинематики станка. Определение затрат мощности для привода силовой

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

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_6 = N_{ст} + N_{тр} + N_{рз}, \quad (15)$$

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

Потери мощности в станке.

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

$$N_{ст} = N_{дв} * (0,075 + 0,00012 * n), \quad (16)$$

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

n – частота оборотов, об/мин.

$$N_{ст} = 88 * (0,075 + 0,00012 * 269) = 9,44 \text{ кВт.}$$

Мощность на вращение

Затраты мощности на вращение всей колонны буровых труб $N_{тр}$ (кВт) при низких частотах вращения (до 500 об/мин) определяются по формуле:

$$N_{тр} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 [2,5 * 10^{-8} * (0,9 + 0,2\delta) * \frac{D_d}{(EJ)^{0,16}} * n^{1,85} * L_{скв}^{0,75} * (1 + 0,44 \sin \theta_{ср}) + 2 * 10^{-7} * \delta * n * G_{ос}], \quad (17)$$

где $L_{скв}$ – длина буровой колонны, м, $L_{скв} = 120$ м;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности (1,10 – при применении нормальных глинистых растворов);

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

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для ниппельного соединения бурильных труб);

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

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

δ – зазор между стенками скважины и бурильными трубами, мм;

n – частота вращения бурового вала – 269 об/мин;

E – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см² ($2 \cdot 10^6$ – для стальных труб);

I – экваториальный момент инерции бурильных труб, см⁴;

$\Theta_{\text{ср}}$ – средний зенитный угол скважины, град – 0 град;

$G_{\text{ос}}$ – усилие подачи – 960 даН;

$D_{\text{д}}$ – наружный диаметр ПРИ – 93 мм.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} * (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (18)$$

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

$$J = \frac{3,14}{64} * (7,3^4 - 5,5^4) = 94,4 \text{ см}^4.$$

Зазор между стенками скважины и бурильными трубами определяется по формуле:

$$\delta = 0,5 * (D - d_{\text{н}}), \text{ мм} \quad (19)$$

где D – диаметр скважины, мм; $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 * (93 - 73) = 10 \text{ мм}.$$

$$N_{\text{тр}} = 1,1 * 1 * 1 * 1,1 * 1 * [2,5 * 10^{-8} * (0,9 + 0,2 * 10) * \frac{93}{(2 * 10^6 * 94,4)^{0,16}} * 269^{1,85} * 120^{0,75} * (1 + \sin 0) + 2 * 10^{-7} * 10 * 269 * 960] = 2,3 \text{ кВт}.$$

Мощность на разрушение забоя

Мощность на разрушение забоя определяется по формуле:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 * 10^{-7} * (\mu_0 + \frac{16,7 * \Omega * v_{\text{мех}}}{n}) * (D_1 + D_2) * G * n, \quad (20)$$

μ_0 – коэффициент, характеризующий трение породы разрушающего инструмента о породу;

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

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

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

n – частота вращения, об/мин.

Таблица 14

Значение коэффициента Ω и μ_0 для различных коронок

№ п/п	Тип коронки	Ω	μ_0
1	Алмазная импрегнированная	5,0 – 8,0	0,05 – 0,1
2	Алмазная однослойная коронка	2,4 – 3,5	0,03 – 0,05
3	Алмазная однослойная коронка при ударно-вращательном бурении	1,6	0,03
4	Твёрдосплавная коронка	2,0	0,1
5	Твёрдосплавная коронка типа ГПИ	0,32	0,04
6	Коронки других типов	–	–

Таблица 15

Значения $v_{\text{мех}}$ для различных пород

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

$$N_{\text{рз}} = 2,67 * 10^{-7} * (0,1 + \frac{16,7 * 2 * 3,5}{269}) * (73 + 55) * 960 * 269 = 4,7 \text{ кВт.}$$

$$N_6 = 9,44 + 2,3 + 4,7 = 16,44 \text{ кВт.}$$

Мощность дизельного двигателя ЯМЗ-236 равна 88 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.7.2. Расчет мощности привода насоса

Мощность электродвигателя для привода насоса определяется по формуле:

$$N = \frac{10QH}{102\eta}, \quad (21)$$

где Q – производительность насоса, л/с; H – давление на выкиде насоса (суммарные гидравлические сопротивления), кг/см²; – КПД насоса ($\eta = 0,75-0,8$).

Величина H определяется по формуле:

$$H = \frac{(L+1500)v_{\text{тж}}}{2g} * \left(\frac{\lambda_{\text{тр}}}{d_{\text{тр}}} + \frac{\xi}{1} \right), \quad (22)$$

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

Скорость течения жидкости $v_{\text{тр}}$ может быть определена по формуле:

$$v_{\text{тж}} = 2,1 * 10^{-5} * \left(\frac{Q}{d_{\text{тр}}^2} \right), \quad (23)$$

$$v_{\text{тж}} = 2,1 * 10^{-5} * \left(\frac{11}{0,044^2} \right) = 0,0108 \text{ л/с.}$$

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

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 * \left(\frac{10^{-4}}{d_{\text{тр}}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (24)$$

где Re – режим течения жидкости:

$$Re = \frac{v_{\text{тж}} * d_{\text{тр}}}{\gamma}, \quad (25)$$

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

$$Re = \frac{0,0108 * 0,044}{0,785 * 10^{-6}} = 605,3.$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 * \left(\frac{10^{-4}}{0,044} + \frac{68}{605,3} \right)^{0,25} = 0,06.$$

Коэффициент местных сопротивлений ξ определяется по формуле Борда-Карно:

$$\xi = 1,5 * \left[\left(\frac{d_{\text{тр}}}{d_{\text{зам}}} \right)^2 - 1 \right]^2, \quad (26)$$

где $d_{\text{зам}}$ – внутренний диаметр ниппеля или замка (или высаженной части трубы в месте соединения труб и муфты), м. Для бурильных труб $\text{Ø}60$ $d_{\text{зам}} = 0,08$ м.

$$\xi = 1,5 * \left[\left(\frac{0,06}{0,08} \right)^2 - 1 \right]^2 = 0,28.$$

$$H = \frac{(120+1500)*0,0108}{2*9,8} * \left(\frac{0,06}{0,044} + \frac{0,28}{1} \right) = 1,46 \text{ кг/см}^2.$$

$$N = \frac{10*11*1,46}{102*0,8} = 1,97 \text{ кВт.}$$

2.7.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

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

Исходные данные:

- длина колонны, L, м – 120;
- средний зенитный угол, θ , град – 0;
- коэффициент доп. Сопротивлений, α_2 – 1,4;
- удельный вес ПЖ, $\gamma_{\text{ж}}$, г/см³, – 1,25;
- мощность двигателя, N, кВт – 70;
- коэффициент перегрузки, λ – 1,2;
- тип мачты - сварной с гидравлическим домкратом;
- грузоподъемность лебедки, $Q_{\text{л}}$, тс – 4,6;
- время разгона элеватора – 1,8;
- типоразмер бурильных труб – СБТ-60;
- длина свечи, $l_{\text{св}}$, м – 6;
- вес подвижного груза, G = 54,6 кГс;
- вес 1 м бурильных труб – 9,3 кГс.

Число рабочих ветвей определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{\text{кр}\Sigma}}{Q_{\text{л}}\eta}, \quad (27)$$

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

$$Q_{кр\Sigma} = Q_{кр.д} + G_{д},$$

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

$G_{д}$ – вес неподвижного груза с учетом динамических сил, кГс.

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

где $Q_{кр}$ – чистый вес бурового снаряда, кГс; V – max скорость подъема элеватора согласно ТБ ($V = 2,0$ м/с); g – ускорение свободного падения, м²/с; t – время разгона элеватора, с.

$$Q_{кр} = \alpha_1 * \alpha_2 * q * L * \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) * \cos \theta_{ср} * (1 + f * \operatorname{tg} \theta_{ср}), \quad (28)$$

где α_1 – коэффициент, учитывающий замковое соединение БТ; α_2 – коэффициент дополнительных сопротивлений; q – вес 1 метра труб; $\gamma_{м}$ – удельный вес металла; f – коэффициент трения.

$$G_{д} = G * \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (29)$$

где G – вес подвижного груза, кГс.

$$G = m_{н} + m_{э}, \quad (30)$$

где $m_{э}$ – масса элеватора, кГс; $m_{н}$ – масса наголовника, кГс.

$$G = 50 + 4,6 = 54,6 \text{ кГс.}$$

$$Q_{кр\Sigma} = [\alpha_1 \alpha_2 q L \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cos \theta_{ср} (1 + f * \operatorname{tg} \theta_{ср}) + G] \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (31)$$

$$Q_{кр\Sigma} = [1 * 1,4 * 9,3 * 120 * \left(1 - \frac{1,25}{7,85}\right) * \cos 0 * (1 + 0,3 * \operatorname{tg} 0) + 54,6] *$$

$$\left(1 + \frac{2}{9,8 * 1,8}\right) = 1764 \text{ кГс,} \quad (32)$$

$$\frac{Q_{кр\Sigma}}{Q_{л}} = \frac{1764}{4600} = 0,38.$$

Принимаем $\eta = 0,966$.

$$m = \frac{1764}{4600 * 0,966} = 0,371 \approx 1.$$

Выбираем талевую систему с 1-ой рабочей струной (0×1).

Расчет усилий в ветвях талевого системы и нагрузки на мачту

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

$$P = \frac{Q_{кр}}{m * \eta * \beta^k}, \text{ кГс}, \quad (33)$$

где $Q_{кр}$ – в кГс; m – число рабочих струн, для ТС 0x1 $m = 1$; k – порядковый номер рабочей струны (отсчет со стороны лебедочного конца), для лебедочного конца (ходовой ветви талевого системы) $k = 0$; для неподвижного конца каната талевого системы $k = m + 1$.

Максимальное усилие на канат достигается в лебедочном конце каната.

$$P_{л} = \frac{1764}{1 * 0,966 * 1,04^0} = 1826 \text{ кГс.}$$
$$4600 \text{ кГс} > 1826 \text{ кГс.}$$

Максимальный вес снаряда не превышает грузоподъемность вышки, следовательно, талевая система пригодна для подъема данного снаряда.

Расчет талевого каната

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

$$R_k \geq k * P_{л.макс}, \text{ кГс}, \quad (34)$$

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

$$P_{л.макс} = \frac{1000 * 110 * 1,1 * 0,95}{0,25} = 459800 \text{ кГс.}$$

$$R_k = 2,5 * 459800 = 1149500 \text{ кГс.}$$

2.7.4. Проверочный расчет бурильных труб

Проверочный расчет бурильных труб заключается в определении запаса прочности в трех характерных сечениях колонны – верхнем, нижнем и нулевом.

Запас прочности в любом сечении сжатой части колонны

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

$$n_{сж} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma c}} \geq 1,7, \quad (35)$$

где $[\sigma_T]$ – предел текучести материала бурильных труб, кГс/см^2 , $[\sigma_T] = 5000 \text{ кГс/см}^2$; $\sigma_{\Sigma c}$ – суммарное напряжение от одновременного действия сил сжатия, изгиба и кручения.

$$\sigma_{\Sigma c} = \sqrt{(\sigma_{сж} + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2}, \quad (36)$$

где $\sigma_{сж}$ – напряжение сжатия, кГс/см^2 ; $\sigma_{изг}$ – напряжение изгиба, кГс/см^2 ; $\tau_{кр}$ – напряжение кручения, кГс/см^2 .

$$\sigma_{сж} = \frac{\varphi P_{сж}}{F}, \quad (37)$$

где φ – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы, $\varphi = 1$; $P_{сж}$ – усилие сжатия в рассматриваемом сечении, кГс ; F – сечение бурильных труб, $F = 13,2 \text{ см}^2$.

$$P_{сж} = qz * (1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}) * (\cos Q_{ср.z} - f_{тр} \sin Q_{ср.z}), \quad (38)$$

где q – средняя масса 1 м бурильных труб, кг ; $\gamma_{ж}$ и $\gamma_{м}$ – удельный вес промывочной жидкости и металла бурильных труб; z – длина участка колонны от рассматриваемого сечения до нулевого, $z = 120 \text{ м}$;

$Q_{ср.z}$ – средний зенитный угол участка z ; $f_{тр}$ – коэффициент трения буровой колонны о лежащую стенку скважины.

$$P_{сж} = 9,3 * 120 * (1 - \frac{1,25}{7,85}) * (\cos 0 - 0,1 \sin 0) = 938 \text{ кГс.}$$

$$\sigma_{сж} = \frac{1 * 938}{13,2} = 71,06 \text{ кГс/см}^2.$$

Напряжение изгиба вызывается потерей устойчивости буровой колонны и определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 * E * J * f}{l^2 * W_{\text{изг}}}, (39)$$

где E – модуль продольной упругости, $E = 2 \cdot 10^6 \text{кГс/см}^2$;

J – экваториальный момент инерции сечения бурильных труб, см^4 ;

f – стрела прогиба бурильных труб в рассматриваемом сечении, см ;

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см ;

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

$$J = \frac{\pi}{64} * (d^4 - d_1^4), \text{см}^4, (40)$$

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

$$J = \frac{3,14}{64} * (6^4 - 4^4) = 50,96 \text{кГс/см}^2.$$

$$f = 0,5(D - d_{\text{н}}), (41)$$

где D – диаметр скважины с учетом разработки стенки, $D = 9,3 \text{ см}$.

$$f = 0,5 * (9,3 - 6) = 1,65 \text{ см}.$$

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt{-0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 * qg}}}, \text{м}, (42)$$

где ω – угловая скорость вращения, $\omega = 41,55 \text{ с}^{-1}$

$$l = \frac{10}{41,55} \sqrt{-0,5 * 120 + \sqrt{0,25 * 120^2 + \frac{2 * 10^6 * 50,96 * 41,55^2}{10^3 * 9,3 * 9,8}}} = 9,14 \text{ м}.$$

Длина полуволны прогиба бурильных труб длины бурильной трубы, поэтому значение l принимаем равное длине бурильной трубы – $l = 6 \text{ м}$.

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi}{32} * \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}}, (43)$$

$$W_{\text{изг}} = \frac{3,14}{32} * \frac{6^4 - 4^4}{6} = 17 \text{ см}^3.$$

Подставляем полученные значения в формулу 41 и получаем:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{3,14^2 * 2 * 10^6 * 50,96 * 1,65}{600^2 * 17} = 41 \text{ кГс/см}^2.$$

Напряжение кручения определяется по формуле:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \text{ кГс/см}^2, \quad (44)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент на вращение части колонны и на вращение ПРИ, кГс·см; $W_{кр}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при кручении, см³.

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} * \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (45)$$

$$W_{кр} = \frac{3,14}{16} * \frac{6^4 - 4^4}{6} = 33,97 \text{ см}^3.$$

$$M_{кр} = 94700 * \frac{N}{n}, \text{ кГс*см},$$

где N – мощность на вращение части колонны и на работу ПРИ, $N = 13$ кВт; n – частота оборотов, об/мин.

$$M_{кр} = 94700 * \frac{13}{269} = 3098 \text{ кГс*см}.$$

$$\tau_{кр} = \frac{3098}{33,97} = 91,21 \text{ кГс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma c} = \sqrt{(71,06 + 41)^2 + 4 * 91,21^2} = 113,67 \text{ кГс/см}^2.$$

Запас прочности бурильных труб для любого сечения сжатой части:

$$n_{сж} = \frac{5000}{113,67} = 43,98 \geq 17.$$

Запаса прочности бурильных труб в любом сечении растянутой части колонны

Запас прочности n_p для любого сечения растянутой части буровой колонны определяется по формуле:

$$n_p = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1,4, \quad (46)$$

где $\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение, кГс/см²;

$[\sigma_T]$ – предел текучести материала бурильных труб, кГс/см², $[\sigma_T] = 5000$ кГс/см².

По третьей теории прочности суммарное напряжение равно:

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2} \leq [\sigma_T], \quad (47)$$

где σ_p – напряжение растяжения, кГс/см²;

$$\sigma_p = \frac{\varphi P_p}{F}, \quad (48)$$

где P_p – усилие растяжения в рассматриваемом сечении, кГс.

$$P_{сж} = qz * (1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}) * (\cos Q_{ср.z} - f_{тр} \sin Q_{ср.z}) = 938 \text{ кГс.}$$

$$\sigma_p = \frac{1*938}{13,2} = 71,06 \text{ кГс/см}^2.$$

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt{-0,5z + \sqrt{0,25z^2 + \frac{EJ\omega^2}{10^3 * qg}}} = 9,14 \text{ м.}$$

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 * E * J * f}{l^2 * W_{изг}} = \frac{3,14^2 * 2 * 10^6 * 50,96 * 1,65}{600^2 * 17} = 41 \text{ кГс/см}^2.$$

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{3098}{33,97} = 91,21 \text{ кГс/см}^2.$$

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(71,06 + 41)^2 + 4 * 91,21^2} = 476,9 \text{ кГс/см}^2.$$

$$476,9 \text{ кГс/см}^2 \leq 5000 \text{ кГс/см}^2.$$

Запас прочности бурильных труб в нулевом сечении

Запас прочности бурильных труб в нулевом сечении определяется по формуле:

$$n_0 = \frac{n_{\sigma} * n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq 1,3, \quad (48)$$

где n_{σ} и n_{τ} – запас прочности по нормальным и касательным напряжениям, соответственно.

$$n_{\sigma} = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{изг} k_y} \geq 1,3, \quad (49)$$

где $[\sigma_{-1}]$ – предел выносливости материала бурильных труб при изгибе с симметричным циклом, $[\sigma_{-1}] = 0,41[\sigma_T] = 2050 \text{ кГс/см}^2$;

k_y – коэффициент, учитывающий ударный характер нагрузки, $k_y = 1,5$; $\sigma_{изг}$ определяется по формуле 2.48, однако для нулевого сечения $z = 0$, следовательно для определения необходимой длины полуволны l используем формулу:

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt[4]{\frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}, \quad (50)$$

$$l = \frac{10}{141,37} \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 10^6 \cdot 181,48 \cdot 141,37^2}{10^3 \cdot 8,3 \cdot 9,8}} = 9,14 \text{ м.}$$

Значение длины полуволны принимаем равным 9 м.

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J \cdot f}{l^2 \cdot W_{изг}} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 50,96 \cdot 1,65}{600^2 \cdot 17} = 41 \text{ кГс/см}^2.$$

$$n_{\sigma} = \frac{2050}{41 \cdot 1,5} = 33,3 \text{ кГс/см}^2 \geq 1,3.$$

Запас прочности n_{τ} определяется по формуле:

$$n_{\tau} = \frac{[\tau]}{\tau_{кр}} \geq 1,3, \quad (51)$$

где $[\tau]$ – допустимое напряжение при кручении, $[\tau] = 1900 \text{ кГс/см}^2$;

$\tau_{кр}$ – напряжение кручения, $\tau_{кр} = 28,23 \text{ кГс/см}^2$.

Таким образом, запас прочности бурильных труб в нулевом сечении равен:

$$n_0 = \frac{33,3 \cdot 20,83}{\sqrt{33,3^2 + 20,83^2}} = 17,6 \geq 1,3.$$

2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин

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

Аварии можно классифицировать:

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

Также аварии можно классифицировать по их источнику:

- буровое оборудование;
- природные воздействия;

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

До 95% всех аварий возникает по вине исполнителей в результате нарушения технологии бурения, условий эксплуатации оборудования и инструмента. Около 3-5% аварий возникает из-за заводского брака используемого инструмента. Небольшая часть аварий возникает из-за низкого качества технических проектов.

Аварии при бурении можно рассматривать как непосредственное прекращение углубки скважины, вызванное нарушением нормального состояния бурового инструмента (обрывы, падения инструмента в скважину, прижоги коронки и др.). Осложнения в бурении связывают с изменением состояния скважины (обвалы стенок, прихваты инструмента, образование желобов в скважине и др.).

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

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

Для предупреждения аварии с породоразрушающим инструментом необходимо: не допускать спуск в скважину коронок имеющих дефекты 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,

спускоподъемных приспособлений; систематически проверять состояние деталей вращателя станка.

На всех буровых скважинах, базах, участках должен находиться аварийный инструмент, приведенный в таблице 16.

Таблица 16

Перечень обязательного аварийного инструмента

Инструмент	Типоразмер	Местонахождение		
		Бурова я	База	
			участка	экспедиц ии
Ловушка секторов матрицы	ЛСМ-76	+	+	+
	ЛСМ-59	+	+	+
Ловушка магнитная	ЛМ-93	–	–	+
	ЛМ-76	+	+	+
	ЛМ-59	–	–	+
Мечикловильный с правой резьбой	В-42	–	–	+
	В-50	+	+	+
	Г-50	+	+	+
	Д-73; 89	+	+	+
	Д-108	–	–	+
Колокол ловильный с правой резьбой	А-76; Б-76; Б- 89	+	+	+
Шарнир универсальный	ШУ-76-6	–	–	+
Клин отклоняющий	89; 73	–	–	+
Переходник отсоединительный	ПО-76	+	+	+
Печать	–	+	–	–
Крюк отводной	–	–	+	–
Паук (амброс)	–	+	+	+
Труборез гидравлический	ТРГ-76; 93; 108	–	–	+
Труболовка гидравлическая	ТГ-76; 93; 108; ТГ-ССК-76	–	–	+
Труборез-труболовка комбинированный	ТТ-76; 93	–	–	+
Мечик-коронка	МК-76	+	+	+
Фрезерная коронка	ФК-76	+	+	+
Фрезер с направлением	ФН-59; 76	–	–	+
Пика ловильная гладкая и граненая	–	+	+	+

Инструмент	Типоразмер	Местонахождение		
		Бурова я	База	
			участка	экспедиц ии
Ловитель	ЛОМ-50; ЛОГ-50	+	+	+
Направляющее устройство для ликвидации прихвата каротажного кабеля	–	–	+	+
Бурильные трубы с замковым соединениями с левой резьбой	50	–	–	+
Рабочий инструмент для работы со снарядами с левой резьбой	50	–	–	+

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

2.9. Выбор источника энергии

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

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

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

тиристорные выпрямительные станции управления; электродвигатели переменного тока с гидравлической либо электродинамической трансмиссией или регулируемые тиристорными системами.

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

Все механизмы, входящие в установку разведочного бурения, смонтированы на раме автомобиля МАЗ-5337 и приводятся в действие от его двигателя.

2.10. Механизация спуско-подъемных операций

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

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

В буровой установке УРБ-3А3 эти операции выполняются с помощью лебедки (рис.6) и элеватор ЭХЛ 73-25 для труб Ø60 мм (рис.7).

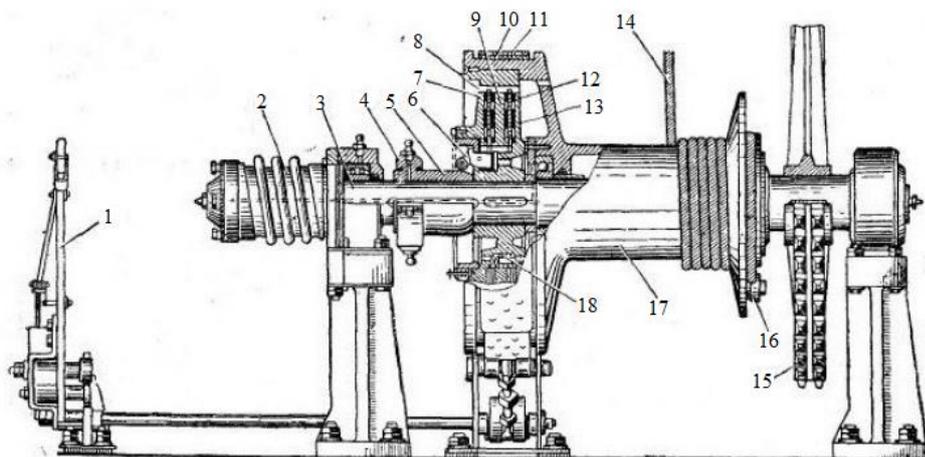


Рисунок 6 – Схема лебедки буровой установки УРБ-3А3:

1, 6 –рычаги тормоза и нажимной; 2 – безопасная катушка; 3 – вал; 4 – бугель;
 5 – конусная втулка; 7, 9, 12, 13 – диски передний, промежуточный, средний,
 задний; 8– венцовая шестерня; 10 – фрикционные накладки;
 11 – ленточный тормоз; 14 – талевый канат; 15 – звездочка; 16 – планка;
 17 – барабан; 18 – пружина

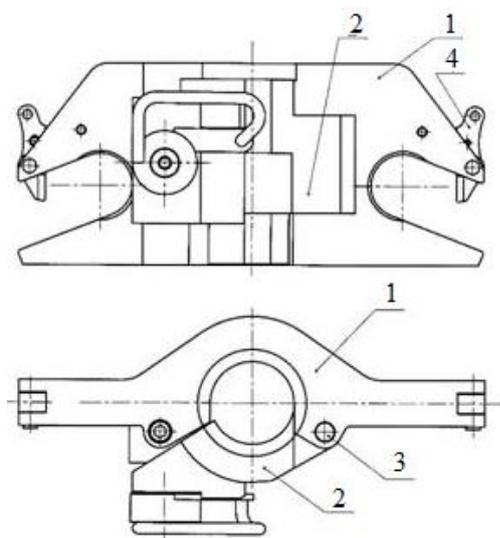


Рисунок 7 – Элеватор трубный ЭХЛ 73-25:

1 – корпус; 2 – дверь; 3 – ось; 4 – предохранители

2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры

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

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

- манометр давления промывочной жидкости;
- манометр (датчик давления в контуре);
- манометр давления подачи;
- манометр давления удержания.

2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования

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

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

Подготовка буровой установки УРБ-3А3 к бурению должна проводиться на выровненной площадке. Перед началом работ следует убедиться в наличии масла в картерах механизма и баке гидросистемы установки. После этого следует открыть кран масляного бака и при выключенном сцеплении двигателя включить коробку отбора мощности.

Перед подъемом мачты необходимо освободить ее крепление к передней опоре, а затем произвести прокачку цилиндра подъема мачты для удаления воздуха из него. Для этого необходимо поднять мачту на 30-40° и опустить.

2.13. Ликвидация скважины

Водозаборные скважины (артезианские) не подлежащие использованию, подлежат обязательной ликвидации согласно «Инструкции о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устья и стволов», «Правил ликвидационного тампонажа буровых скважин различного назначения, засыпки горных выработок и заброшенных колодцев для предотвращения загрязнения истощения подземных вод».

Устье скважины ликвидируется следующим образом:

1) Вокруг устья выкапывается шурф размером 1×1×1 м, обсадная труба срезается на 0,5 м ниже уровня земли и сверху заваривается металлической крышкой, на которой фиксируется номер скважины, месторождение, организация-владелец и дата ликвидации скважины. Шурф до глубины 0,5 м заливается цементным раствором;

2) После схватывания цементного раствора и засыпки шурфа грунтом устанавливается металлический знак, на котором должны быть указаны: организация, ликвидировавшая скважину, дата ее бурения и дата ликвидации. По окончании ликвидационных работ составляются акты (Текстовые приложения 4, 5). В отчет включается план расположения ликвидированной скважины, описание процесса, чертежи выполненного тампонажа, а также приводятся результаты испытания скважины на герметичность после проведения тампонажа. Эти документы должны быть в течение месяца представлены в территориальное управление Роспотребнадзора и геологические управления.

3.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Основной задачей работы является проведение геологоразведочных работ, в которые входит бурение разведочной скважины с последующим преобразованием ее в эксплуатационную скважину в поселке Геологов Томской области. Бурение скважин производится самоходной буровой установкой УРБ-3А3.

Климат рассматриваемой территории резко континентальный: с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Средние за многолетний период среднемесячные температуры воздуха меняются от – 17,5°С в январе до 18,5 °С в июле. Среднее за многолетний период значение слоя атмосферных осадков составляет 557 мм. Максимальное среднегодовое количество осадков – 685 мм, минимальное – 368 мм.

Образование устойчивого снежного покрова приходится на конец октября – начало ноября. Глубина промерзания грунтов зимой составляет 0,5–0,7 м, максимальная – до 2м. Величина осадков обычно превышает величину испарения, что создает благоприятные условия для формирования естественных ресурсов подземных вод.

Климат рассматриваемой территории резко континентальный, с четко выраженными четырьмя сезонами (зима, весна, лето, осень). Средние за многолетний период среднемесячные температуры воздуха меняются от–17,5 °С в январе до 18,5 °С в июле. Среднее за многолетний период значение слоя атмосферных осадков составляет 557 мм. Максимальное среднегодовое количество осадков – 685 мм, минимальное – 368 мм. Зимой преобладают осадки обложного характера, летом – ливневого. Фактически зафиксированноенаивысшее суточное количество осадков обеспеченностью 1% составляет 76 мм. Максимальная интенсивность ливня для пятиминутного интервала времени может достигнуть 2 мм/мин.

Среднегодовое количество осадков за год составляет 512 мм, из них большая часть выпадает в виде дождя в теплый период – 370 мм. По количеству атмосферных осадков (500...600 мм/год) и недостаточной теплообеспеченности изучаемая территория относится к зоне избыточного увлажнения.

Особенности циркуляции атмосферы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины обуславливают преобладание в районе работ юго-западных и южных ветров. Максимальная скорость ветра 34 м/с, направление ветра южное и юго-западное.

Снежный покров обычно устанавливается во второй половине октября, разрушается к концу апреля. Высота снежного покрова увеличивается в течение зимы, достигая максимума в марте: на открытых местах – 0,4...0,5 м, на защищенных – 0,6...0,7 м. Максимальная глубина сезонного промерзания грунтов составляет 2 м, средняя глубина промерзания торфяных отложений – 0,5 м, суглинистых – 1,7 м.

Значительная часть незастроенной территории района покрыта густым лесом, представленным в основном сосной, осинкой, реже березой.

Почвенный покров представлен подзолистыми и дерново-подзолистыми песчано-супесчаными разностями, которые имеют серый цвет, при довольно большом содержании гумусового вещества.

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

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

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

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:

- при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;
- в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;
- при введении в действие новых или переработанных правил, инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

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

3.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

3.2. Производственная безопасность

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

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

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

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

Часть производственных систем оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 17.

Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Транспортировка и монтаж- демонтаж оборудования	Бурение скважин и вспомогательные работы	
1. Отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении.	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 [19] ГОСТ 12.1.003-2015 [20] ГОСТ 12.1.029-80 [21] ГОСТ 12.1.030-81 [22] ГОСТ 12.1.038-82 [23]
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.		+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 [24] ГОСТ 12.1.012-90 [25]
3. Повреждения в результате контакта с насекомыми	+	+	ГОСТ 12.4.125-83 [26] СНиП П-12-77 [27] ГОСТ 12.2.062-81 [28]
4. Повышенный уровень шума и вибраций.	+	+	СанПин 2.2.2.3359-16 [29] СанПиН 2.2.4.548-96 [30]
5. Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу.	+	+	
6. Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.	+	+	
7. Поражение электрическим током	+	+	
8. Аппараты, работающие под давлением	+	+	

3.3. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

Отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении.

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

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

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

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

Нормы температуры и влажности в рабочей зоне приведены в таблице 18.

Таблица 18

Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

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

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

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

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

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение.

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

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

Нормы освещения и расположение светильников на буровой установке приведены в таблице 19.

Нормы освещения

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

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

Повышенный уровень шума и вибраций.

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

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

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

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

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

- установка звукопоглощающих кожухов, установка глушителя на дизельную станцию; необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 85 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-83);

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

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

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

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

Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу.

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

Вредное вещество – это вещество, которое в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья,

обнаруживаемые как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений.

С точки зрения БЖД при оценке состояния воздушной среды наибольшее значение имеет: 1) газовый состав воздуха; 2) уровень его атмосферного давления; 3) присутствие в воздухе механических и токсичных примесей.

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

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

3. Присутствие в воздухе механических и токсических примесей.

При обнаружении в воздушной среде рабочих помещений ядовитых газов и паров, концентрации которых выше ПДК, работы в этих местах должны быть прекращены, а обслуживающий персонал переведен на безопасное расстояние. К таким веществам относятся: бензин (среднесуточная ПДК = 1,5 мг/м³) и пыль нетоксичная (среднесуточная ПДК = 0,15 мг/м³).

3.4. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов.

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

Необходимо предусмотреть все требования по производству строительно-монтажных работ:

- предусмотреть ограждение опасных зон;
- указать места прохода людей и движения транспорта;

- на строительной площадке должны устанавливаться указатели проездов и проходов, предупредительные знаки, надписи об опасных зонах и правила поведения в них;

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

- не допускать беспорядочного хранения материалов, изделий и оборудования.

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

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

Острые кромки, заусеницы и шероховатость имеют место быть на поверхности инструментов и труб. При неосторожном и невнимательном обращении инструментом или трубами можно нанести серьезную травму, вплоть до глубоких порезов, которые могут стать причиной заражения крови.

Мероприятия по устранению причин механических травм:

- согласно ГОСТ 12.2.062-81 необходима проверка наличия защитных ограждений, закрывающих доступ к движущимся частям машин и механизмов;

- плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;

- проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств;

- очистка узлов и деталей от наружной грязи;

- проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения;

- необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты (таблица 20).

Индивидуальные средства защиты

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

Поражение электрическим током.

Мероприятия по устранению поражений электрическим током:

- все оголённые токоведущие части закрываются в шкафы или устанавливаются на высоте;
- устройство заземления;
- применение малого напряжения питания согласно ССБТ ГОСТ 12.1.009-76;
- устройство зануления установки;
- использование защитных изолирующих средств;
- основные изолирующие средства (до 1000 В) способны длительное время выдерживать рабочее напряжение (диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжений), ими можно касаться токоведущих линий;
- дополнительные изолирующие средства (до 1000 В): диэлектрические боты, резиновые коврики. При применении этих средств недопустим контакт с токоведущими линиями.

Для защиты от поражения электрическим током используется система заземления, которая представляет собой контур шнуровых заземлений.

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

Аппараты, работающие под давлением.

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

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

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

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

3.5. Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточного времени и внимания. Охраной окружающей среды

называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки – процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий.

Влияние на атмосферу

Атмосфера всегда содержит определенное количество примесей, поступающих от естественных и антропогенных источников. К числу примесей, выделяемых естественными источниками, относят: пыль (растительного и вулканического, космического происхождения), туман, дымы, газы от лесных и степных пожаров и др.

К вредным источникам воздействия на атмосферу относятся: выхлопные газы автотранспортной, строительной и дорожной техники.

На месторождении будут проводиться буровые и сопутствующие им работы, которые будут сопровождаться загрязнением атмосферного воздуха выхлопными газами при сжигании дизельного топлива в двигателях внутреннего сгорания автотранспорта. В состав выхлопных газов дизельного двигателя входит множество токсичных компонентов, предельно допустимая концентрация вредных примесей в воздухе в рабочей зоне (концентрация компонентов выхлопных газов дизельного двигателя) по ГН 2.2.5.3532-18 [40], указаны в таблице 21.

Предельно допустимая концентрация вредных примесей в
воздухе в рабочей зоне

Компонент	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация мг/м ³		
		В воздухе рабочей зоны	Среднесуточная в атмосфере населенных пунктов	Максимальная разовая
Сажа	3	3,5	0,05	0,15
СО	4	20,0	3,0	5,0
NO _x	2	2,0	0,04	0,085
СН _x	2-4	–	1,5	5,0
Акролеин	2	0,7	0,03	0,03
Формальдегид	3	0,5	0,035	0,035
SO ₂	3	10,0	0,05	0,50
Бензапирен	1	1,5	1,0 · 10 ⁻⁶	–

Мероприятия по снижению выброса вредных веществ в атмосферный воздух включают в себя:

- поддержание техники и автотранспорта в исправном состоянии за счет проведения в установленное время техосмотра, техобслуживания и планово-предупредительного ремонта;
- запрещение эксплуатации техники и транспорта с неисправными или не отрегулированными двигателями, использование несоответствующего стандартам топлива;
- обустройство поддонов для сбора пролитого горюче-смазочного материала, с целью локализации поверхности свободного испарения при непреднамеренном разливе топлива по СанПиН 2.1.6.1032-01 [32].

Влияние на гидросферу

В процессе бурения происходит загрязнение подземных водоносных горизонтов производственными водами (буровой раствор, нефтепродукты, минеральные воды), бытовыми стоками. При вскрытии поглощающих горизонтов буровой раствор может поступить в водоносный горизонт, таким образом произойдет загрязнение водяного пласта.

С целью защиты гидросферы необходимо проводить следующие мероприятия:

- сооружение водоотводов, накопителей и отстойников;
- очистные сооружения для буровых стоков и бытовых стоков (канализационные устройства, септики);
- предотвращение поступления бурового раствора в поглощающие горизонты;
- строго соблюдать разработанную конструкцию скважины, которая обеспечивает изоляцию водоносных горизонтов и перекрытие интервалов поглощения бурового раствора;
- создать по всей длине обсадной колонны прочное цементное кольцо с целью исключения перетоков пластовых вод из одного пласта в другой по ГОСТ 17.1.3.06-82 [25].

Влияние на литосферу

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

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

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

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

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

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

3.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

- природные;
- техногенные;
- военные.

Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Одной из самых вероятных ЧС являются пожары.

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

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

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

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

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

Перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в таблице 22.

Таблица 22

Противопожарный инвентарь

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

Мероприятия противопожарной безопасности:

– проведение инструктажей по противопожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем;

– огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки;

– разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки;

– полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов.

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

Вывод

В ходе выполнения раздела «Социальная ответственность», были рассмотрены такие позиции как: правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, включающие в себя охрану труда и технику безопасности; производственная безопасность (Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы); анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению (отклонения показаний микроклимата на открытом воздухе и в

помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, повреждения в результате контакта с насекомыми, повышенный уровень шума и вибрации, утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу); анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению (защита ограждениями опасных зон, своевременное обслуживание машин и механизмов, средства индивидуальной защиты); экологическая безопасность (минимизация загрязнений окружающей среды); безопасность в чрезвычайных ситуациях (природные бедствия, техногенные катастрофы, военные действия). Вследствие этого, были приведены рекомендованные действия в соответствии с ГОСТами.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА

4.1. Организация ремонтной службы

На базе бурового участка имеется все необходимое оборудование для создания мелкого и простого инструмента и запасных частей – металлообрабатывающие станки, сварочный цех.

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

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

4.2. Организация энергосбережения

Энергоснабжение жилых вагон-домов будет осуществляться подключением к сетям ЛЭП, в связи их непосредственной близостью к участку работ. Данный способ энергоснабжения является наиболее удобным и экономичным в данных условиях.

Дизельное топливо для палубного дизельного двигателя привозится на автомобиле КАМАЗ с емкостью.

4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов

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

Для водоснабжения используется автомобиль Урал 4320 – автоцистерна. На буровую вода завозится несколько раз в сутки.

4.4. Транспортный цех

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

1. Вахтовый транспорт (автомобиль УАЗ фургон) – для доставки персонала от базы до участка работ и обратно;
2. Грузовой транспорт (КАМАЗ) – транспортировка необходимых грузов с базы;
3. Служебный транспорт (автомобиль УАЗ фургон) – для доставки смен к месту буровых работ, для привоза работников геологических и других служб;
4. Водовозный транспорт (Урал 4320) – для доставки воды на буровую;

4.5. Связь и диспетчерская служба

Основная задача диспетчерской службы – обеспечение организованной работы всех подразделений с учетом сложившейся обстановки.

Для выполнения поставленной задачи диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

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

5. Определение рациональной методики вскрытия и освоения водоносного горизонта

Подземные воды относятся к труднодоступным источникам водоснабжения. Для добычи воды в основном используют бурение водозаборных скважин. Этот вид работ достаточно трудоемкий, металлоемкий и требует значительных капиталовложений, сроки окупаемости которых сокращаются пропорционально увеличению дебита скважин.

Основное условие повышения эффективности бурения водозаборных скважин – применение таких методов вскрытия и освоения водоносного пласта, которые обеспечивают сохранение естественной его пористости и проницаемости или способствуют их увеличению в призабойной части скважины.

В практике буровых работ на воду, как правило, водоприемная часть скважины оборудуется в наиболее продуктивном интервале (интервалах) водоносного пласта (водоносного комплекса или водоносного горизонта), поэтому целесообразно понимать под термином водоносный пласт наиболее продуктивный интервал обводненных горных пород, который может быть отделен от выше- и нижележащих пород непроницаемыми или относительно слабопроницаемыми породами, являющимися кровлей и подошвой продуктивной части пласта.

Практически комплекс обводненных горных пород представлен чередованием пропластков обводненных песков различного гранулометрического состава и глин, часто связанных между собой. При сооружении каждой скважины по данным бурения и электрометрических измерений в общем комплексе обводненных пород приходится определять наиболее продуктивный интервал, характеризующийся более высокой водопроницаемостью. Для этого часто практикуется предварительное бурение разведочной скважины малого диаметра с целью определения

интервала водоносного пласта для оборудования водоприемной части скважины.

Таким образом, под вскрытием водоносных пластов следует понимать технологический процесс, при котором в продуктивном водоносном пласте образуется выработка для оборудования водоприемной части скважины. Под освоением водоносного пласта следует понимать технологические операции, обеспечивающие оборудование водоприемной части скважины и восстановление естественной водопроницаемости пласта или искусственное увеличение ее для достижения максимального дебита скважины.

5.1. Параметры гидродинамической системы водоносный пласт – скважина

Горные породы, слагающие водоносные пласты, по своим коллекторским свойствам бывают пористого, пористо-трещинного и трещинно-жильного типа. Наиболее типичные формы порового пространства водоносных пород показаны на рисунке 8.

Пределы изменения полной пористости некоторых горных пород, слагающих водоносные пласты, составляют от долей процента до 52 %.

Гидродинамическую систему водоносный пласт - скважина следует рассматривать исходя из условия ее гидродинамического равновесия:

$$p_r = p_{пл},$$

где p_r - гидростатическое давление в скважине; $p_{пл}$ - пластовое давление воды, насыщающей пласт.

Водопроницаемость – это свойство горных пород, слагающих водоносный пласт, пропускать воду по порам, трещинам и другим пустотам. Водопроницаемость обводненных горных пород в водоносном пласте, вскрытом скважиной, определяет интенсивность водопроявления при $p_{пл} > p_r$ или водопоглощения при $p_{пл} < p_r$. Исходя из этого, интенсивность пластового водопроявления или водопоглощения можно подразделить на следующие виды (табл. 23).

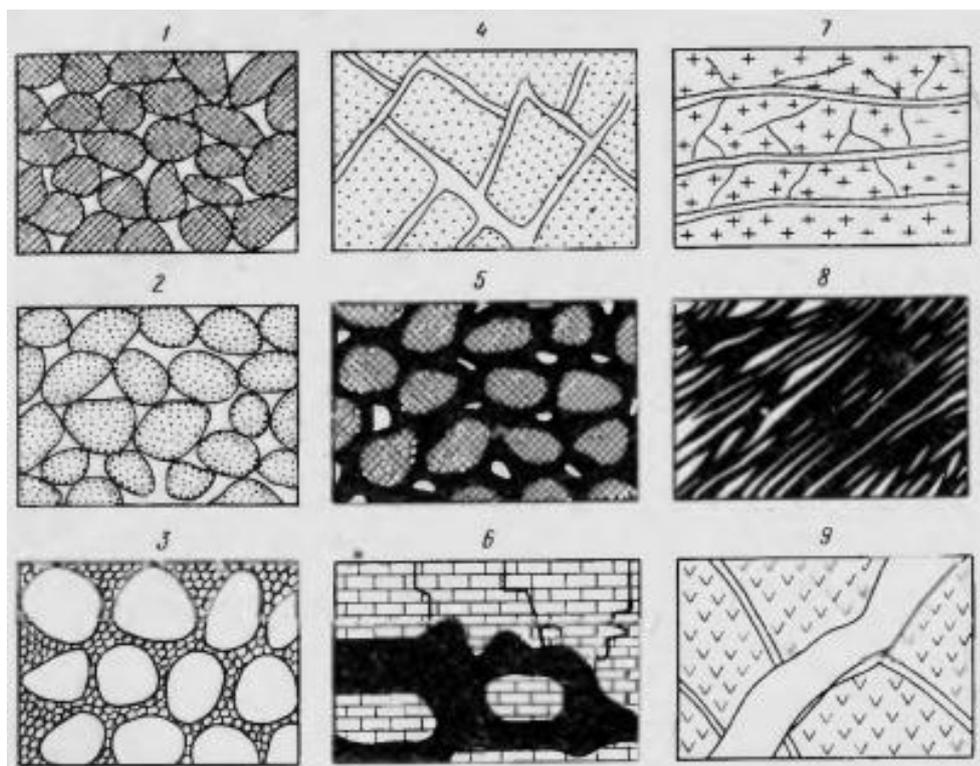


Рисунок 8 – Типы пористых и трещиноватых коллекторов водоносных пластов: 1 – хорошо окатанный отсортированный песок (А-I, II-а, б, г); 2 – валунные отложения, галечники, крупные пески (А-III-в, г); 3 – разнозернистые пески, валунно-галечные, гравелистые породы (А-II, III-в, г); 4 – порово-трещинные породы, песчаники, известняки, доломиты (Б, В-I, II-а, б, г); 5 – иловатые глинистые пески, пористость которых уменьшена отложениями глин или солей (А-I- а, г); 6 – закарстованные породы с пустотами выщелачивания (Б-III-в, г); 7 – трещинно-жильный коллектор с преобладанием горизонтальных трещин (Б, В-III-в, г); 8 – пустоты, обусловленные сланцеватостью и отдельностью (Б-1, II-а, б, г); 9 – трещинно-жильный коллектор с преобладанием наклонных и вертикальных трещин и наличием зон разлома (В-III-в, г)

Классификация интенсивности пластового водопроявления или
водопоглощения

Группа водоносного пласта	Гранулометрический состав водоносных пород или размер пор, трещин, мм	Водопроницаемость, коэффициент фильтрации k_f , м/сут	Характеристики пластового давления	Вид пласта по характеру водопроявления	Характер водопроявления пласта при заполнении скважины водой до устья	Ориентировочное значение интенсивности и водопоглощения $Q_{пл}$, м ³ /ч
I	0,05 – 0,25	Слабая, 1 – 10	$r_{пл} \leq r_g$	а	Частичное водопоглощение	≤ 10
			$r_{пл} > r_g$	г	Самоизлив	0
II	0,25 – 2,0	Средняя, 10 – 50	$r_{пл} < r_g$	б	Сильное водопоглощение	≤ 15
			$r_{пл} > r_g$	г	Самоизлив	0
III	2 – 20	Сильная, 50 – 200 и более	$r_{пл} < r_g$	в	Катастрофическое водопоглощение	> 15
			$r_{пл} > r_g$	г	Самоизлив	0

Один из решающих факторов при выборе технологии вскрытия и освоения пласта – степень устойчивости стенок скважины в продуктивной его части. Степень устойчивости водоносных пластов, вскрытых скважиной, целесообразно подразделить на три основных типа (табл.24).

Таблица 24

Степень устойчивости водоносных пластов, вскрытых скважиной

Тип водоносного пласта по степени устойчивости	Характеристика устойчивости горных пород, слагающих пласт	Поведение стенок скважины в зависимости от гидравлического состояния системы пласт – скважина
А	Неустойчивые	При $r_g = r_{пл}$ стенки скважины обрушиваются
Б	Слабоустойчивые	При $r_g < r_{пл}$ до $r_g = 0$ происходит обрушение стенок скважины
В	Устойчивые	При $r_g = 0$ стенки скважины не обрушаются

На основании приведенных характеристик составлена классификация водоносных пластов по гидродинамическим и геологическим условиям их залегания, в которой систематизированы все основные параметры пластов и характеристики, определяющие выбор технических средств и технологии вскрытия и освоения водоносного пласта (табл. 25).

Таблица 25

Классификация водоносных пластов по гидродинамическим и геологическим условиям их залегания

Тип водоносного пласта по степени устойчивости	Группа водоносного пласта по степени водопроницаемости	Вид водоносного пласта по характеру водопроявления и водопоглощению	Типичные представители гонных пород, слагающих водоносные пласты
А	І	а, г	Пески тонко- и мелкозернистые, иловатые, породы верхней части коры выветривания
	ІІ	б, г	Пески средне-, разно- и крупнозернистые
	ІІІ	в, г	Пески крупнозернистые с гравием, галечники с валунами
Б	І	а, г	Песчаники тонко- и мелкозернистые, алевролиты и аргиллиты с капиллярной трещиноватостью
	ІІ	б, г	Песчаники от средне- до крупнозернистых, пористые известняки и доломиты, сланцы пористые, трещиноватые
	ІІІ	в, г	Грубые песчаники, конгломераты, известняки и доломиты, угли мелкопористые, трещиноватые, кавернозные
В	І	а, г	Плотные песчаники, известняки, сланцы, кварциты, гнейсы, граниты, порфириды, сиениты слаботрещиноватые с капиллярными трещинами
	ІІ	б, г	Те же породы, сильнотрещиноватые с вертикальными и горизонтальными трещинами
	ІІІ	в, г	Те же породы с наличием крупных трещин, зон разлома, каверн и пустот

5.2. Исследование закономерностей снижения водопроницаемости водоносных пластов при вскрытии бурением

При вскрытии водоносного пласта вращательным или ударно-канатным бурением на забое возникают сложные физико-химические процессы, обусловленные качеством промывочной жидкости, интенсивностью промывки, вращением колонны бурильных труб, наличием шлама на забое и технологией проводки скважины. При ударно-канатном бурении вскрытие водоносного пласта сопровождается знакопеременными гидроимпульсными воздействиями в призабойной зоне, которые оказывают существенное влияние на качество работ.

Недооценка перечисленных факторов при вскрытии водоносных пластов приводит в конечном счете к снижению водопроницаемости обводненных пород и дебита водозаборной скважины.

Четкое представление физико-химических процессов на забое при вскрытии водоносных пластов и управление этими процессами в значительной степени позволяют избежать снижения водопроницаемости пород пласта, а в отдельных случаях интенсифицировать ее.

Основные физико-химические явления, которые в процессе вскрытия водоносных пластов бурением снижают водопроницаемость пласта можно систематизировать (табл. 26).

Как видно из таблицы 26, основные факторы, снижающие водопроницаемость пород пласта при его вскрытии бурением, – глинизация, механический кольматаж шламом, химический кольматаж, гидродинамические воздействия на пласт.

Данные о влиянии способа вскрытия пласта на водопроницаемость пород водоносного пласта в водоприемной части скважины приведены в таблице 26.

Влияние способа вскрытия пласта на водопроницаемость пород водоносного
пласта в водоприемной части скважины

Вид бурения при вскрытии пласта	Факторы, снижающие водопроницаемость пласта	Факторы, способствующие снижению водопроницаемости пласта	Количественная оценка снижения водопроницаемости пород водоносного пласта
1	2	3	4
Вращательное:			
-с промывкой глинистым раствором в неустойчивых водоносных пластах	Глинизация пород пласта в результате фильтрации раствора в пласт	Параметры глинистого раствора; увеличение избыточного давления раствора на пласт	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
	Образование глинистой корки на стенках скважины	Параметры глинистого раствора; интенсивность промывки	Снижение водопроницаемости до 70 % от естественной
	Защемление глинистой корки между стенками скважины и фильтровой колонной; экранизация фильтра и пласта	Параметры глинистого раствора; спуск фильтровой колонны без удаления глинистой корки со стенок скважины	Снижение водопроницаемости в 5 раз и более
	Химическое взаимодействие фильтрата глинистого раствора и глинистых частиц с пластовой водой	Применение химических реагентов без учета химического состава пластовых вод	Снижение водопроницаемости в 2 раза
	Разрыв пласта и заполнение глинистым раствором	Увеличение избыточного давления на пласт	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
-с промывкой глинистым раствором в водоносных пластах, представленных устойчивыми трещиноватыми породами	Проникновение глинистого раствора с шламом в трещины и их коагуляция	Турбулизация потока в результате вращения колонны БТ; недостаточная промывка и истирание шлама на забое	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
	Закрывание трещин вследствие гидродинамических явлений в процессе бурения	Гидродинамические воздействия в результате колебания колонны БТ и импульсной подачи ПЖ	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
	Разрыв пласта и заполнение трещин глинистым раствором	Увеличение избыточного давления на пласт	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4
-с прямой промывкой технической водой или водогипановыми растворами	Механический кольматаж стенок скважины	Интенсивность промывки; турбулизация потока промывочной жидкости вследствие вращения БТ в скважине	Сохраняется естественная водопроницаемость
-с обратной промывкой глинистым раствором в неустойчивых породах, слагающих водоносный пласт	Глинизация пород пласта	Увеличение избыточного гидростатического давления на пласт	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
	Образование глинистой корки на стенках скважины		Снижение водопроницаемости на 50 – 70 %
	Защемление глинистой корки и экранизация пласта и фильтра	Параметры глинистого раствора	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
-с обратной промывкой в трещиноватых устойчивых породах с обратной промывкой водой в неустойчивых породах, слагающих водоносный пласт	Глинизация трещин	Параметры глинистого раствора	Снижение водопроницаемости в 2 раза и более
	Механический и глинистый кольматаж пород пласта вследствие наработки раствора при циркуляции	Увеличение избыточного давления на пласт; наличие механических примесей в промывочной жидкости	Сохраняется естественная водопроницаемость пласта
-с обратной промывкой в устойчивых породах	Возможен кольматаж механическими взвесями, образовавшимися при циркуляции раствора	Увеличение избыточного давления на пласт; наличие механических примесей в промывочной жидкости	Сохраняется естественная водопроницаемость пласта
-с продувкой воздухом в водоносных пластах, представленных устойчивыми породами	Интенсификация водопритока из пласта в процессе вскрытий	Интенсивность продукции скважины	Сохраняется естественная водопроницаемость пласта; интенсификация в результате раскрытия трещин

1	2	3	4
Ударно-канатное:			
-при вскрытии неустойчивых водоносных пластов	Уплотнение и переукладка пород водоносного пласта	Технологические параметры бурения (высота подъема снаряда, частота ударов, масса снаряда и т.д.)	Сокращение водопроницаемости пород на 50 % и более
-при вскрытии водоносных пластов, представленных устойчивыми трещиноватыми породами	Механический кольматаж пор и трещин шламом		Сокращение водопроницаемости пород на 30 %
	Уменьшение трещиноватости вследствие гидроимпульсных воздействий на пласт		Сокращение водопроницаемости пород на 30 %

При использовании технологии вскрытия пласта с прямой промывкой водой резко улучшается качество и сокращаются затраты времени на освоение скважины.

Таким образом, по экономической эффективности и качеству несомненный интерес представляют следующие способы вскрытия водоносных пластов вращательным бурением: с прямой промывкой водой или водогипановыми растворами, с продувкой воздухом, с обратной промывкой водой.

5.3. Типовые схемы конструкций водоприемной части скважин

Конструкция водоприемной части скважины должна обеспечивать: максимальный забор воды из водоносного пласта; минимальное сопротивление потоку воды, поступающему из пласта в скважину; долговечность работы и отсутствие электрохимического взаимодействия между породами пласта, фильтрующим материалом и каркасом фильтра; простоту конструкции, эксплуатационную надежность и возможность проведения профилактических и ремонтных работ; минимальную металлоемкость и стоимость.

Основные схемы оборудования водоприемной части скважин: гравийно-засыпными фильтрами с опорными каркасами из проволочных,

сетчатых или дырчатых фильтров; бесфильтровые конструкции; с опорными каркасами без обсыпки гравием.

Рекомендации по оборудованию водозаборных скважин гравийно-засыпными фильтрами приведены в табл. 27.

Наиболее характерные конструкции водоприемной части скважин для различных типов водоносных пластов приведены на рис. 9.

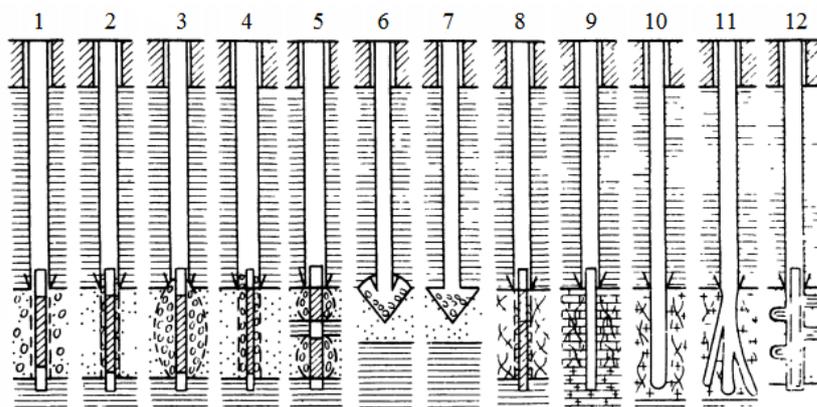


Рисунок 9 – Типовые схемы оборудования водоприемной части скважины:
1 – с проволочным фильтром или каркасом для водоносного пласта (А-Ш-в, г); 2 – с проволочным (сетчатым) фильтром и гравийной обсыпкой для водоносных пластов (А-П-б, г); 3 – с проволочным (сетчатым) фильтром и гравийной обсыпкой уширенного контура для водоносных пластов (А-І-а, г); 4 – с проволочным (сетчатым) фильтром и многослойной гравийной обсыпкой для водоносных пластов (А-І-а), представленных иловатыми, пылеватыми тонкими песками; 5 – с проволочным (сетчатым) каркасом и гравийной обсыпкой уширенного контура с многоярусным фильтром для водоносных пластов (А-І, П-а, б); 6, 7 – бесфильтровые с засыпкой каверны в водоносных пластах гравием (А-І, П-б, в, г); 8 – с проволочным фильтром и гравийной обсыпкой для водоносных пластов (Б-І, П-а, б); 9 – с дырчатым (щелевым) каркасом без обмотки для водоносных пластов (Б-І, П, Ш-а, б, в, г); 10 – бесфильтровые для водоносных пластов (В-І, П, Ш-а, б, в, г); 11 – многоствольные бесфильтровые для водоносных пластов (В-І, П-а, б); 12 – водоприемная часть при вскрытии водоносного пласта лучевыми скважинами (Б-І, П-а, б)

Рекомендации по оборудованию водозаборных скважин гравийно-
засыпными фильтрами

Тип водоносного пласта	Группа водоносного пласта	Вид водопроявления	Рекомендации по оборудованию гравийных фильтров
А	І	а, г	Обязательная гравийная обсыпка каркасов фильтров
А	ІІ	б, г	Гравийная обсыпка фильтров, возможно образование естественного гравийного фильтра в процессе откачки
А	ІІІ	в, г	Образование естественного гравийного фильтра в процессе откачки скважин
Б	І	а, г	Гравийная обсыпка фильтра

5.4. Технология вскрытия водоносных пластов

Несмотря на многообразие технологических приемов вскрытие водоносных пластов осуществляется в основном двумя способами бурения – вращательным и ударно-канатным. В практике проведения буровых работ на воду, вращательное бурение преобладает и составляет более 80 % от общего объема работ.

Классификация вскрытия водоносных пластов с учетом гидрогеологических условий их залегания и рекомендаций по оборудованию водоприемной части скважин представлена в таблице 28.

Классификация вскрытия водоносных пластов с учетом гидрогеологических условий их залегания и рекомендаций по оборудованию водоприемной части

скважин

Рекомендуемый способ вскрытия водоносного пласта	Технология вскрытия пласта	Группа водоносного пласта по геологическим и гидродинамическим условиям залегания	Рекомендуемые конструктивные элементы водоприемной части					Максимальный дебит, м ³ /ч
			Глубина скважины, м	Параметры фильтра				
				Тип	Диаметр, мм	Длина, м	Наличие гравийной обсыпки, рекомендуемый тип конструкции водоприемной части скважин (см. рис. 17)	
Ударно-канатный	С опережением забоя вспомогательной колонной обсадных труб и последующим оголением фильтра	А-I-а А-II-б	100	Сетчатый Проволочный	219 – 325	30	Гравийная обсыпка (возможно многослойная); типы 2, 4	100
	Под защитой тиксотропной рубашки	А-I-а, г II-б, г	150	Сетчатый	168 – 273	30	Тип 1	50
	Фильтровой колонной с дырчатым целевым каркасом, проволочной обмоткой и конусным башмаком	А-III-в	100	Проволочный Каркас без обмотки	273 – 426	40	Без гравийной обсыпки; тип 1	300
	Открытым забоем без крепления трубами	Б-I-в В-III-в	150	Каркас Без фильтра	273 – 325	50	Без гравийной обсыпки; тип 10	150

Рекомендуемый способ вскрытия водоносного пласта	Технология вскрытия пласта	Группа водоносного пласта по геологическим и гидродинамическим условиям залегания	Рекомендуемые конструктивные элементы водоприемной части					Максимальный дебит, м ³ /ч
			Глубина скважины, м	Параметры фильтра				
				Тип	Диаметр, мм	Длина, м	Наличие гравийной обсыпки, рекомендуемый тип конструкции водоприемной части скважин (см. рис. 17)	
Вращательный с прямой промывкой	Технической водой	А-I-в, А-II-б	100	Сетчатый, проволочный	168 – 377	80	Гравийная обсыпка уширенного контура от 500 до 900 мм; типы 3, 5	300
		Б-I, II-а, б	600	Проволочный	219 –	10 –	Без гравийной обсыпки; типы 9, 10	150
		В-I-а, г В-II, III-г		Каркас без обмотки Без фильтра	273	20 0		
	Глинистыми и растворами	А-I; II-г Б-I; II-г	100 – 150 и более	Сетчатый, проволочный	168 – 325	10 – 30	Гравийная обсыпка до 500 мм; тип 3	200
		Аэрированными растворами	Б-I-б Б-III-в	100 – 600	Дырчатый каркас, каркас Без фильтра	168 – 273 168 – 219	10 – 30	Без гравийной обсыпки; типы 9, 10
	Меловыми растворами	Б-II-б В-I-б	100 – 600	Каркас Без фильтра	168 – 273	20 0	Без гравийной обсыпки; типы 9, 10	100
Специальными	А-I-а, г А-II-б, г Иногда Б, В-I, II-а, б, залег. в усл. многолетней мерзлоты и др.	100 – 600	Сетчатый, проволочный	168 – 273	20 0	Иногда с гравийной обсыпкой; типы 1, 8	100	

Рекомендуемый способ вскрытия водоносного пласта	Технология вскрытия пласта	Группа водоносного пласта по геологическим и гидродинамическим условиям залегания	Рекомендуемые конструктивные элементы водоприемной части					Максимальный дебит, м ³ /ч
			Глубина скважины, м	Параметры фильтра				
				Тип	Диаметр, мм	Длина, м	Наличие гравийной обсыпки, рекомендуемый тип конструкции водоприемной части скважин (см. рис. 17)	
Вращательный с обратной промывкой	Технической водой	А-I-а А-II-б	200 и более	Сетчатый Проволочный	325 – 426	100	Гравийная обсыпка до 1000 мм; типы 2, 3	300 и более
	Глинистыми растворами	А-III-в В-II, III-б, в А-I, II, III-г	200	Каркас Без фильтра Сетчатый, проволочный	500 500 325 – 426	100 100	Без гравийной обсыпки; типы 1, 9 С гравийной обсыпкой диаметром до 1000 мм; типы 3, 5, 2	300
Вращательный с продувкой воздухом	С пневмоударником	В-I, II-а, б	150	Без фильтра (или каркаса)	168	120	Без гравийной обсыпки; типы 9, 10	5 – 30
	С прямой продувкой и бурением шарошечным долотом	Б-III-б В-I, II, III-а, б, в	200	Каркас Без фильтра	219	120	Без гравийной обсыпки; типы 9, 10	50
Гидромылв фильтра	С гидравлическим расширителем с гидронасадкой	А-I-а А-II-б	50	Сетчатый Проволочный	168 – 325	20	С обсыпкой фильтра гравием; типы 3, 5, 2	100 – 200

Разработка каверны для бесфильтровой скважины	С заполнением каверны гравием	А-I, II-a, б с неустойчивой кровлей А-I, II-a, б с устойчивой кровлей	100 – 300	Без фильтра	–	5	С заполнением гравием; тип 6 С заполнением каверны гравием или без гравия; тип 7	150
-----------------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	-----------	-------------	---	---	-----------------------------------------------------------------------------------------	-----

Технология вскрытия водоносных пластов и формирования водоприемной части скважины должна детально разрабатываться для определенных районов с характерными гидрогеологическими условиями сооружения водозаборных скважин и утверждаться в виде типовой технологической карты, учитывающей гидродинамические особенности водоносного пласта, гидрогеологические, механические и химические свойства пластовых вод и водовмещающих пород. При необходимости следует разрабатывать специальную оснастку и буровой инструмент.

Вскрытие водоносных пластов с прямой промывкой водой вращательным бурением

Этот способ основан на избыточном гидростатическом давлении промывочной воды на пласт в процессе его вскрытия и формирования водоприемной части скважины.

Вскрытие водоносных пластов, представленных песками, вращательным бурением с прямой промывкой технической водой, рекомендуется для следующих условий: в мелкозернистых однородных песках с мощностью водоносного пласта до 100 м, при чередовании мелко- и крупнозернистых песков, при чередовании крупно- и разнозернистых песков с включением гравелистых, в слабосцементированных тонкозернистых песчаниках.

Как правило, вскрываемые водоносные пласты должны быть слабонапорными или напорными без проявления самоизлива воды.

Крупнозернистые и гравелистые пески с прослоями глин не рекомендуется вскрывать бурением с прямой промывкой водой во избежание наработки естественного глинистого раствора и глинизации стенок скважины. По этим же причинам не рекомендуется бурение подошвы водоносного пласта, представленной глинистыми породами.

Технологические операции по вскрытию водоносного пласта с прямой промывкой технической водой и формированию водоприемной части скважины:

1. Первый этап – бурение разведочной скважины, каротаж, определение интервалов установки рабочей части фильтра;

2. Второй этап – разбуривание скважины наработанным глинистым раствором до кровли водоносного пласта, крепление эксплуатационной обсадной колонной, цементирование, ОЗЦ, разбуривание цементной пробки, замена глинистого раствора технической водой;

3. Третий этап – расширение скважины в интервале пласта механическим или гидравлическим долотом – расширителем с промывкой водой;

4. Четвертый этап – извлечение бурового инструмента из скважины с доливом воды, подготовка к спуску фильтровой колонны;

5. Пятый этап – спуск фильтровой колонны на нижнем левом переводнике, промывка и устройство гравийной обсыпки в восходящем потоке;

6. Шестой этап – откачка скважины, установка разжимного сальника и сдача в эксплуатацию.

При спуско-подъемных операциях и других работах в скважине, вскрывшей водоносный пласт, следует поддерживать избыточное гидростатическое давление $p_{г}$ доливом воды в скважину.

Вскрытие водоносных пластов вращательным бурением с обратной промывкой

При вскрытии водоносных пластов вращательным бурением с обратной промывкой сохраняются естественные условия пористости и проницаемости пласта. Этот способ позволяет вскрывать пласт при бурении скважин диаметром от 500 до 1000 мм и более. Опыт убедительно показывает преимущества этого способа даже по сравнению с ударно-канатным. Дебиты скважин при вскрытии пласта с обратной промывкой в песках в 1,5 – 2 раза превышают дебиты аналогичных скважин, где пласты вскрыты ударно-канатным бурением.

Рассмотрим основные условия применения обратной промывки при вскрытии пласта:

1. При наличии неустойчивых и слабоустойчивых водоносных пластов пластовое давление должно быть на 0,02 – 0,03 МПа меньше, чем полное гидростатическое давление столба жидкости в скважине;
2. Запас воды должен быть достаточным, чтобы компенсировать водопоглощение при избыточном давлении на пласт не менее 0,03 МПа;
3. Глубина залегания водоносного пласта должна быть в пределах до 200 м (в отдельных случаях и более);
4. Климатические условия должны позволять эффективно осуществлять работы с учетом обводненности оснастки и инструмента для обратной промывки, находящегося над устьем скважины.

При вскрытии водоносных пластов с обратной промывкой должна применяться вода без примесей глинистых или других частиц.

Опыт показывает, что возможно применение обратной промывки для вскрытия устойчивых водоносных пластов, характеризующихся полным или катастрофическим поглощением, при условии нормальной работы эрлифта.

В особо сложных геологических условиях, характеризующихся сильным водопроявлением (самоизливом), неустойчивые пласты можно

вскрывать с обратной промывкой глинистым, полимерным или другим раствором, когда диаметры скважин, вскрывающих пласт, более 500 мм.

Обязательным условием является превышение гидростатического давления над пластовым на 0,03 МПа во избежание обрушения пласта.

Первый этап завершается бурением с естественным или глинистым раствором с обратной промывкой до кровли водоносного пласта с последующим креплением и цементированием обсадными трубами. После ОЗЦ разбурируется цементный стакан и раствор заменяется технической водой.

На втором этапе водоносный пласт вскрывается с противодавлением на пласт с обратной промывкой водой и доливом воды при подъеме бурильных труб.

На третьем этапе в скважину спускают фильтровую колонну на муфтовом переводнике с левой резьбой и центрирующими фонарями.

На четвертом этапе в надфильтровую часть спускают водоподъемные и воздушные трубы и одновременно с откачкой в зафильтрованное пространство загружают гравий часто с доливом воды в нисходящем потоке для обеспечения равномерного намыва гравия в водоприемную часть скважины.

Пятый этап – откачка и заканчивание скважины с гравийным фильтром и сальником между фильтровой и обсадной колонной.

Вскрытие водоносных пластов с продувкой воздухом

Вскрытие водоносных пластов с продувкой воздухом – один из самых высококачественных и высокопроизводительных способов вскрытия водоносных пластов. Его преимущества заключаются в следующем: относительно высокие скорости бурения в результате снижения гидростатического давления на забой и высокой очистки забоя от шлама; совмещение технологических процессов вскрытия пласта с его опробованием откачкой; отсутствие кольматажа пор и трещин пласта, а в отдельных случаях интенсификация водопроявления при вскрытии пласта; простота и

экономическая эффективность, так как не требуются дорогостоящие промывочные жидкости.

Вскрытие водоносных пластов с продувкой воздухом осуществляется вращательным или ударно-вращательным способом.

Этими способами рекомендуется вскрывать устойчивые водоносные пласты, представленные трещиноватыми или пористыми породами. Однако, недостаточные мощности компрессорного оборудования ограничивают глубину вскрытия водоносных пластов до 100 — 120 м. Диаметр скважины при вскрытии водоносного пласта таким способом не превышает 243 мм.

При вскрытии водоносных пластов, представленных породами до VII категории по буримости, рекомендуется обычная схема бурения водоносного пласта трехшарошечными долотами с продувкой воздухом. При бурении водоносных пород VIII-XII категорий по буримости рекомендуется применять пневмоударники. В этом случае диаметр скважины, вскрывающей пласт, не превышает 200 мм.

Вскрывать водоносные пласты с продувкой воздухом в слабоустойчивых породах или породах, сложенных сланцами, шлам которых может слипаться при смачивании, не рекомендуется, так как это приводит к осыпанию стенок скважины, обвалам, сальникообразованию и кавернообразованию и в конечном счете к авариям и осложнениям.

Вскрытие водоносных пластов гидровывом фильтра

Способ вскрытия водоносного пласта гидровывом фильтра практикуется для условий, когда пласт представлен неустойчивыми песками без примеси галечника. Диаметры вмываемых фильтров практически колеблются от 146 до 700 мм и более и зависят от мощности насосного оборудования, применяемого для вмыва фильтра. Глубины вмыва фильтра обычно не превышают 10 - 20 м. Вскрытие пласта гидровывом фильтра не рекомендуется при условии, когда водоносный пласт имеет пропластки, состоящие из глин или подобных пород, в процессе размыва которых

образуются естественные глинистые растворы, кольматирующие водоносный пласт.

При недостаточно изученных гидрогеологических условиях вымыв фильтра осуществляется с предварительным бурением разведочной скважины, определяющей интервалы установки рабочего фильтра в продуктивной части пласта.

При изученных гидрогеологических условиях вымыв фильтра осуществляется сразу после установки и цементирования эксплуатационной колонны и кондуктора.

В практике известны два способа вскрытия водоносных пластов методом гидровмыва фильтра: с применением извлекаемых насадок, с применением не извлекаемых из скважины насадок.

При гидровмыве фильтра вода должна подаваться непрерывно. В случае наращивания фильтров при длине вмываемой рабочей части, превышающей длину ведущей бурильной трубы, рекомендуются специальные замковые соединения, которые обеспечивают при наращивании непрерывную подачу воды на забой скважины. Трубы можно наращивать и при прекращении подачи воды на забой. В этом случае операция наращивания должно сопровождаться доливом воды в скважину для поддержания избыточного давления на пласт не менее 0,03 МПа.

Вскрытие водоносных пластов при бесфильтровом освоении скважины

Бесфильтровые скважины широко применяются при эксплуатации водоносных пластов, представленных скальными породами, устойчивыми при пластовом давлении воды в скважине, практически равном нулю. Такие водоносные пласты вскрывают описанными выше методами.

Однако в практике имеется опыт сооружения бесфильтровых скважин, водоносные пласты в которых представлены неустойчивыми (рыхлыми) породами (песками). Возможность сооружения таких скважин

обычно обуславливается наличием устойчивой кровли, под сводом которой возможна выработка каверны бесфильтровой скважины.

Бесфильтровые скважины весьма эффективны, так как фильтрационная поверхность водоприемных каверн эквивалентна десяткам и сотням метров трубчатых фильтров.

Каверны бесфильтровой скважины образуются при следующих способах вскрытия водоносного пласта:

1. При ударно-канатном бурении тартанием породы пласта желонкой;
2. При вращательном бурении в результате образования каверны гидравлическими расширителями;
3. Откачкой пульпы эрлифтным снарядом при размыве каверны нагнетанием воды в пласт;
4. Откачкой пульпы эжекторным насосом при размыве каверны нагнетанием воды в пласт.

Вскрытие водоносных пластов при ударно-канатном бурении

Классический способ вскрытия водоносных пластов ударно-канатным бурением был основным до 60-х годов. В настоящее время в отечественной практике буровых работ он составляет всего 15 – 20% от общего объема и ограничивается следующими условиями: глубина вскрытия пласта, как правило, не превышает 100 м; рекомендуется для вскрытия обычно низконапорных водоносных пластов пльвунного типа или характеризующихся катастрофическим поглощением трещинного типа. При вскрытии пластов, представленных валунно-галечными отложениями и кавернозными породами, является основным способом.

При вскрытии водоносных пластов, представленных песками, возникают прихваты желонки вследствие поршневого эффекта и засасывания песка в рабочую обсадную колонну при подъеме желонки вверх.

При вскрытии пластов из разнородных водоносных песков различного состава наблюдается снижение естественной пористости и проницаемости водоносных пород вблизи стенок скважины в результате

уплотнения и переукладки зерен песка при работе бурового инструмента в ударном режиме, поэтому ударно-канатный способ вскрытия таких пластов не рекомендуется.

Наибольший эффект при вскрытии водоносных пластов, представленных песками, достигается, когда вскрытие сопровождается доливом воды в скважину. Избыточное давление на водоносный пласт уменьшает пробкообразование.

При вскрытии водоносных пластов, представленных гравелистыми песками с включением валунов, процесс вскрытия пласта осуществляется одновременной посадкой каркаса щелевого или дырчатого фильтра.

При ударно-канатном бурении с целью сохранения пористости и проницаемости водоносного пласта вскрывать рекомендуется без принудительных ударов по фильтровой или обсадной колонне. Для этой цели рекомендуется принудительная подача фильтровой или рабочей обсадной колонны с применением статической нагрузки.

Следует отметить, что при вскрытии водоносного пласта статическая нагрузка при подаче рабочей или фильтровой колонны уменьшает поступление песчаной пробки в колонну.

5.5. Технология освоения водоносных пластов

Задача любой технологии освоения водозаборной скважины сводится к восстановлению естественной водопроницаемости пород, слагающих водоносный пласт в прифильтровой зоне, а также к очистке рабочей части фильтра. Высокоэффективные способы освоения могут способствовать некоторому увеличению естественной водопроницаемости пород в прифильтровой зоне.

Качество и полнота освоения водоприемной части скважины и ее долговечность характеризуются удельным дебитом.

Наиболее удобна для практического использования формула А.И. Деревянных:

$$g_t = g_0 - at, \quad (52)$$

где g_t – текущий удельный дебит скважины, л/с; g_0 – начальный удельный дебит скважины, л/с; a – коэффициент старения; t – время, мес.

Коэффициент a характеризует величину, на которую уменьшается удельный дебит скважины за единицу времени (месяц, год) вследствие изменения проницаемости прифилтровой зоны и пропускной способности фильтра. Следовательно, чем менее эффективно освоение водоносного пласта, тем выше темпы старения скважины. Исходя из этого, формула, определяющая долговечность скважины, имеет вид:

$$t = \frac{g_0 - (Q/S)}{a}, \quad (53)$$

где Q – эксплуатационный дебит скважины, м³/ч; S – допустимое понижение уровня подземных вод, определяемое глубиной залегания кровли водоносного пласта и конструкцией скважины.

Таким образом, чем эффективней способ освоения скважины, тем выше ее первоначальный удельный дебит, оказывающий решающее влияние на долговечность водозаборной скважины.

Технологические операции по освоению водоносных пластов включают: работы по опусканию в скважину фильтра или креплению водоприемной части скважины другими способами; работы по восстановлению естественной водопроницаемости пласта или искусственному ее увеличению; устройство гравийной обсыпки фильтров; откачки воды из скважины с целью формирования водоприемной части скважины и осветления воды.

В зависимости от способа вскрытия водоносного пласта последовательность операций по освоению скважины может изменяться или совмещаться с процессом вскрытия пласта, как, например, при применении способов вскрытия водоносного пласта, включающих обязательную посадку фильтровой колонны одновременно с его вскрытием (бурение ударно-

канатным способом с фильтровой колонной и коническим башмаком, гидровывом фильтра и т.д.).

На основании исследований физико-химической сущности процессов глинизации и кольматажа пор и трещин пород водоносного пласта, а также практики и опыта освоения скважин все способы разглинизации и восстановления проницаемости коллектора пласта целесообразно классифицировать.

Применение различных способов восстановления проницаемости водоприемной части скважин позволяет:

1) удалять глинистую корку со стенок скважины и непроницаемого или слабопроницаемого заземленного экрана, находящегося между стенкой скважины и наружной поверхностью фильтра (в практике этот процесс называется наружной разглинизацией);

2) удалять глинистые частицы и шлам, проникшие в поры пласта (процесс внутренней раз глинизации);

3) очищать фильтрационные отверстия в каркасе рабочей части фильтра от глинистых частиц и шлама;

4) производить гравийную обсыпку фильтра в восходящем потоке промывочной жидкости.

На основе производственного опыта и анализа исследований более эффективна следующая классификация способов освоения водоносных пластов и фильтров (табл. 29).

Классификация способов восстановления и увеличения проницаемости пласта в водоприемной части скважин на воду

Способ восстановления проницаемости водоносного	Характер воздействия на водоприемную часть скважины	Удаление продуктов глинизации и кольматажа из скважины		Технологический метод осуществления разглинизации, декольматажа водоприемной части скважины	Рекомендуемая область применения			Эффективность в зависимости от рекомендуемой области применения		
		Технология	Направление движения продуктов кольматажа		Тип и группа водоносного пласта	Тип фильтра	Основное назначение	Удаление глинистой корки и непроницаемого экрана между стенкой скважины и фильтром	Очистка фильтрационных отверстий фильтра	Очистка пор и трещин пород водоносного пласта
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Физический	Гидростатический	Одновременно с удалением глинистого (или другого) раствора из скважины	По зафильтровому пространству	Прямая промывка водой по зафильтровому пространству	А, Б, В-І, II-а, б	Все типы	Удаление глинистого раствора из скважины до начала работ по восстановлению и интенсификации проницаемости пласта	Частично	Частичная	Нет
			Через фильтр и открытый башмак фильтра	Обратная промывка по зафильтровому пространству с прокачкой эрлифтом				Сетчатый, проволочный То же	Удаление глинистой корки и очистка пор и трещин водоносного пласта	Частично
			По зафильтровому пространству	Поинтервальная промывка с применением гидроершей и пакеров	А-І, II-а, б	То же	Удаление глинистой корки и очистка пор и трещин водоносного пласта			Частично
Через промывочные окна в фильтре	Комбинированная обратновсасывающая промывка через промывочные окна с обрушением зоны глинизации								Полное	Частичная

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Через рабочую поверхность фильтра	Метод поинтервального обрушения пород водоносного пласта с выносом их при откачке через пакерное устройство с одновременным замещением гравием	А-І, II-а, б	Проволочный	Удаление глинистой корки и очистка пор и трещин водоносного пласта	Полное	Частичная	Полная
		После удаления глинистого раствора из скважины	По зафильтрованному пространству	Нагнетание воды в пласт	А-І, II-а, б Б-І-а, б	Сетчатый, проволочный	Интенсификация водопритока с образованием дренажных каналов в пласте Очистка фильтра	Полное	Полная	Частичная
				Продувка воздухом	А, Б, В	То же		Частич.	Полная	Частич.
Физический	Гидроимпульсный	Одновременно с удалением глинистого (или другого) раствора из скважины После удаления бурового (глинистого) раствора из скважины	Через рабочую поверхность и открытый башмак фильтра	Виброразглинизация с откачкой; Электроимпульсная разглинизация; Гидроимпульсная откачка; Свабирование и желонирование	А, Б, В-І, II III-а, б, в	Все типы	Восстановление проницаемости призабойной зоны и фильтра	Полное	Полная	Полная
			Через рабочую поверхность и открытый башмак фильтра	Взрыв	А-І, II-а, б	Сетчатый, проволочный	Восстановление проницаемости пласта	Частичное	Полная	Частичная
			Через рабочую поверхность и открытый башмак фильтра	Имплозия	А-І, II-а, б	Экспериментальные данные	Частичное	Частичная	Частичная	
			Ультразвуковое воздействие	А, Б, В-І, II, III	Все типы	Восст.прониц.призабойной зоны водоприем.частискв.	Частичное	Слабая	Частичная	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Физический	Механический	После удаления бурового раствора из скважины	Через рабочую поверхность фильтра	Механический ерш	А-І, II-а, б, в, г	Сетчатый, проволочный	Очистка фильтра	Нет	Частичная	Нет
		Одновременно с удалением бурового раствора из скв.	По зафильтрованному пространству	Разрушение зоны глинизации механическим расширителем, установленным под башмаком фильтра	А-І, II-а, б, в, г	То же	Разглинизация с образованием каверны под засыпкой гравия уширенного контура	Полное	Нет	Полная
Химический	Кислотный С применением ПАВ	После удаления бурового (глинистого) раствора из скв.	Через рабочую поверхность и башмак фильтра	Солянокислотная обработка Глинокислотная обработка	Б, В-І, II-а, б	Проволочный, каркасный	Для карбон. пород или при прим. для вскрытия меловых растворов	Полное	Полная	Полная
		После удаления глинистого раствора	По зафильтрованному пространству	Разглинизация с применением ПАВ Предохранение фильтров от глинизации с помощью растворимых паст, пленок и обмазок ПАВ поверхности фильтра	А, Б-І, II-а, б, в	Сетчатый, проволочный	Предохранение фильтра и ускорение разглинизации	Полное	Полная	Полная

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Физико-химический	Гидроимпульсный	После удаления бурового раствора	По зафильтрованному пространству	Взрыв с инъекцией в пласт химических реагентов (кислот, ПАВ и т.д.)	Б, В-І, а, б	Проволочный, каркасный без фильтра	Интенсификация водопритока с образованием дренажных каналов	Полное	Частичная	Полная
	Электрохимический	То же	Через рабочую поверхность фильтра	Электрохимическая обработка фильтра	А, Б-І, а, б	Сетчат., провол.	Очистка фильтра	Частичное	Полная	Нет

Вывод

Технология вскрытия и освоения водоносных пластов, формирования водоприемной части водозаборных скважин – сложная научно-техническая проблема.

Успех сооружения водозаборной скважины, как источника долговременного водоснабжения, зависит от качества вскрытия водоносного пласта, технологии освоения и формирования водоприемной части скважины. Поэтому выбор технологических параметров бурения и промывочной жидкости при вскрытии водоносных пластов обуславливается сохранением естественной пористости и водопроницаемости пласта, исключающей кольматаж, глинизацию и уплотнение водовмещающих пород.

Предпочтение при вскрытии водоносного пласта следует отдавать вращательному способу бурения с прямой и обратной промывкой технической водой, водогипановыми растворами или продувкой воздухом, обеспечивающему сохранение естественной пористости и проницаемости обводненных пород.

Технология освоения водоносных пластов должна обеспечивать восстановление естественной водопроницаемости пород пласта, очистку фильтра и интенсификацию водопритока в призабойной зоне. Предпочтение следует отдать гидродинамическим способам освоения как наиболее эффективным.

Технология формирования водоприемной части скважин должна обеспечивать надежную гравийную обсыпку с уширенным контуром вокруг рабочей части фильтра в неустойчивых породах и максимальное раскрытие трещин и каверн в устойчивых обводненных породах.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ БУРОВЫМИ РАБОТАМИ

6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия

Полное название – общество с ограниченной ответственностью "Томская комплексная геологоразведочная экспедиция"

Год основания – 2010 г.

Основные виды деятельности: составление проектов геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые и подземные воды, составление программ инженерных изысканий; геологоразведочные работы на рудное и нерудное минеральное сырье; бурение скважин на твердые полезные ископаемые; проектирование и строительство опытных и эксплуатационных скважин для скважинной гидродобычи (СГД) полезных ископаемых, проведение гидродобычи; бурение, ремонт и ликвидация скважин на воду; инженерно-геологические изыскания; инженерно-экологические изыскания; инженерно-геотехнические изыскания; изыскания строительных грунтов; бурение водозаборных скважин; бурение технологических скважин в мерзлых и насыпных грунтах для установки, забивки и задавки (в торфах) свай.

Контакты:

Руководство – Генеральный директор.

Контакты – тел: (3822) 40-84-92.

Адрес: 634016 Россия, Томская область, город Томск, ул. Водяная, д.59.

E-mail: <http://TKGE.NET>

6.3. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1. Таблица видов и объемов проектируемых работ

Согласно геологическому заданию комплекс проектируемых работ выглядит следующим образом (таблица 30).

Таблица 30

Виды работ по объекту

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерений	Объем
1	Проектно-сметные работы:		
	-сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований	стр.	100
	-составление предварительных графических материалов	лист	3
	-составление текстовой части на геологические работы	стр.	150
2	Полевые работы:		
	-буровые работы	м	120
	-монтаж и демонтаж буровой установки	уст.	1
	-геофизические исследования скважин	м	1650

В таблице учитываются те виды работ, на которые производится расчет сметы.

6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

Проектно-сметные работы. Расчет затрат времени на проектно-сметные работы приведен в таблице 31.

Расчет затрат времени на проектно-сметные работы

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Норма выработки на 1 чел.	Затраты труда чел-дни			Всего чел-дней
					Ст. инж. г\г	инж. г\г	техн. г\г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Сбор и анализ материалов работ, а также литературных материалов	стр	150	25	3	3	-	6
2	Определение объемов работ и согласование с вышестоящими организациями	чел-дн	6	-	4	3	-	7
3	Составление геологической части проекта	стр	40	4	4	6	-	10
4	Составление производственно-технической части проекта	стр	100	4	10	15	-	25
5	Составление графических приложений	лист	4	0,25	-	7	9	16
6	Составление сметы	стр	20	4	2	3	-	5
7	Корректурa проекта и сметы	стр	140	35	-	2	2	4
8	Корректурa графических приложений	лист	4	1	-	-	4	4
9	Согласование, утверждение проекта и сметы	чел-дн	6	-	-	4	2	6
	Всего				23	43	17	83

Продолжительность проектирования определяется по формуле:

$$T_n = \frac{\text{всего чел} - \frac{\text{дн}}{n}}{N_C}, \quad (54)$$

где n – количество человек, занятых на проектирование ($n = 3$);

N_C – количество рабочих смен в месяц при односменной работе ($N_C = 25,6$).

$$T_n = \frac{83/3}{25,6} = 1,08 \text{ (месяц)}.$$

Буровые работы. Расчет затрат времени на бурение скважин буровой установкой УРБ-3А3 (таблица 32) рассчитывается с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 32

Расчет затрат времени на бурение скважины стационарной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объем, ст-см.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	III	295,3	120	0,07	ССН 93,т.5	1	8,4
2	III	93	120	0,07	ССН 93,т.5	1	8,4
Итого:							□=16,8 ст-см.

* Для всех скважин применяется коэффициент:

- коэффициент, учитывающий бурение вертикальных скважин – 1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин $N_{\text{бур}} = 16,8$ ст-см.

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

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} * n, \quad (55)$$

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

$$N_{\text{м-д}} = 2,2 * 4 = 8,8 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

- промывка:

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{пром}} * n, \quad (56)$$

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

$$N_{\text{всп}} = 0,17 * 4 = 0,68;$$

- крепление скважин обсадными трубами:

$$N_{всн} = H_{обс} * n, \quad (57)$$

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

$$N_{всн} = 0,0087 * 4 * 50 = 1,74 \text{ ст-см}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{нпр} = \frac{H_{бур}}{103} * 4; \quad (58)$$

$$N_{нпр} = \frac{23,6}{103} * 4 = 0,057 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{м-д} + N_{всн} + N_{нпр}; \quad (59)$$

$$N_{общ} = 16,8 + 8,8 + 0,68 + 1,74 + 0,057 = 28,07 \text{ ст-см.}$$

6.2.3. Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады

Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады приводится в таблице 33. Расчеты ведутся в соответствии с принятыми нормами и правилами для геологоразведочных работ (СН 93, т.14, т.15.).

Таблица 33

Расчет затрат труда

№	Должность и квалификация	Норма затрат труда, в чел-днях по СН	Затраты труда на объем	Кол-во чел.
1	Инженерно-технические работники (ИТР)			
	1. Начальник участка	0,07	23,06	1
	2. Инженер по буровым работам	0,05	69,19	1
	3. Инженер-механик	0,10	82,37	1
	4. Буровой мастер	0,29	95,56	1
	Итого	0,51	270,18	4
2	Рабочие			
	1. Машинист буровой установки (5 разряд)	1	329,51	4
	2. Помощник бурильщика (4 разряд)	1	164,76	4
	Итого	2	494,27	8

6.2.4. Расчет производительности труда обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ

Расчёт фактической коммерческой скорости:

$$P_{мес} = \frac{Q}{N_{общ}} * 60; \quad (60)$$

где $P_{мес}$ – производительность труда буровой бригады за месяц;

Q – объем бурения, м;

$N_{общ}$ – общие затраты времени;

60 – количество ст-см. в месяце при работе буровой в две смены.

$$P_{мес} = \frac{120}{28,07} * 60 = 257 \text{ м/мес.}$$

Планируемое время ($T_{пл}$) для выполнения работ целым количеством бригад (отрядов) рассчитывается по формуле:

$$T_{пл} = \frac{Q}{(P_{мес} * n_{бр})}; \quad (61)$$

где $P_{мес}$ – производительность труда буровой бригады за месяц;

Q – объем бурения, м;

$n_{бр}$ – количество буровых установок ($n_{бр} = 1$).

$$T_{пл} = \frac{120}{(240*1)} = 0,5 \text{ мес.}$$

Срок выполнения задания 1 месяц. Расчетное время выполнения, включая составление проектно-сметной документации – 0,8 мес. Резерв времени – 0,2 мес.

6.3. Расчет сметной стоимости работ

Основной задачей для составления сметы является плановое снижение себестоимости проектируемых работ.

Показатели себестоимости следует учитывать по следующим затратам: расходу производственных ресурсов по расценкам; отклонениям от расценок на производственные ресурсы; накладным расходам на лимитированные затраты, входящие в состав сметной стоимости, и затраты, компенсируемые сверх сметной стоимости.

Стоимость проектируемых работ определяют или методом калькулирования по статьям прямых затрат и накладных расходов, или путем исключения из сметной стоимости работ ее составляющих. Предпочтение следует отдать прямому счету как наиболее точному, позволяющему выявить результаты деятельности по каждой статье затрат.

6.3.1. Общий расчет сметной стоимости проектируемых буровых работ (СМ – 1)

Общая сметная стоимость работ по проекту (таблица 34) рассчитывается в соответствии с «Инструкцией по составлению проектов и смет».

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

Таблица 34

Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

№	Наименование работ и затрат	Ед. изм. работ	Объем работ	Ст-сть работ, руб.	См-я ст-ть работ в текущих ценах, руб.
I	Основные расходы	руб.			1040430
A	Геологоразведочные работы	руб.			768197
1	Бурение				
1.1	Роторное бурение скважин с прямой промывкой станками с дизельными двигателями глубиной бурения до 200 м, в грунтах группы 2	100 м бурения	1	11149,71	94688
1.2	Роторное бурение скважин с прямой промывкой станками с дизельными двигателями глубиной бурения до 200 м, в грунтах группы 3	100 м бурения	1	19439,26	169763

Продолжение таблицы 34

№	Наименование работ и затрат	Ед. изм. работ	Объем работ	Ст-сть работ, руб.	См-я ст-ть работ в текущих ценах, руб.
1.3	Роторное бурение скважин с прямой промывкой станками с дизельными двигателями глубиной бурения до 200 м, в грунтах группы 4	100 м бурения	1	30118,28	262933
1.4	Роторное бурение скважин с прямой промывкой станками с дизельными двигателями глубиной бурения до 200 м, в грунтах группы 5	100 м бурения	1	38296,51	32591
1.5	Роторное бурение скважин с прямой промывкой станками с дизельными двигателями глубиной бурения до 200 м, в грунтах группы 6	100 м бурения	1	54192	4510044
1.6	Роторное бурение скважин с прямой промывкой станками с дизельными двигателями глубиной бурения до 200 м, в грунтах группы 7	100 м бурения	1	74862,35	613111
1.7	Долота трехшарошечные типа Ш-244,5С-ГКУ	1 шт.		6680	2819138
1.8	Долота трехшарошечные типа Ш-190,5ТКЗ- ЦВ	1 шт.		11487	69265
1.9	Цементация затрубного пространства комплектом бурового оборудования и цементационной установки при роторном бурении, глубина посадки цементируемой колонны до 100 м	1 колонна		12735	151263

1.10	Крепление скважины при роторном бурении трубами со сварными соединениями, глубина скважины до 100 м, группа грунтов по устойчивости 2	10 м закрепленной скважины		1160	12636
1.11	Трубы стальные электросварные прямошовные со снятой фаской			80005	54644
2	Опытные работы				
2.1	Откачка воды насосом при роторном бурении при глубине скважины до 500 м	1 сутки откачка		3420	44000
	Водоподъемное оборудование				
2.2	Насос артезианский с погружным электродвигателем, марки 1ЭЦВ-6-10-110	1 шт.		6759	25618
2.3	Трубы насосно-компрессорные НКТ	1 шт.		1118	29661
2.4	Провод полупогружной ВПП с медной жилой	1 м	1	5893	11796
	ИТОГО по смете				
II	Строительные (ремонтно-строительные работы)	10%			768197
1	Прочие затраты	руб.			82835
2	Оборудование, мебель, инвентарь	руб.			136341
3	Монтажные работы	руб.	266,45	350,00	53055
4	Итого				1040340
5	Понижающий коэффициент (К=0,5725700283)	руб.			595719
6	НДС (595719*20%)	руб.			119144
7	Всего по смете	руб.	21	2875	714863

6.3.2. 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.

Расчет суммы основных расходов по видам работ (по форме СМ–5) представлен в таблице 35.

Таблица 35

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

№	Статьи основных расходов	Чистое бурение Q = 360 м.; N _{бур} = 23,6 ст- см.		Монтаж- демонтаж N = 4		Вспомогательные работы N _{всп} = 1,74 ст-см.	
		По СНОР	С учетом К зп	По СНОР	С учетом Кзп	По СНОР	С учетом Кзп
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основная заработная плата	2484	3229,2	771,5	10029,5	2484	3229,2
2	Единый социальный налог	983	1277,9	3023	3929,9	983	1277,9
3	Материалы	8192	9830,4	9435	11322	4096	4915,2
4	Амортизация	1739	2086,8	8372	10046,4	1739	2086,8
	Итого на расчётную единицу, руб./ст- см		16424,3		35327,8		1159,1
	Итого основных расходов на объём, руб.		387613,5		141311,2		20025,8

Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (по форме СМ-4)
представлен в таблице 36

Таблица 36

Сметно-финансовый расчет проектно-сметных работ (СМ-4)

№ п/п	Вид расходов	Ед. изм.	Кол-во	Дневная ставка	Сметная стоимость, руб.
1	Старший инженер-геолог	Чел-дн	18	689	12402
2	Инженер-геолог	Чел-дн	23	476	10948
3	Техник-геолог	Чел-дн	15	421	6315
4	Итого основная заработная плата				29665
5	С районным коэффициентом (1,2%)				35598
6	Дополнительная заработная плата (7,9%)				2812
7	Итого с дополнительной заработной платой				38410
8	Отчисление на социальное страхование (27%)				10371
9	Затраты на материалы (5%)				1921
10	Затраты на услуги (15%)				5761
11	Всего основных расходов				56463

6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами

6.4.1. Календарный план

Продолжительность строительства 1 разведочно-эксплуатационной скважины составляет 20 суток. При бурении в зимний период продолжительность работ увеличивается на 20% и составляет 24 суток. Технология сооружения скважины предполагает непрерывный процесс бурения при двухсменном графике работ. Продолжительность смены при бурении скважины принимается 12 часов.

Продолжительность строительства 1 скважины площадки 1 технического водозабора приведена в таблице 37.

Продолжительность основных видов и объемов работ

№ п/п	Виды работ	Ед. измер.	Объемы работ
1	Организация работ (завоз, монтаж и пр.)	орг.	1
2	Бурение роторное	п.м.	120,0
3	Крепление обсадными трубами: Санитарная колонна Ø273 мм Эксплуатационная колонна Ø238 мм Фильтровая колонна Ø114	п.м. п.м. п.м.	10,0 70,0 20,0
4	Цементирование скважины: Санитарная колонна Ø273 мм Эксплуатационная колонна Ø238 мм	п.м. п.м.	10,0 70,0
5	Освоение	сут.	4
6	Опытная откачка	сут.	3
7	Отбор проб воды	проба	1
8	Оборудование скважины	скв.	1

6.5. Организация и управление буровыми работами**6.5.1. Режимы работы участков и численность производственного персонала**

Режим работы принят в соответствии с действующими «Нормами технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом отработки»:

- количество рабочих дней в году – 365;
- количество рабочих смен в сутки – 2 смены;
- продолжительность смены – 12 ч;
- количество смен в году – 730;
- бурение скважин осуществляются круглосуточно;
- вспомогательные работы выполняются в дневную смену;
- проведение ремонтов и ТО буровой техники – 172 см/год.

Планируемое количество производственных смен и расстановка производственного персонала обеспечивают выполнение планируемых объёмов работ.

Разрядки буровых бригад проводятся в 8.00, 20.00 для работников открытых работ.

6.5.2. Мотивация и стимулирование труда

Для повышения заинтересованности работников бурового участка в качественном выполнении производственных задач необходимо материальное стимулирование труда. Положение о стимулировании труда представлено в таблице 38.

Таблица 38

Положение о стимулировании труда

Показатели труда		Коэф. премирования	Коэф. депремирования
1	Объём бурения + 90% керна с учётом требований к качеству	Сдельная расценка руб/метр	–
2	Качество поднимаемого керна		
	- 60 %	1,05	–
	- 70 %	1,1	–
	- 80 %	1,15	–
3	Дисциплина	1,01	0,7
4	Производство планово-предупредительного ремонта	1,1	0,9

Своевременное выполнение плана работ по бурению скважин является основной обязанностью бурового персонала участка.

6.5.3. Стратегия развития предприятия

Стратегия развития предприятия целиком и полностью зависит от размера прибыли, а точнее, чистой прибыли и от того, на что расходуются полученные средства. Данным проектом предусматривается следующее распределение прибыли, необлагаемой налогом:

- от чистой прибыли 70% распределяется в фонд развития производства (ФРП);
- 30% распределяется в фонд социального развития (ФЗП).

Предлагаются следующие мероприятия по совершенствованию труда и производства в таблице 39.

Мероприятия по совершенствованию труда и производства

№	Мероприятия и предложения	Эффект от внедрения
1	Технические:	Снижение затрат и ресурсов на выполнения ремонта оборудования, увеличение скорости бурения, а также повышение престижа предприятия
	Замена изношенного бурового оборудовании и закупка новых станков	
2	Технологические:	
	Применение более качественного твердосплавного инструмента	Увеличение проходки на долото или коронку
	Использование систем ГЛОНАСС для отслеживания количества израсходованного топлива	Уменьшение простоев, оптимизация расхода топлива
3	Организационные:	
	Использование прогрессивных форм планирования (сетевое планирование)	Снижение затрат времени и ресурсов
	Стимулирование и достойная оплата труда	Снижение аварий, увеличение скорости бурения, бережное использование оборудования и материалов, предотвращение текучести кадров
	Учет и контроль за расходом материала	Оптимальное использование материалов
	Реклама предприятия в СМИ (в печати и на телевидении)	Привлечения новых заказчиков и инвесторов
	Создание сайта предприятия	Дополнительный трафик клиентов
4	Экономические:	
	Использование налоговых льгот	Увеличение чистой прибыли
	Вкладывание временно свободных денежных средств в приобретение ценных бумаг	Появление дополнительной прибыли
	Сдача в аренду временно не нужного оборудования	
	Избавление от ненужных производственных фондов	Снижение налогового бремени
Увеличение амортизационных отчислений за счет снижения налогооблагаемой прибыли	Увеличение фонда развития производства за счет уменьшения налогов на прибыль	

Поступление в фонд развития производства денежных средств, предполагает покрывать затраты на обновление и покупку новых видов оборудования, улучшений условий труда, приобретения и обновления оргтехники.

Фонд социального развития в основном предназначен для покрытия расходов на «не заработанную» заработную плату и, если возникает

необходимость, на чисто символическую помощь персоналу предприятия, а также на некоторые затраты, связанные с праздниками, днями рождения, юбилеями и т.д.

Необходимо каждый год проводить анализ проделанных мероприятий по совершенствованию труда и производства и делать выводы об их эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнены все разделы для осуществления разведочно-эксплуатационного бурения. В геологическом разделе произведено описание географо-экономических характеристик и геологических условий данного участка.

В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, произведен выбор технологии и техники для сооружения водозаборной скважины для снабжения водой поселка геологов Томского района. В работе представлено описание буровой установки УРБ-3А3 и используемого бурового оборудования, а также выполнены расчеты режимных параметров бурения. Произведены все проверочные расчеты выбранного бурового оборудования.

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

В специальной части проекта были рассмотрены и определены рациональные методики вскрытия и освоения водоносного горизонта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сооружение, эксплуатация и ремонт водозаборных скважин: учебное пособие / В.П. Шестеров; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 207 с.
2. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В.Г. Храменков, В.И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
3. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: учебное пособие / С.С. Сулакшин; – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.
4. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / С.С. Сулакшин. – Москва: Недра, 1994 – 432 с.
5. Основы гидрогеологии и инженерной геологии: учебное пособие / А.В. Леонова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 147 с.
6. Методика гидрогеологических исследований: учебное пособие / П.П. Климентов, В.М. Кононов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1989. – 447 с.
7. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду / В.В. Дубровский, М.М. Керченский, В.И. Плохов, В.А. Ряполова, Я.А. Сиднев; Под ред. В.В. Дубровского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, 1972. – 512 с.
8. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения / А.С. Белицкий, В.В. Дубровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, 1974. – 255 с.
9. Бурение и оборудование мелких скважин для водоснабжения / В.В. Дубровский, В.Ф. Карпов. – Москва: Госгеолтехиздат, 1952. – 134.
10. Подготовка водозаборных скважин к эксплуатации / В.А. Романенко. – Ленинград: Недра, 1990. – 119 с.

11. Восстановление производительности водозаборных скважин / В.А. Романенко, Э.М. Вольницкая. – Ленинград: Недра, 1986. – 111 с.
12. Технология вскрытия и освоения водоносных пластов / Г.П. Квашнин. – Москва: Недра, 1987. – 247 с.
13. Водоснабжение: учебник для вузов / Н.М.Абрамов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Интеграл, 2014. – 440 с.
14. Водозаборные скважины с гравийными фильтрами / Г.П. Квашнин, А.И. Деревянных. – Москва: Недра, 1981. – 216 с.
15. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения / А.С. Белицкий, В.В. Дубровский. – Москва: Недра, 1968. – 226 с.
16. Устройство буровых скважин для водоснабжения / А.М. Чалищев. – Москва: Госстройиздат, 1956. – 194 с.
17. Машинист буровой установки: учебное и справочное пособие / А.С. Волков. – ВИЭМС: МПР РОССИИ, 2003. – 640 с.
18. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду / В.В. Дубровский, М.М. Керченский, В.И. Плохов, В.А. Ряполова, Я.А. Сиднев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, – 1972. – 512 с.
19. ГОСТ 12.1.003-74: ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
20. ГОСТ 12.4.125-83: Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
21. ГОСТ 12.1.030-81: Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
22. ГОСТ 12.1.012-90: Вибрационная безопасность. Общие требования
23. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.
24. СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение».
25. СанПиН 2.2.2.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».