

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность: Технология геологической разведки
Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Технология и техника сооружения разведочно-эксплуатационной скважины для водоснабжения мкр. «Радужный» (Томский район)

УДК 550.822.7:622.24:628.31(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Колмаков Даниил Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер Александр Андреевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геолого-методическая часть»

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск 2018

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

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность: Технология геологической разведки

Уровень образования: Специалитет

Отделение школы (НОЦ) нефтегазового дела

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.05.18	Описание теоретической части проекта	50
17.05.18	Выполнение расчетной части проекта	40
30.05.18	Устранение недостатков проекта	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер Александр Андреевич			

СОГЛАСОВАНО:

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

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность: Технология геологической разведки
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Немирович-Данченко

Михаил Михайлович

 (Подпись) (Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Колмаков Даниил Александрович

Тема работы:

Технология и техника сооружения разведочно-эксплуатационной скважины для водо-снабжения мкр. «Радужный» (Томский район)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: участок «Радужный» в поселок Зональная станция
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цехи. 3. Совершенствование гравийной обсыпки продуктивных пластов
Перечень графического материала	1. Обзорная карта. 2. Геологический разрез. 3. Геолого-технический наряд 4. Схема размещения бурового оборудования. 5. Схема гравийного фильтра 6. Техничко-экономические показатели.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Тимофей Васильевич
Социальная ответственность	Задорожная Татьяна Анатольевна

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая Ольга Вячеславовна
--	--------------------------------

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Бер Александр Андреевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Колмаков Даниил Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 223В	ФИО Колмакову Даниилу Александровичу
----------------	---

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Полевые работы на разведочной стадии геологоразведочных работ. Бурение скважины самоходной буровой установкой УРБ-2А2 на участке микрорайона «Радужный», Томский район
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе – Превышении уровня шума и вибрации. Недостаточное освещение рабочей зоны. – Повышенная запыленность и загазованность. – Повреждения в результате контакта с насекомыми. <p style="text-align: center;"><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Движущиеся машины, подвижные части различного оборудования, передвигающиеся объекты, разрушающиеся конструкции. – Электрический ток. – Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. – Аппараты, работающие под давлением.
2. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – Уничтожение и повреждение почвенного слоя. – Загрязнение почвы. – Уничтожение растительности. – Лесные пожары. – Загрязнение подземных вод
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера. Одной из самых распространенных являются пожары. Мероприятия по пожарной безопасности
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<ul style="list-style-type: none"> – Специальные правовые нормы трудового законодательства. – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Колмаков Даниил Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Колмакову Даниилу Александровичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образова- ния	Специалитет	Специальность	Технология геологиче- ской разведки

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсо-сбережение»:

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Колмаков Даниил Александрович		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<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 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
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 глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Оглавление

РЕФЕРАТ	14
ABSTRACT.....	15
ВВЕДЕНИЕ.....	16
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
1.1. Географо-экономическая характеристика района работ	17
1.1.1. Административное положение района	17
1.1.2. Рельеф.....	18
1.1.3. Климат	19
1.1.4. Растительность. Животный мир	19
1.1.5. Гидросеть	20
1.1.6. Экономическая характеристика района работ.....	23
1.1.7. Пути сообщения	23
1.1.8. Территории природоохранного назначения.....	24
1.2. Обзор ранее проведённых геологоразведочных работ	24
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ	29
1.3.1. Геолого-структурная характеристика.....	29
1.3.1.1. Литологическая характеристика района работ	30
1.3.1.2. Тектоника.....	34
1.3.1.3. Полезные ископаемые	35
1.3.2. Гидрогеологическая характеристика района работ.....	36
1.4. Методика проведения проектируемых геолого-разведочных работ	39
1.4.1. Геологические задачи и методы их решения.....	39

1.4.2. Перечень проектируемых геологоразведочных видов работ.....	40
1.4.2.1. Предполевые работы	40
1.4.2.2. Полевые работы	40
1.4.2.3. Опытнo-фильтрационные работы	40
1.4.2.4. Геофизические исследования в скважинах	42
1.4.2.5. Лабораторные работы.....	44
1.4.2.6. Предварительная обработка материалов.....	45
1.5. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ	45
1.5.1. Методика проведения буровых работ.....	45
1.5.2. Геолого-технические условия бурения скважин. Свойства горных пород. Характеристика разреза.....	46
1.5.3. Подсчет запасов подземных вод	47
1.5.5. Составление окончательного отчета.....	48
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ	50
2.1. Выбор способа бурения и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении	50
2.2. Выбор фильтра	50
2.3. Выбор водоприемного устройства.....	52
2.4. Выбор погружного насоса.....	54
2.4.1. Определение подачи насоса.....	54
2.4.2. Определение требуемого напора насоса.....	55
2.4.3. Динамическая составляющая характеристика.....	56
2.5. Разработка типовых конструкций скважин	60

2.5.1. Определение конечного диаметра скважины и определение глубины спуска.....	63
2.5.2. Интервалы осложнения и выбор мероприятий по их предупреждению	63
2.6. Выбор буровой установки и бурильных труб.....	64
2.6.1. Выбор бурильных труб.....	68
2.6.2. Буровой насос.....	68
2.7. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров.....	69
2.7.1. Проходка горных пород	69
2.7.2. Технология бурения по полезному ископаемому	74
2.7.3. Обеспечение свойств очистного агента в процессе бурения	74
2.8. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважины, сложенных неустойчивыми породами.....	75
2.9. Проверочные расчеты бурового оборудования	76
2.9.1. Кинематики станка. Определение затрат мощности для привода силовой	77
2.9.2. Расчет мощности привода насоса	80
2.9.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты	82
2.9.4. Проверочный расчет бурильных труб	84
2.10. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин.....	90
2.11. Выбор источника энергии.....	94
2.12. Механизация спуско-подъемных операций	95
2.13. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры	96

2.14. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования	97
2.15. Ликвидация скважины.....	98
3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	99
3.1. Введение	99
3.2. Производственная безопасность	99
3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятий по их устранению .	101
3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению .	106
3.3. Экологическая безопасность	109
3.3.1. Воздействие на почвенный покров, растительность и животный мир	111
3.3.2. Рекультивация нарушенных земель.....	111
3.3.3. Воздействие на водные ресурсы	112
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	114
3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	116
3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства...	116
3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	117
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА.....	118
4.1. Организация ремонтной службы.....	118
4.2. Организация энергосбережения	118
4.3. Организация водоснабжения и приготовления буровых растворов	118
4.4. Транспортный цех.....	119
4.5. Связь и диспетчерская служба	119

5. Совершенствование гравийной обсыпки продуктивных пластов .	120
5.1. Основные параметры гравийных фильтров	121
5.2. Классификация способов сооружения гравийных фильтров в скважине.....	124
5.2. 1. Гравийные фильтры, сооружаемые на поверхности.....	125
5.2.2. Гравийные фильтры, сооружаемые на забое	132
5.3. Усовершенствование модели гравийных фильтров.....	133
5.3.1. Выбор и обоснование склеивающих реагентов.....	135
5.3.2. Методика подготовки образцов гравий гильзы	136
5.3.4. Методика испытаний образцов гравий-гильзы	137
5.3.4. Результаты проведенных экспериментов.....	137
ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	139
6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия	139
6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	139
6.2.1. Технический план (таблица видов и объемов проектируемых работ).....	139
6.2.2. Расчет затрат на проектно-сметные работы.....	140
6.2.2.1. Расчет затрат времени и основной заработной платы	140
6.2.2.2. Материалы, основные фонды и амортизация на проектно-сметные работы	142
6.2.3. Расчет затрат на буровые работы	143
6.2.3.1. Расчет затрат времени, труда и заработной платы на выполнение буровых работ.....	143

6.2.3.2. Расчет производительности труда обоснование количества бригад, расчет продолжительности выполнения проектируемых работ	146
6.2.3.3. Материалы, основные фонды и амортизация на буровые работы	147
6.2.4. Основные расходы на проведение работ	149
6.3. Организация, планирование и управление буровыми работами.	149
6.3.1. Календарный план	149
6.4. Организация и управление буровыми работами	150
6.4.1. Режимы работы участков и численность производственного цикла	150
6.5 Заключение по разделу	151
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	152
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	153

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 157 страниц, 39 таблиц, 14 рисунков, 50 источников.

Перечень ключевых слов: разведочно-эксплуатационная скважина, УРБ-2А2, участок «Радужный», вода, гравийный фильтр.

Объектом исследования является участок «Радужный» в пределах поселок Зональная станция Томского района 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.

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

Значимость работы: проведение работ на участке «Радужный» позволит обеспечить добычу подземных вод с целью хозяйственно-технического водоснабжения.

ABSTRACT

Final qualifying work contains 157 pages, 39 tables, 14 figures, 50 sources.

List of key words: exploratory-operation well, URB-2A2, site « Rainbow», water, gravel pack.

The object of the study is the site « Rainbow» in the settlement Zonalnaya station, Tomsk district.

Objective: drafting of drilling exploratory-operation wells; geological study of the object; technology development site works; development of management and organization of work at the facility.

During the design process, the following were selected: selection of drilling equipment; testing calculations of the selected equipment; calculations of regime parameters; analysis of hazards during exploration and their prevention, selection of auxiliary equipment and the organization of work; financial estimates.

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

The main design, technological and technical characteristics: the project provides a complete description of the self-propelled drilling rig UKB-5S and its configuration; the technical characteristics of the components of the drilling rig and the drilling rig as a whole; the composition of the used technological tool is given.

The significance of the work: carrying out works on the site « Rainbow » in the settlement Zonalnaya station, Tomsk district will allow to provide extraction of underground waters for the purpose economic of drinking water supply.

ВВЕДЕНИЕ

Участок строительства разведочно-эксплуатационной скважины расположен: Томская область, Томский район, поселок Зональная станция, микрорайон Радужный. Размещение водозабора предусмотрено схемой планировочной организацией земельного участка. Местоположение определено с учетом размещения всех проектируемых объектов жилого комплекса.

Вода является источником жизни, и как следствие вопрос, связанный с водообеспечением, был актуален с испокон веков. Если издревле для селений выбирались места вблизи естественных источников водоразмещений, то в современном мире актуальным остается вопрос, связанный с применением технологий. Именно применение актуальных технологий решает задачи по обеспечению питьевой и технической водой, как урбанизированного мира, так и небольших поселков, а также мелиорации земель. 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.

Процесс проектирования бурения скважины представляет собой последовательный комплекс 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.

В процессе выполнения данной работы был подробно изучен спецвопрос «Анализ гравийных фильтров, сооружаемых на поверхности» и совместно с научным руководителем предложена модель дезинтегрируемого (самораспадающегося) гравийного фильтра.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономическая характеристика района работ

1.1.1. Административное положение района

В административном положении участок работ располагается на территории микрорайона индивидуальной застройки «Радужный» в поселке Зональная Станция Томского района Томской области, в 4 км в юго-восточном направлении от города Томска является свободной от застройки территории (рисунок 1.1). Численность населения посёлка Зональная Станция составляет 6 720 человек.

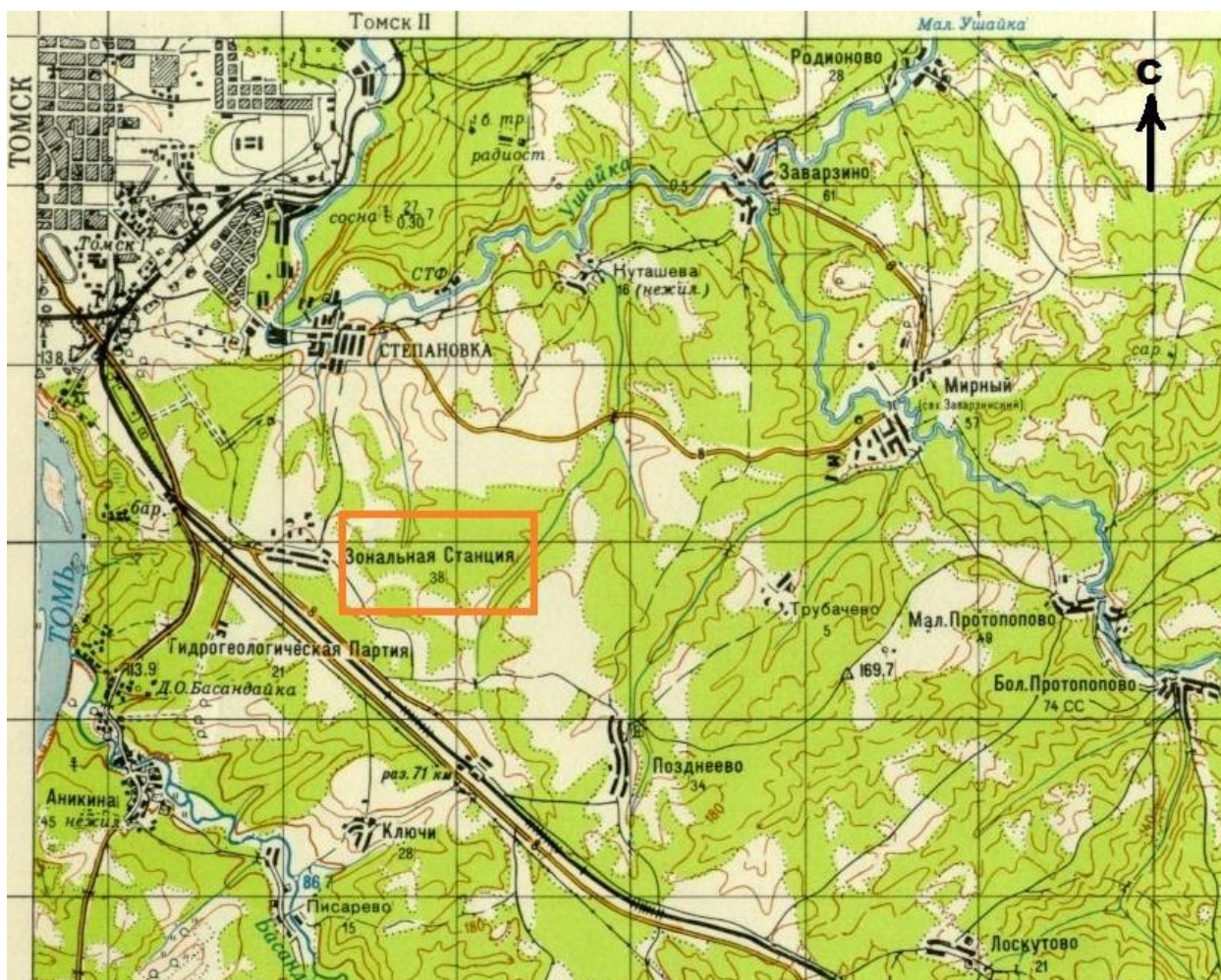


Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ, – участок проведения работ

В 1,5 км западнее участка работ проходит автодорога Томск – Богашево, с северо-восточной стороны на расстоянии 800 м расположен поселок Предтеченск, в 250 м на восток – микрорайон. «Красивый пруд» поселок Зональная Станция. До жилой застройки посёлка Зональная Станция – 1,5 км на северо-запад [1].

1.1.2. Рельеф

Участок проектируемого микрорайона «Радужный» расположен на склоне Томь-Яйского муждуречья и представляет собой озерно-аллювиальную равнину плиоцен-нижнечетвертичного возраста. В геоморфологическом плане территория поселения приурочена к западным склонам Томь-Колыванской складчатой области Кузнецкого Алатау.

Томь-Колыванская складчатая область представляет собой всхолмленную равнину, сформировавшуюся в четвертичное время под действием преимущественно эрозионных процессов с наложенной аккумулятивной деятельностью. В границах поселения рельеф поверхности преимущественно плоско-равнинный с абсолютными отметками от 100 до 173 м. Характерной особенностью рельефа рассматриваемой территории является наличие мезозападин глубиной до 0,5–0,8 м округлой или линейной формы. Эрозионные формы рельефа представлены логами ящикообразной формы [2].

Гидрографическая сеть поселения представлена рекой Ушайка и ее притоками, относящимися к бассейну реки Томь. Река Томь в границы поселения не попадает. Питание рек смешанное, основными источниками являются снеговые, грунтовые и дождевые воды. Характерным для всех рек поселения являются длительный период их замерзания, непостоянство во время начала ледостава и ледохода, изменчивость величины максимального поднятия уровня воды весной, и, следовательно – размеров половодья.

1.1.3. Климат

Климат района континентально-циклонический с продолжительной холодной и снежной зимой, лето короткое теплое. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Характерны возвратные холода и заморозки в мае, иногда в июне.

Снежный покров достигает от 60 до 80 см и держится до начала мая. Число дней со снежным покровом достигает от 183 до 201 дней. Максимальная глубина промерзания грунтов наступает в конце марта и достигает 3,50 м на песках. Минимальная от 0,5 до 0,6 м – на торфяниках. Средняя глубина промерзания от 1 до 2 м.

Среднегодовая температура воздуха отрицательная – 0,5°C. Все сезоны года на территории хорошо выражены. Зима суровая и продолжительная. Средняя температура января – 19,1°C. Абсолютная минимальная температура – 55°C.

Средняя многолетняя норма осадков от 520 до 540 мм. По количеству атмосферных осадков территория относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения [3].

1.1.4. Растительность. Животный мир

На данной территории, незастроенного участка микрорайона «Радужный» преобладают в основном сельскохозяйственные угодья. На севере поселения смешанные, хвойные и лиственные леса. Среди растений в Томской области встречаются: сосна, кедр, пихта, лиственница и ель. Эти породы деревьев составляют около 60 процентов всей площади. Имеются и берёзы, осины, ива и тополь. Эти породы зачастую образуют целые леса, характеризующиеся обширностью и протяженностью. Поблизости леса, на верхних ярусах уютно расположены ягоды: черёмуха, калина, бузина, жимолость и рябина. Редкой ягодой здесь считается краснотал, она произрастает лишь в отдельных зонах [1].

Есть и другие ягоды, обладающие полезными свойствами: черника, клюква, брусника, смородина, голубика, а также морошка, малина, клубника. В отдельных районах растёт толокнянка, черемша, щавель, дикий лук. Томская область богата грибами. В Томской области находится одно из крупных в мире болот, которое носит название Васюганское. На болотистых местностях иногда можно встретить редкие виды лекарственных растений, такие как ромашка и зверобой. Полезными целебными свойствами также обладают одуванчики, мята и календула. Все эти растения встречаются на территории Томской области в достаточно малых количествах [3].

Основными представителями животных в Томской области являются медведи, зайцы, копытные и водоплавающие. Всего территорию области населяют около 30 видов млекопитающих, а также 40 видов разнообразных птиц. Среди самых распространённых в краях Томска встречаются: глухарь, тетерев и рябчик. Уникальность представляют речные утки – чирки, которые обычно обитают в стоячих водоёмах [1].

Ещё одним представителем утиных является кряква, также обитающая вблизи водоёмов. Кроме того, лесную местность населяют лисица, соболь, белки. Частыми обитателями здесь является лось, росомаха, белка и бурый медведь. Разнообразие птиц представлено такими популярными видами как глухарь, рябчик и тетерев. На болотах можно встретить сибирскую лягушку и жабу.

1.1.5. Гидросеть

Гидрографическая сеть Зональненского сельского поселения представлена рекой Ушайка и ее притоками, относящимися к бассейну реки Томь.

В целом, реки, в районе исследуемой территории, отличаются большой извилистостью, малым падением, незначительными уклонами, медленным течением.

Медленное таяние снега в лесах, обилие болот делают реки полноводными в течение длительного времени, весеннее половодье растягивается более чем на 2 месяца. Высокий уровень рек поддерживается и обильными дождями. Питание рек смешанное, основными источниками являются снеговые, грунтовые и дождевые воды [4].

Стоковый режим

В питании рек участвуют талые воды сезонных и высокогорных снегов, осадки и подземные воды. Основным источником питания являются зимние осадки, которые формируют от 60 до 90% годового стока.

По характеру водного режима реки относятся к типу рек с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года.

Основной фазой водного режима рек является половодье, в период которого проходит от 60 до 90% годового стока, а также наблюдаются максимальные расходы и наибольшие уровни воды.

Половодье

Начало половодья приходится на конец апреля – начало мая. Средняя продолжительность половодья – от 83 до 140 дней. Основным источником питания рек в период половодья являются осадки. Суммарный слой весеннего стока в основном определяется величиной поверхностного притока талых вод. Снеговой сток составляет от 75 до 100% годового, дождевой – от 0 до 10%, грунтовый – от 0 до 20%.

Летне-осенняя межень

После прохождения половодья на реках территории на 3 месяца (с июня по октябрь) устанавливается летне-осенняя межень. Летне-осенняя межень почти ежегодно нарушается прохождением дождевых паводков. Летние паводки начинаются еще на спаде половодья и продолжаются до начала ледовых явлений. Наименьшие расходы за период летне-осенней межени наблюдается в августе – сентябре.

Зимняя межень

Зимняя межень устанавливается в конце октября – начале ноября и продолжается до начала подъема половодья. Наименьшие расходы воды за период межени наблюдаются, как правило, в конце периода. Водный режим рек в период зимней межени находится в тесной связи с режимом грунтовых вод и ледовым режимом на реках. Реки характеризуются устойчивым ледоставом.

Уровенный режим

Весенний подъем уровня воды начинается в конце апреля.

Наибольшая интенсивность подъема уровней при высоком половодье составляет 80 см/сут., при низком – 50 см/сут. Спад половодья происходит более медленно. Наибольшая интенсивность спада при высоком половодье от 20 до 60 см/сут., а при низком – от 10 до 50 см/сут.

Затяжной спад, захватывающий первую половину лета, и выпадение летне-осенних дождей обуславливают высокие уровни межени. Наинизшие уровни чаще наблюдаются в середине сентября. Амплитуда их колебания изменяется в среднем в пределах от 0,60 до 1,80 м.

Уровни зимней межени являются самыми низкими в году. Наиболее низкие уровни воды наблюдаются во второй половине зимы, как правило, в феврале – марте. Высота их в среднем на от 4 до 25 см ниже наинизших летних.

Температурный режим

Средняя многолетняя температура воды рек за теплый период (апрель – октябрь) в среднем составляет 9,5°C. Переход температуры воды через 0,2°C весной происходит в первой декаде мая. Наивысшая температура наблюдается в июле, средние месячные значения – от 16 до 18°C [1].

В августе начинается понижение температуры воды, в результате которого месячная температура в сентябре на реках составляет от 9 до 11°C.

В октябре в связи с дальнейшим охлаждением температура воды в реках падает до 5°C, оставаясь, однако, до конца периода, свободной ото льда, выше температуры воздуха на 2°C.

Переход температуры воды через 0,2°C происходит в конце октября – первых числах ноября.

Ледовый режим

Ледостав в среднем наступает в начале ноября. Максимальная толщина ледового покрова достигает величины 107 см. Толщина льда к началу ледохода уменьшается до 50 см. Весенний ледоход начинается в среднем 8 мая и продолжается 6 дней. Полное очищение ото льда происходит в середине мая.

В гидрохимическом отношении речные воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые, нейтральные, в летний период слабощелочные

1.1.6. Экономическая характеристика района работ

Близость участка работ к урбанизированному району обуславливает в целом высокое развитие инфраструктуры, дорожных сетей и наличие постоянно проживающего населения. На территории Зональненского сельского поселения постоянно функционируют различные промышленные предприятия и объекты торговли, также в непосредственной близости от водозаборных сооружений находится зона жилой застройки [4].

1.1.7. Пути сообщения

Транспортные условия района благоприятные: имеется железная дорога, разветвленная сеть асфальтированных и грунтовых дорог, ЛЭП, газо- и нефтепроводов.

С городом Томском участок связан асфальтированной дорогой [3].

1.1.8. Территории природоохранного назначения

Природные, экономические, исторические, культурные объекты, которые представляли бы высокую экономическую, экологическую, рекреационную ценность, а также особо чувствительные (уязвимые) природные зоны или объекты (природные, культурные и т. п.) в непосредственной близости от объекта отсутствуют.

1.2. Обзор ранее проведённых 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 [1].

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 1949 г. – 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 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 съемки, результаты которых послужили основой для постановки на втором этапе поисково-разведочных и специализированных исследований различного целевого назначения [4].

При проведении первых полистных (0-45-XXV, XXVI, XXXI, XXXII) среднемасштабных геологических съемок 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 с 1963 по 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 [2].

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 с 1976 по 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 [3].

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 до изучением площади листа 0-45-XXXI, проведенные Южным отрядом ТГРЭ в 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.

С 1959 по 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 [4].

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 года 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 тысяч 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 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 города 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-олигоценных отложений Наумовского месторождений [3].

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 году. 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 года 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 подземных вод различных водоносных горизонтов, которая до 1975 года, в основном, состояла из одиночных скважин. С 1994 года ведением режимных наблюдений и обработкой их результатов занимается Территориальный центр Томскгеомониторинг. В выпускаемых отчетах (ежегодниках и сводных за пятилетие), а с 1995 года – 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 [4].

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 [1].

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 [2].

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 (C1lg) толщи. Томско-Ельцовская фациальная зона представлена басандайской свитой (C1-2bs) (рисунок 1.2). Отложения каменноугольной системы обнажаются в правом борту реки Томи и в нижнем течении ее правых притоков. Общая их мощность, по гравиметрическим данным и геологическим построениям, не менее 3 км [4].

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 700 м.

Басандайская свита (C1-2bs)

Согласно залегает на отложениях лагерносадской свиты. Ее отложения имеют выходы на дневную поверхность в правом борту реки Томи выше и ниже устья реки Басандайка. В составе свиты наблюдаются песчаники и алевриты с пропластами углистых сланцев и, редко, каменного угля. Мощность басандайской свиты более 1000 м.

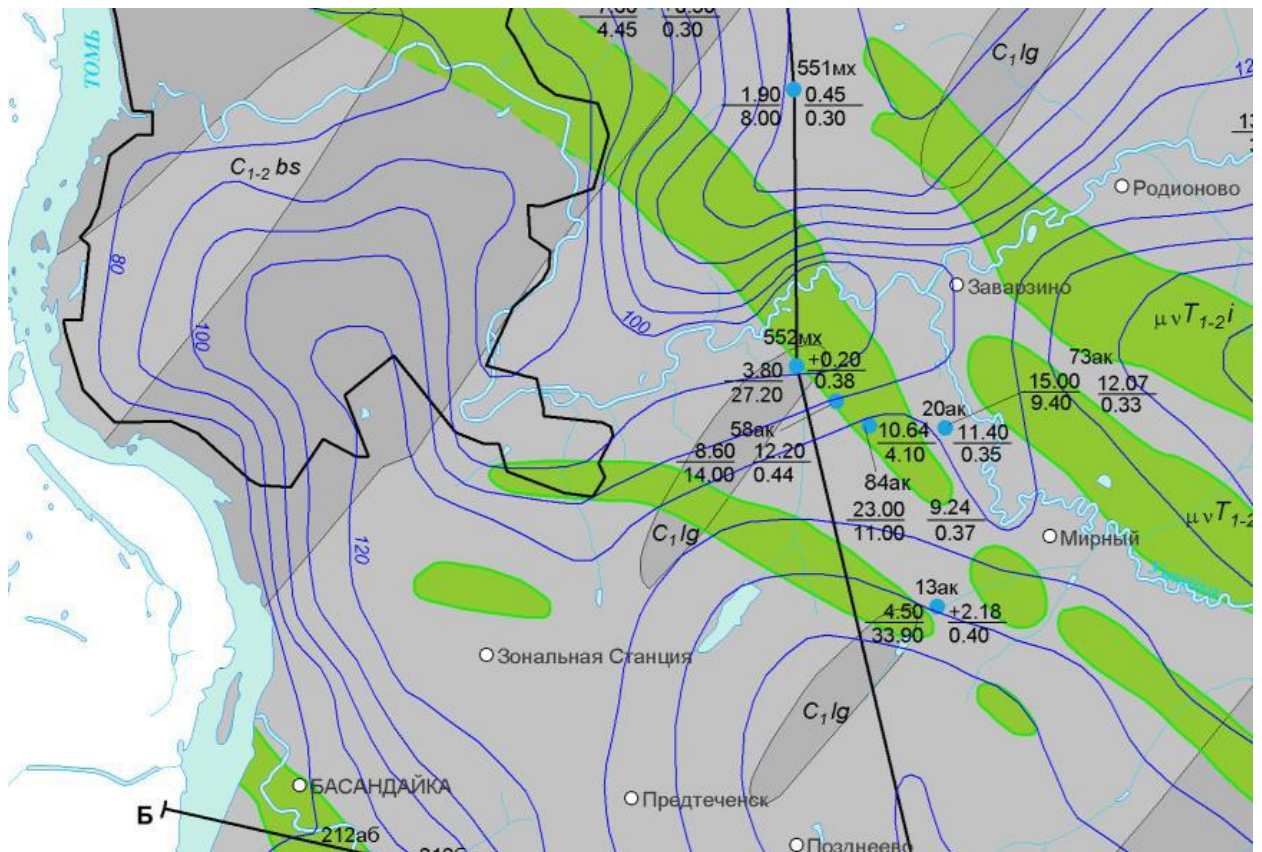


Рисунок 1.2 – Схема Лагерносадской толщи (C_1lg) и Басандайской свиты (C_{1-2bs}). Масштаб 1:100000

Кора выветривания (K-P)

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 (рисунок 1.3).

Кочковская свита

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

Нижнекочковская подсвита

Нижнекочковская подсвита (aN2кc1) сложена, преимущественно, песчано-гравийно-галечниковым аллювиальным материалом разнообразного петрографического состава с редкими тонкими прослоями суглинков и глин. Максимальная мощность подсвиты, достигает 14 м.

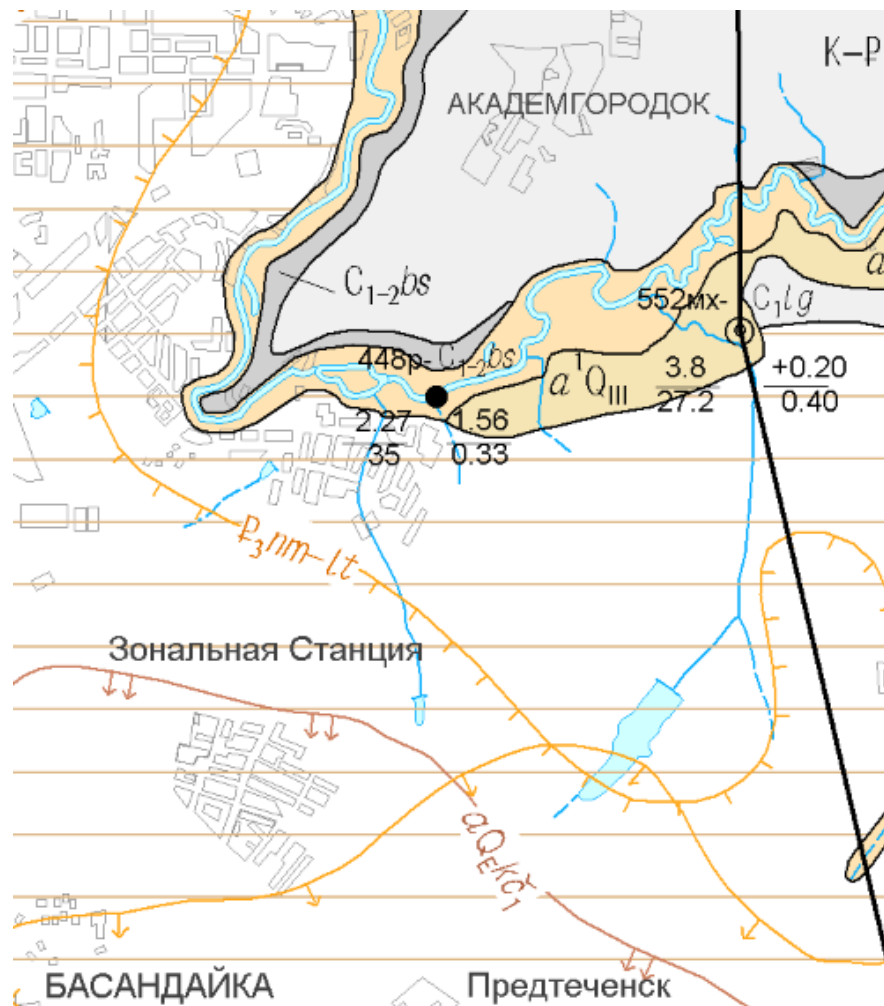


Рисунок 1.3 – Схемы коры выветривания (К-Р), неогеновая и четвертичные системы (N-Q). Масштаб 1:100000

Верхнекочковская подсвита (IaQEкс2) перекрывается отложениями федосовской свиты, а также покровными верхненеоплейстоцен-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 [1].

Федосовская свита (IaQI-IIfd) перекрывает кочковские отложения. На правом берегу р. Томи отложения представляют собой синевато-серые супеси, илистые суглинки и глины с маломощными прослоями илистого тонкозернистого песка. Мощность федосовской свиты примерно 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 субаэральные отложений, в среднем, составляет примерно 7 м. Характеристика геолого-литологического строения района приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристика геолого-литологического строения

Стратиграфические горизонты	Литологический состав	Мощность отл., м	Площадь распространения	Примечание
1	2	3	4	5
Каменноугольные отложения, С				
Нижний отдел С ₁	Отложения палеозойского фундамента – элювий глинистых сланцев, песчаников, аргиллитов	более 100	повсеместно	заклучен водоносный горизонт, используемый для ХПВ населенных пунктов поселения

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5
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 _{2II}	Аллювиально-озерные пески пылеватые		в пределах водо- разделов	
Эоцен-олигоценые - Юрковская свита Р _{2,3}	глины	0-9		
Олигоценые -Но- вомихайловская - Лагернотомская свиты Р _{3 lt} -Р _{3 nm}	пески р/з	28-48		
	аллювиально-озерные пески с гравием, галь- кой, глины	10 - 20		
Неогеновая, N				
Неогеновая, N - Кочковская свита N _{2kc}	суглинки, глины, пески с гравием, галь- кой	15-25	в пределах водо- разделов	
Четвертичная, Q				
Четвертичная, Q Средне-верхнечет- вертичные -тайгинская свита, IaQ _{2tg}	- суглинки, супеси с прослоями песков - лессовидные су- глинки	5-14	в пределах водо- разделов, их склонов	
- субаэральные от- лож. склонов водо- разделов		2-3 - 5		
Современные - пойменные отложе- ния aQ ₄	песч.-гравийн., су- глинки, торф, илы насыпной грунт (пески, суглинки), стр. мусор	2-3 до 10-15	долины рек	Являются ос- нованиями фундаментов зданий и со- оружений
- техногенные грунты		0-7	локально	

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, сло-

женная преимущественно глинистыми породами, нивелирует неровности рельефа и складки палеозойских пород. Мощность рыхлых отложений варьирует от первых метров до первых десятков метров [3].

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 [4].

Впоследствии в мезозойско-кайнозойское время происходило формирование коры выветривания пород палеозойского фундамента с одновременным разрушением замков антиклинальных и крыльев синклиналиных 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 [2].

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 обоих 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 [4].

Слабоводоносный локально-водоносный неоген-четвертичный комплекс ($Q_{Ekc} + 1Q_{I-II}fd$) 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 9,4 м. Водоносность этих отложений низкая. Дебиты водопунктов составляют сотые доли литра в секунду. Воды преимущественно гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые с минерализацией от 0,3 до 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 [2].

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, уровни 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 от 0,2 до 0,8 г/дм³, от нейтральных до слабощелочных (рН от 7,0 до 8,6), от умеренно жестких до жестких (от 3,8 до 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 реки 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 от 7,0 до 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 1.2 приводятся сведения по основным водоносным горизонтам и комплексам.

Таблица 1.2 – Сведения по основным водоносным горизонтам

Наименование водоносного горизонта (ВГ, ВК)	Распространение	Глубина залегания/ мощность, м	Уд. дебиты, л/сек	Использование
1	2	3	4	5
- ВГ типа «верховодки»	практически повсеместно	от 0 до 10/ до 5	незначительные	в ХПВ не участвуют
ВГ в неогеновых отложениях N2кс	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, С1	повсеместно	до 120 и глубже /вскр. более 70	от 0,08 до 0,29	используется для ХПВ населенных пунктов: д. Зональная Станция, д. Позднеево

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 микрорайона индивидуальной застройки «Радужный» в посёлке Зональная станция Томского района 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 пред-полевые, полевые и лабораторные исследования, а также камеральную обработку полученных материалов с составлением окончательного отчета и комплекта графических приложений к нему [2].

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. Опытные-фильтрационные работы

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

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 [5].

Подготовка к прокачке скважины

Прокачка скважин выполняется эрлифтом, смонтированным по центральной схеме при помощи компрессора НВ-10. Для прокачки скважин предусматривается использовать водоподъемные трубы D 89 мм, воздухоподающие – 25 мм. Длина труб по 5 м. Водоподъемные трубы при прокачке опускаются до забоя. Все откачки предусматривается выполнить насосами ЭЦВ. Длина водоподъемных труб по 5 м.

Опытные откачки

Опытные откачки являются основным видом гидрогеологических работ, позволяющим более точно определить фильтрационные характеристики водоносного комплекса и спрогнозировать понижение уровня в эксплуатационных скважинах во времени.

Опытные откачки будут проводиться в разведочно-эксплуатационных скважинах поочередно. В процессе откачки вторая разведочно-эксплуатационная и поисковая скважины будут использоваться в качестве наблюдательных для того, чтобы можно было правильно рассчитать коэффициент пьезопроводности, учесть сопротивление фильтра скважины и призабойной зоны, а также получить данные о срезках уровня. Опытные откачки для установления зависимости между дебитом и понижением проводятся на 2 понижения уровня с разным дебитом. Для получения данных для расчета коэффициента пьезопроводности откачку в напорных водоносных горизонтах следует проводить в течение 5 суток на каждое понижение.

Откачки проводятся по общепринятой методике. Частота замеров уровня подземных вод при опыте дифференцирована: первые 5 мин через 1 минуту, 5 замеров через 2 минуты, 5 замеров через 5 минут, 2 замера через 10

минут, 2 замера через 30 минут. Затем каждый час до стабилизации динамического уровня. После окончания откачки измеряют восстановление уровня по вышеприведенной схеме до полного его восстановления. Результаты опыта фиксируются в журнале откачки. Замеры уровней воды в скважинах при выполнении откачек будут выполняться электроуровнемером, дебита – объемным способом с использованием мерной емкости объемом не менее 200 л [5].

Прокладка и разборка временного водопровода

Для предотвращения затопления и оледенения подъездных путей к буровым площадкам и стабильного качества выполнения опытно-фильтрационных работ, необходима прокладка временного водоотвода из труб диаметром 108 мм от каждой скважины на расстояние 100 м в сторону понижения рельефа.

1.4.2.4. Геофизические исследования в скважинах

В скважинах в целях уточнения литологических границ, выделения наиболее водообильной части вскрытого разреза, общего дебита и распределения его по интервалам, выделения зон трещиноватости и дробления [6].

Гамма-Каротаж(ГК)

Гамма-Каротаж(ГК) исследует естественную радиоактивность горных пород по стволу скважины для уточнения литолого-петрографического разреза. Скорость перемещения скважинного прибора не более 500 м/час. Регистрация диаграмм ГК производится в масштабе 1:200. Точность измерений оценивается по контрольным замерам, произведенным в наиболее дифференцированной части кривой. Повторная запись выполняется в объеме 10 %. Погрешность контроля не должна превышать 3 %. При выявлении радиоактивных аномалий, активность которых выше 30 мкР/час, предусматривается их детализация [7].

Метод кажущегося сопротивления (КС)

Метод КС выполняется с целью изучения геоэлектрического разреза для уточнения литолого-петрографического разреза и выделения зон трещиноватых пород, характеризующихся более низкими сопротивлениями. Для исследований используются зонды N2,0 M0,25A и N0,95 M0,1 A. Точность измерений должна контролироваться путем выполнения повторной записи в наиболее дифференцированной части разреза. Погрешность измерений не должна превышать 10 %. Масштаб регистрации записи 1:200, при скорости зонда не более 1000 м/час [6].

Кавернометрия (КВ)

Кавернометрия предусматривается для установления истинного диаметра скважин, выделения кавернозных зон и зон интенсивной трещиноватости пород. Масштаб глубин – 1:200. Настройка кавернометра производится на каждой скважине с использованием градуировочных колец, до и после проведенных работ. Погрешность измерений не должна превышать ± 5 %. Скорость перемещения скважинного прибора – не более 1000 м/час. При проходке трещинных коллекторов дополнительно выполняются методы резистивиметрии и расходомерии [7].

Резистивиметрия (РЗМ)

Резистивиметрия выполняется в поисковой скважине с целью оценки фильтрационных свойств пород, выделения интервалов притоков и поглощения воды. Предусматривается не менее 6 записей, включая фоновую. После подготовки скважины записывают кривую R_c , соответствующую естественной минерализации бурового раствора. Затем проводят «засолку» скважины, сразу после чего записывают контрольную кривую R_k , по которой судят о равномерности «засолки» и качестве подготовки скважины. Через определенные промежутки времени (выбранные опытным путем: от 10 мин до 1 часа) запи-

сываются 5 кривых P_c , на которых интервалы притока пресных вод отмечаются постепенным увеличением сопротивления. Скорость передвижения прибора по скважинам не должна превышать 600 м/час. Масштаб записи 1:200.

Расходометрия (РМ)

Расходометрия прямой метод исследования фильтрационных свойств пород. В процессе бурения метод расходометрии позволяет установить интервалы и удельную поглощающую способность пласта, что особенно важно при исследовании зон поглощения промывочной жидкости. Этот метод дает возможность выделить не только поглощающие пласты, но и участки, где происходит поступление пластовой воды в скважину. Скважинные расходомеры регистрируют скорость движения потока промывочной жидкости или пластовой воды в скважине. Исследования проводят при доливе (постоянном или разовом) воды в скважину. Интерпретация данных расходометрии более достоверна, если поддерживается постоянная депрессия на пласт. При откачке скважинная расходометрия позволяет оценить интенсивность водопритоков отдельных пластов или участков [6].

1.4.2.5. 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 1.3.

Таблица 1.3 – Перечень показателей и компонентов, определяемых в пробах воды

Вид анализа	Количество проб	Объём пробы, л
Общий химический анализ		
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
Микрокомпоненты		
Al, Ba, Be, B, Cd, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Hg, Pb, Se, Sr, F, Zn	8	0,5
Специфические компоненты		
Нефтепродукты	8	1,0
Фенольный индекс	8	0,5
СПАВ	8	0,5

1.4.2.6. Предварительная обработка материалов

Данный вид работ заключается в обработке результатов полевых и лабораторных исследований.

Обработка результатов полевых работ включает в себя построение хронологического графика хода откачки и восстановления уровня подземных вод, графиков временного прослеживания по зависимости $S - f(lgt)$ и расчет гидрогеологических параметров по данным опытных работ.

Обработка лабораторных работ заключается в подготовке табличного материала по результатам аналитических исследований подземных вод.

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. Скважина будет строиться в два этапа, так как является разведочно-эксплуатационной и подразумевает под собой и отбор керна, и установку эксплуатационного оборудования [5].

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

Типовой геологический разрез представлен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Обобщенная геологическая модель скважины

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
1aQ _{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
K2-P	Кора выветривания глинистых сланцев – глины, суглинки	64	70	6	IV
C1	Элювий глинистых сланцев, песчаников, аргиллитов	70	120	50	IV

1.5.3. Подсчет запасов подземных вод

Для подсчета запасов подземных вод предполагается использовать геофильтрационную модель исследуемого района. Создание и дальнейшее использование модели предусматривает выполнение следующих работ:

- создание геофильтрационной модели;
- калибровка геофильтрационной модели;
- решение прогнозных задач геофильтрации;
- обработка результатов моделирования.

Создание геофильтрационной модели.

Математическое моделирование будет проводиться в среде Groundwater Modeling System (GMS) с помощью расчетных модулей программы Modflow, предназначенной для решения фильтрационных и миграционных гидрогеологических задач.

При базовом масштабе 1:25000 модель будет иметь площадь 4 дм². Сеточная модель будет иметь в плане неравномерный шаг разбивки с размером ячеек от 5×5 м – в местах расположения фильтров скважин до 100×100 м на границах модели.

Модель однослойная. Для водоносного слоя производится задание матриц коэффициентов фильтрации и емкости, уровней подземных вод, интенсивности инфильтрационного питания.

Калибровка геофильтрационной модели

Калибровка геофильтрационной модели проводится с целью оценки ее соответствия природной обстановке. При калибровке проводится уточнение фильтрационных и емкостных параметров, заложенных в модель, с учетом их плановой неоднородности, характера заданных на модели граничных условий и распределения инфильтрационного питания. Соответствие модели натуре проводится путем сравнения пьезометрических напоров в соответствующих точках модели и природной обстановки.

Решение прогнозных задач геофильтрации

Решение прогнозных задач геофильтрации в имитационной постановке проводится при различных величинах нагрузок на проектные эксплуатационные скважины, которые будут располагаться на перспективных участках, определенных в ходе поисковых работ. Решается задача гидродинамической оптимизации дебитов проектных водозаборных скважин при заданных ограничениях на допустимые понижения с целью максимизации водоотбора.

1.5.5. Составление окончательного отчета

Отчетные материалы подготавливаются в соответствии с требованиями к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов питьевых, технических и минеральных подземных вод текстовая часть отчета будет иметь следующую структуру:

- введение;
- общие сведения о районе работ;
- виды и методика проведения геологоразведочных работ;
- технология проведения основных видов геологоразведочных работ;
- характеристика качества подземных вод;
- природная гидрогеологическая модель участка недр;
- подсчет запасов подземных вод;
- рекомендации по дальнейшей эксплуатации водозаборных сооружений;
- заключение.

К отчету составляются следующие табличные приложения:

- результаты аналитических исследований подземных вод;
- результаты опытных работ;

- данные по водозаборным скважинам;
- данные о водоотборе.

При составлении и оформлении графических материалов будет применен специализированный программный продукт для картосоставительских работ – комплекс ГИС (*ArcGIS*).

Отчет сопровождается следующими иллюстрациями и графическими материалами:

- обзорная карта района работ, масштаб 1:500 000;
- тектоническая схема района работ, масштаб 1:1 000 000;
- карта фактического материала, масштаб 1:25 000;
- гидрогеологическая карта и гидрогеологический разрез участка работ, масштаб 1:25 000;
- план подсчета запасов подземных вод, масштаб 1: 25 000;
- лист откачки.

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

2.1. Выбор способа бурения и способа удаления продуктов разрушения пород при бурении

Выбор способа бурения, а также типа буровой установки зависит от степени характеризуют основные технико-экономические и качественные показатели выполняемых работ [8].

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 [9].

2.2. Выбор фильтра

При необходимости использования водоприемной части с фильтром требуется подобрать такой фильтр, который бы соответствовал рекомендациям (таблица 2.1) в зависимости от характера пород, слагающих водоносный горизонт, и произвести расчет его параметров (длину и диаметр рабочей части, отстойника и надфильтровой трубы). В таблице 2.1 представлены условия применения фильтров различных типов [8].

Таблица 2.1 – Условия применения фильтров различных типов

Водосодержащие породы	Рекомендуемые типы фильтров
1	2
Скальные и полускальные устойчивые породы	Фильтры не устанавливаются
Скальные и полускальные неустойчивые породы Гравийно-галечниковые отложения с крупностью частиц от 20 до 100 мм (> 50 вес,%)	Трубчатые фильтры с круглой и щелевой перфорацией Каркасно-стрежневые фильтры

Продолжение таблицы 2.1.

1	2
Гравий. Гравелистый песок с крупностью частиц от 1 до 10 мм с преобладающей крупностью от 2 до 5 мм (>50 вес,%)	Трубчатые и стреловидные каркасы с водоприемной поверхностью из проволоки или без нее. Трубчатые и стреловидные каркасы с водоприемной поверхностью из проволоки или штампованного листа
Пески среднезернистые с преобладающей крупностью частиц 0,25...0,5 мм (>50 вес,%)	Гравийно-обсыпные фильтры с уширенным контуром. Возможно применение двухслойных фильтров
Пески мелкозернистые с преобладающей крупностью частиц 0,1...0,25 (>50 вес,%)	Гравийно-обсыпные фильтры с уширенным контуром. Возможно применение двухслойных обсыпок и блочных фильтров
Пески различной зернистости при наличии кровли	Бесфильтровая скважина

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 водопропускную 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 проволоочной обмотки [10].

Длина рабочей части фильтра:

$$L_{\phi} = \frac{Q}{\pi D_{\phi} \times v_{\phi}}, \quad (2.1)$$

где Q – проектный дебит, м³/сутки;

V_{ϕ} – допустимая скорость фильтрации, м/сутки;

D_{ϕ} – диаметр фильтра, м.

$$V_{\phi} = 65 \sqrt[3]{K_{\phi}}, \quad (2.2)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сутки (для песчаников, аргиллитов принимаем равным 15).

$$L_{\phi} = \frac{240}{3,14 \times 0,114 \times 160} = 4,2 \text{ м.}$$

$$V_{\phi} = 65 \sqrt[3]{15} = 160 \text{ м/сутки.}$$

2.3. Выбор водоприемного устройства

Для водоснабжения микрорайона «Радужный» будет использоваться водонапорная башня конструкции Рожновского (ВБР). Башня Рожновского – это столбчатая водонапорная башня, которая представляет собой цельносварную металлическую конструкцию. Она состоит из полый опорной колонны и накопительной емкости, которая устанавливается на специально подготовленное железобетонное основание. Снаружи башни устанавливается металлическая лестница с ограждением, обеспечивающая доступ к смотровому люку в верхней части накопительной емкости. Внутри башни находятся подводящий, отводящий и переливной трубопроводы, выходящие через фундамент к колодцу с запорно-регулирующими устройствами [11].

Исходя из условий водоснабжения на моем участке, мной был выбрана башня ВБР-25, техническая характеристика башни представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика ВБР-25

Наименование	Высота опоры, м	Диаметр опоры, мм	Высота бака, м	Высота башни, м	Масса башни, тн
ВБР-25	12	1020	4,5	16,5	4,6

Схема установки башни Рожновского представлена на рисунке 2.1.

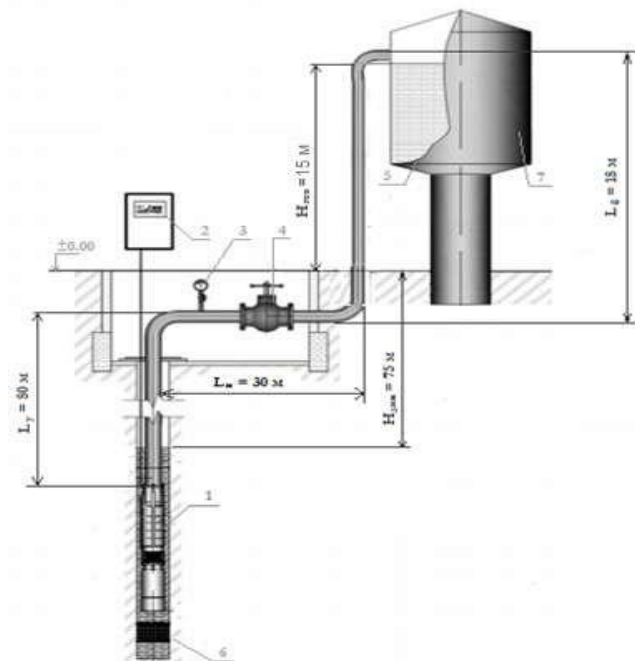


Рисунок 2.1 – Схема скважины с трубопроводом и водоприемной башней:

- 1 – скважинный насос; 2 – станция управления и защиты; 3 – манометр;
 4 – задвижка; 5 – водонапорная башня; 6 – фильтр скважины;
 7 – водонапорная конструкции Рожновского; $H_{гео}$ – высота от устья скважины до максимального уровня в напорной емкости, м;
 $H_{дин}$ – динамический уровень скважины, м; L_y – длина трубы от скважинного насоса до устья, м; L_n – длина трубы от устья до водонапорной башни, м;
 L_b – длина трубы от земной поверхности до сливной отверстия водонапорной башни, м

Преимущества башни Рожновского:

- простота конструкции;
- быстрый монтаж;
- увеличенный запас воды, обеспечиваемый за счет полой конструкции опорной колонны, представляющей собой дополнительную емкость для хранения воды.

2.4. Выбор погружного насоса

Для выбора насоса необходимо знать:

1. Дебит скважины ($5\text{ м}^3/\text{час}$).
2. Динамический уровень воды в скважине (48 м).
3. Статический уровень воды в скважине (39 м).
4. Потребность в воде для данного объекта ($50\text{ м}^3/\text{сут}$).

2.4.1. Определение подачи насоса

Электронасос для скважины необходимо подбирать таким образом, чтобы дебит скважины превышал номинальную подачу насоса не менее чем на 25 %.

2.4.1. Определение подачи насоса,

В таблице 2.3 приведены подачи насоса в зависимости от дебита скважины [8].

Таблица 2.3 – Выбор подачи насоса в зависимости от дебита скважины [6]

Дебит скважины $\text{м}^3/\text{ч}$	Производительность насоса $\text{м}^3/\text{ч}$													
	1	2,5	4	6,5	10	16	25	40	65	100	120	160	210	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1,3...3														
3...5														
5...8														
8...12														
12...20														
20...30														
30...50														
50...80														
80...125														

Продолжение таблицы 2.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
125...150														
150...200														
200...260														
260...350														
350...450														

Исходя того, что дебит скважины равен 5 м³/ч, выбираем производительность насоса в соответствии рекомендации в таблицы 2.3. Производительность насоса равна 4 м³/ч.

2.4.2. Определение требуемого напора насоса

Статическая составляющая в зависимости от схемы установки определяется геометрической высотой подъема воды относительно динамического уровня скважины и геометрической высотой приемного резервуара. В случае, когда насос работает на пневмогидравлический бак или сборный водовод, необходимо учитывать противодействие в системе [8].

Статический напор определяется по формуле [1]:

$$h_{ст} = H_{дин} + H_{гео} + \frac{P_{бака}}{p \cdot g}, \text{ м} \quad (2.3)$$

где $H_{дин}$ – динамический уровень скважин, м;

$H_{гео}$ – высота от устья скважины до максимального уровня воды в напорной ёмкости, м;

$P_{бака}$ – давление в баке, Па ($1 \text{ кгс/см}^2 \approx 10^5 \text{ Па}$);

p – плотность воды, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

$H_{дин} = 48 \text{ м}$; $H_{дин} = 15 \text{ м}$ (определяется по схеме участка рисунок 2.1);

$p = 1000 \text{ кг/м}^3$; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; для бака, находящегося под атмосферным давлением $P_{бака} = 0$

$$h_{\text{ст}} = 48 + 15 + \frac{0}{1000 \cdot 9,8} = 73 \text{ м.}$$

2.4.3. Динамическая составляющая характеристика

Динамическая составляющая характеристики сети определяется потерями напора в трубопроводе. Потери напора $h_{\text{дин}}$ определяются по формуле:

$$h_{\text{дин}} = h_{100} \cdot \frac{L_{\text{факт}}}{100} + \Delta h, \text{ м,} \quad (2.4)$$

где h_{100} – потери по длине трубопровода на 100 м трубы, м;

$L_{\text{факт}}$ – фактическая длина трубы, м;

$$L_{\text{факт}} = L_y + L_n + L_б, \text{ м,} \quad (2.5)$$

где L_y – длина трубы от скважинного насоса до устья, м;

L_n – длина трубы от устья до водонапорной башни, м;

$L_б$ – длина трубы от земной поверхности до сливного отверстия водонапорной башни, м.

$L_y = 55$ м; $L_n = 30$ м; $L_б = 18$ м;

$$L_{\text{факт}} = 55 + 30 + 18 = 103, \text{ м.}$$

Величина местных потерь определяется по формуле:

$$\Delta h = h_{\text{колено}} \cdot n_{\text{колено}} + h_{\text{обр клапан}} \cdot n_{\text{обр клапан}} + h_{\text{задвижка}} \cdot n_{\text{задвижка}}, \quad (2.6)$$

где $h_{\text{колено}}$ – потери напора при повороте, м;

$n_{\text{колено}}$ – количество поворотов;

$h_{\text{обр клапан}}$ – потери напора на обратном клапане, м;

$n_{\text{обр клапан}}$ – количество обратных клапанов;

$h_{\text{задвижка}}$ – потери напора на задвижке, м;

$n_{\text{задвижка}}$ – количество задвижек.

Величина потерь напора по длине трубопроводов различного диаметра на 100 м длины (h_{100}) из различных материалов также содержится в справочниках. В таблице 2.4 приведены данные о потерях напора по длине трубопроводов.

Таблица 2.4 – Величина потерь по длине трубопроводов

Расход			Наружный диаметр x толщина стенки / внутренний диаметр, мм						
м ³ /ч	л/мин	л/с	25×2,8 19,4	32×3,0 26,0	<u>40×3,7</u> <u>32,6</u>	50×4,6 40,8	63×5,8 51,4	75×6,8 61,4	90×8,2 73,6
1	16,67	0,28	0,94 7,71	0,52 1,90	0,33 0,65	0,21 0,22			
1,6	26,67	0,44	1,50 17,74	0,84 4,38	0,53 1,49	0,34 0,51	0,21 0,17		
2	33,33	0,56	1,88 26,36	1,05 6,51	0,67 2,21	0,42 0,76	0,27 0,25	0,19 0,11	
2,5	41,67	0,69	2,35 39,17	1,31 9,68	0,83 3,29	0,53 1,13	0,33 0,37	0,23 0,16	
3	50,00	0,83	2,82 54,12	1,57 13,37	1,00 4,54	0,64 1,56	0,40 0,52	0,28 0,22	0,20 0,09
3,5	58,33	0,97	3,29 71,14	1,83 17,58	1,16 5,97	0,74 2,05	0,47 0,68	0,33 0,29	0,23 0,12
4	66,67	1,11	3,76 90,16	2,09 22,28	<u>1,33</u> <u>7,57</u>	0,85 2,59	0,54 0,86	0,38 0,37	0,26 0,16
6,5	108	1,81	6,11 213,34	3,40 52,72	2,16 17,90	1,38 6,13	0,87 2,04	0,61 0,87	0,42 0,37
8	133	2,22		4,19 76,20	2,66 25,88	1,70 8,87	1,07 2,94	0,75 1,26	0,52 0,53
10	167	2,78		5,23 113,20	3,33 38,44	2,12 13,17	1,34 4,37	0,94 1,78	0,65 0,79

Потребление воды составляет 4 м³/ч, в соответствии рекомендации в таблице 2.4, выбираем трубопровод из металлических труб наружным диаметром 40 мм с толщиной стенки 3,7 мм и внутренним диаметром 32,6 мм. Значение потери напора на 100 м трубопровода (h_{100}) диаметром 40 мм равен 7,57. К трубопроводу диаметром 40 мм подходит задвижка Д_у40 (1 шт.). Величина местных потерь ($h_{\text{задвижка}}$) равна 3,3 (таблица 2.5) [8].

Таблица 2.5 – Величина потерь по длине трубопроводов

Расход			Наружный диаметр x толщина стенки / внутренний диаметр, мм							
м³/ч	л/мин	л/с	Ду25 33,5×3, 2 27,1	Ду32 42,3×3, 2 35,9	Ду40 48×3,5 41	Ду50 60×3,5 53	Ду65 76×3,5 69	Ду80 89×3,5 82	Ду100 108×3, 5 101	Ду125 133×4, 5 124
1	16,67	0,28	0,48 1,91	0,27 0,48	0,21 0,25					
1,6	26,67	0,44	0,77 4,63	0,44 1,14	0,34 0,59	0,20 0,17				
2	33,33	0,56	0,96 7,08	0,55 1,73	0,42 0,90	0,25 0,25				
2,5	41,67	0,69	1,20 10,85	0,69 2,63	0,53 1,36	0,31 0,38	0,19 0,11			
3	50,00	0,83	1,44 15,40	0,82 3,72	0,63 1,91	0,38 0,54	0,22 0,15			
3,5	58,33	0,97	1,69 20,74	0,96 4,99	0,74 2,56	0,44 0,71	0,26 0,19	0,18 0,08		
4	66,67	1,11	1,93 26,86	1,10 6,44	0,84 3,30	0,50 0,91	0,30 0,25	0,21 0,11		
6,5	108	1,81	3,13 69,25	1,78 16,39	1,37 8,34	0,82 2,28	0,48 0,61	0,34 0,26	0,23 0,09	
8	133	2,22	3,85 104,10	2,20 24,54	1,68 12,45	1,01 3,39	0,59 0,90	0,42 0,38	0,28 0,14	0,18 0,05
10	167	2,78		2,74 37,92	2,10 19,19	1,26 5,19	0,74 1,37	0,53 0,58	0,35 0,21	0,23 0,08

Потери для поворота трубы (колен) представлены в таблице 2.6, так же в данной таблице представлено значение потери напора для обратного клапана (1 шт.), который устанавливается с целью препятствия обратного течения воды в скважину, например, в случае выхода насоса из строя.

Таблица 2.6 – Потери напора для поворота труб (колен) угол поворота принят 90°

Диаметр труб, мм	Потери давления, м	
	Для гладких труб	обратный клапан
40	0,02	2

Величина местных потерь:

$h_{\text{колено}}=0,4$ м.; $n_{\text{колено}}=3$ шт (исходя из рисунка 2.1); $h_{\text{обратный клапан}}=3$ м;

$n_{\text{обратный клапан}}=1$ шт.; $h_{\text{задвижка}}=3,3$ м.; $n_{\text{задвижка}}=1$ шт.

$$\Delta h = 0,4 \cdot 3 + 3 \cdot 1 + 3,3 \cdot 1 = 6,5 \text{ м.}$$

$$h_{\text{дин}} = 7,57 \cdot \frac{103}{100} + 6,5 = 14,29 \text{ м.}$$

Общий требуемый напор системы составит:

$$H_{\text{сист.}} = h_{\text{дин}} + h_{\text{ст.}}; \quad (2.7)$$

$$H_{\text{сист.}} = 14,29 + 73 \text{ м} = 87,29 \text{ м.}$$

В случае отсутствия других неучтенных потерь требуется насос напором 87,29 м. Выбираем электронасос центробежный, для подачи воды ЭЦВ 5-4-100 (рисунок 2.2), который при подаче в 4 м³/ч обеспечивает напор в системе равный 100 м. Техническая характеристика насоса приведена в таблице 2.7 [12].

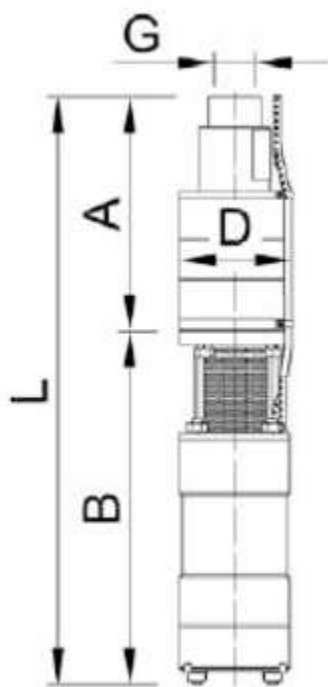


Рисунок 2.2 – Электронасос центробежный, для подачи воды ЭЦВ5-4

Таблица 2.7 – Характеристика ЭЦВ5-4-100

Типоразмер агрегата	Электродвигатель		Габаритные и присоединительные размеры (мм)					Масса агрегата (кг)
	Модель	P ₂ (кВт)	D	L	A	B	G	
ЭЦВ5-4-100	ПЭДВ5-3	3	120	1540	865	675	G1" 1/2 ГОСТ 6357	86,4

Погружные скважинные насосы типа ЭЦВ5-4-125 состоят из асинхронного погружного электродвигателя и одно/многоступенчатого центробежного насоса, соединенных между собой жесткой муфтой. Жидкость подаётся через подвод, расположенный между насосом и электродвигателем и защищённый от попадания крупных механических частиц сетчатым фильтром.

2.5. Разработка типовых конструкций скважин

Скважина разведочно-эксплуатационного назначения и подразумевает под собой и отбор керна, и установку эксплуатационного оборудования.

Первым делом, предполагается колонковое бурение твердосплавной коронкой М2 Ø93 мм для получения керна в интервале от 0 до 80 м, то есть бурение по мягким породам, далее интервал от 0 до 6 метров будет расширен трехшарошечным долотом Ø320 мм и укреплен обсадными трубами Ø273 мм. Интервал от 6 до 71 будет расширен трехшарошечным долотом Ø238,1 и укреплен обсадной колонной Ø178 мм. Интервал от 71 до 87 будет расширен трехшарошечным долотом Ø139,7 и оборудован фильтровой колонной диаметром 114 мм. Интервал от 87 до 120 будет оставлен Ø93 мм после первого этапа бурения [11].

Диаметр долота под фильтровую колонну:

$$D_{д.ф.} = D_{ф.} + 2\delta, \quad (2.9)$$

где $D_{д.ф.}$ – расчетный диаметр долота для бурения скважины под фильтровую колонну, мм;

$D_{ф.}$ – диаметр фильтра, принимаемый по максимальному размеру, мм;

δ – величина зазора между стенкой скважины и наружной поверхностью фильтра (принимается в пределах 10-50 мм), мм.

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

Выбираем ближайший диаметр долота = 139,7 мм.

Внутренний диаметр эксплуатационной колонны:

$$D_{э.в.} = D_{д.ф.} + 2\Delta, \quad (2.10)$$

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.

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

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

$$D_{э.в.} \geq D_{н.} + 2в, \quad (2.11)$$

где $D_{н.}$ – диаметр насоса;

$в$ – зазор на сторону между насосом и внутренним диаметром эксплуатационной колонны.

$$D_{э.в.} = 120 + 2 \times 10 = 142 \text{ мм.}$$

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

Диаметр долота для бурения под эксплуатационную колонну:

$$D_{д.э.} = D_{м.э.} + 2\delta, \quad (2.12)$$

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

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

Выбираем ближайший диаметр долота = 238,1 мм.

Внутренний диаметр направляющей колонны:

$$D_{н.в.} = D_{д.э.} + 2\Delta, \quad (2.13)$$

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

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

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

Диаметр долота для бурения под направляющую колонну:

$$D_{д.н.} = D_{м.н.} + 2 \delta, \quad (2.14)$$

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

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

Выбираем ближайший диаметр долота равен 320 мм.

Типовая конструкция скважины для данных геологических условий приведена на рисунке 2.3.

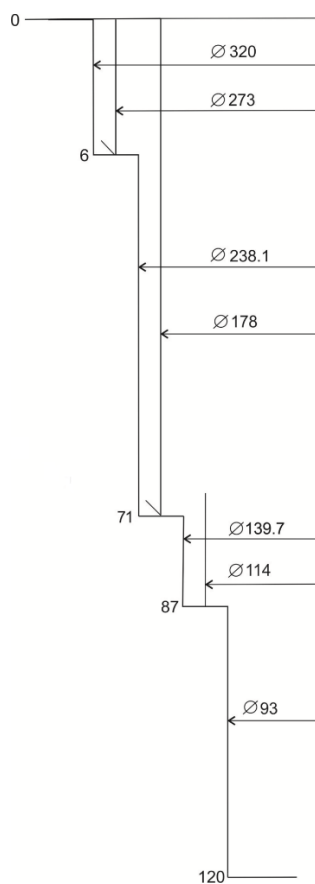


Рисунок 2.3 – Типовая конструкция скважины

2.5.1. Определение конечного диаметра скважины и определение глубины спуска

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 [13].

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.

Насос должен устанавливаться ниже статического уровня и над фильтровой колонной. Статический уровень составляет 39 метров, фильтровая колонна устанавливается на глубине 71 метров, исходя из этих значений мы, выбираем глубину спуска насоса равной 60 метрам [14].

2.5.2. Интервалы осложнения и выбор мероприятий по их предупреждению

На первом этапе бурения при получении керна, а также при расширении будет использоваться буровой раствор, обладающий повышенной вязкостью и низкой водоотдачей для того, чтобы фильтрационная корка лучше формировалась. После расширения первого участка бурения, для закрепления неустойчивого интервала будет выполнен спуск эксплуатационной колонны.

Для того чтобы предупредить от загрязнения подземных вод и сохранить качество воды, предусматривается цементирование обсадной колонны, цементным раствором, обладающим нормальной плотностью ($1,83 \text{ г/см}^3$)

Интервал от 0 до 6 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 6 до 71 укрепляется обсадной колонной с целью предотвращения попадания сточных и грунтовых вод, которые могут загрязнить воду. В этом интервале на глубине от 36 до 64 метров согласно геологическому разрезу расположены пески, обсадная колонна будет препятствовать размыванию горной породы. В интервале от 71 до 87 метров будет установлена фильтровая колонна, которая перекрывает выветренную часть коренных пород с целью предотвращения вывала обломочной массы.

2.6. Выбор буровой установки и бурильных труб

Выбор бурового оборудования во многом определяет затраты времени и материальных ресурсов на бурение скважины и, следовательно, экономические показатели бурения [8].

Буровые установки, независимо от глубины бурения, следует выбирать с учетом конкретных геолого-технических условий, конечного диаметра скважины, а также методов бурения для получения наиболее высоких технико-экономических показателей. Буровой станок, который входит в комплект буровой установки (или же сама буровая установка) в зависимости от методов и условий бурения может быть эффективно использован в достаточно широком диапазоне глубин [9].

При выборе буровой установки, необходимо руководствоваться следующими факторами:

- мобильность и компактность;
- грузоподъемность;
- удобство в эксплуатации;
- минимальные затраты времени и средств на монтаж и демонтаж;
- минимальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при ее работе.

Передвижные буровые установки, используемые для бурения артезианских скважин, должны быть механизированы и оснащены самостоятельным пультом управления спускоподъемными операциями (СПО), который должен располагаться в безопасном месте и снабжен 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 данных геологических условий и технологии бурения в качестве буровой установки выбираем УРБ-2А2 смонтированной на базе грузового автомобиля «ЗИЛ-131» (рисунок 2.4). Технические характеристики буровой установки УРБ-2А2 представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Технические характеристики буровой установки

Максимальная грузоподъемность на крюке, кгс	6000
Максимальная грузоподъемность силовой лебедки, кгс	4400
Мощность привода шпинделя вращателя, кВт, не менее	44
Частота вращения, об/мин	140; 225; 325
Угол наклона скважины к горизонту, град	90
Крутящие моменты, передаваемые вращателем, Нм	1580; 990; 690
Тип подачи	Канатная с приводом от гидроцилиндра
Скорость подачи, м/с вверх вниз	0-0,6 0-1,1
Длина хода подачи, мм	5200
Тип вращателя	Подвижный вращатель
Тип мачты	Сварная из труб
Мощность, передаваемая раздаточной коробкой автомобиля для привода маслостанции и бурового насоса, кВт	44
Буровой насос	НБ50
Габаритные размеры в транспортном положении	8330x2500x3980
Габаритные размеры в рабочем положении	8330x2500x8380
Масса установки, кг, не более	13830

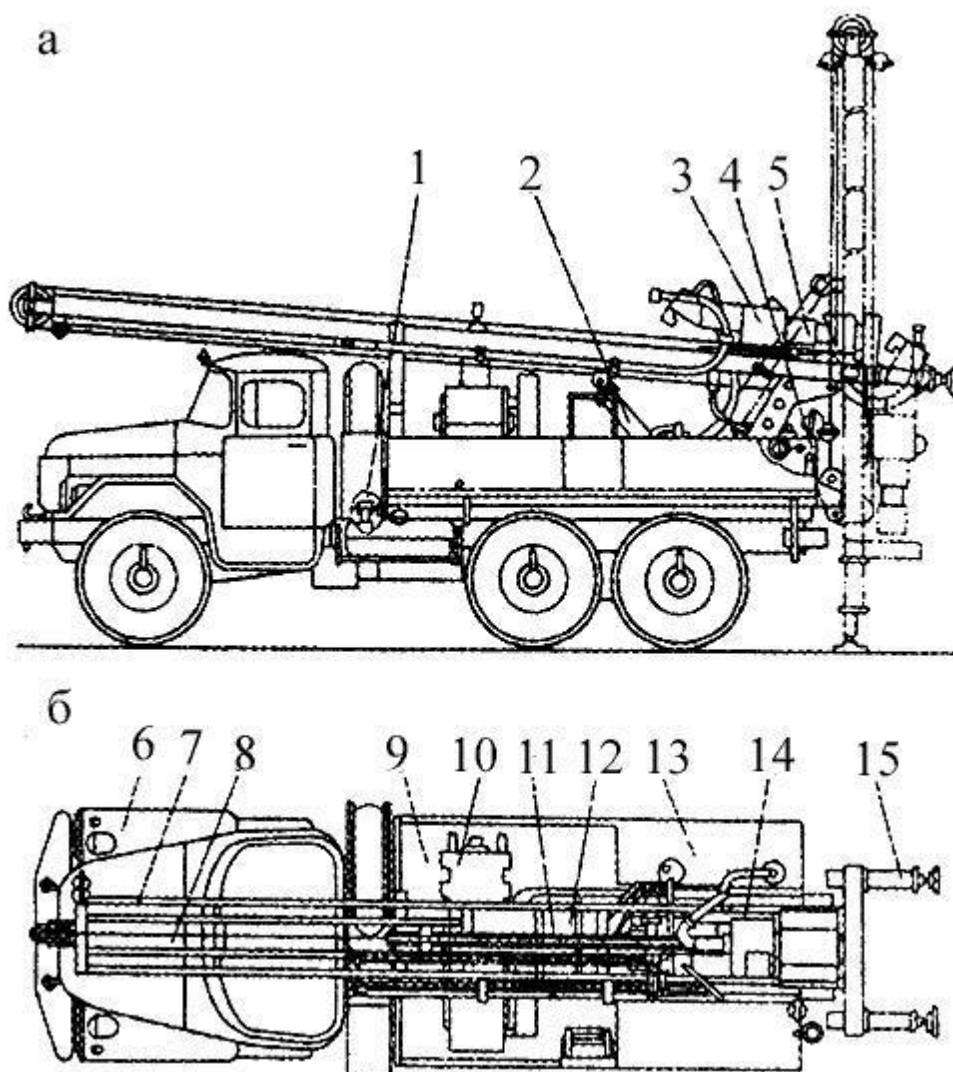


Рисунок 2.4 – Буровая установка УРБ 2А2:

а) вид сбоку; б) вид сверху:

- 1 – коробка отбора мощности; 2 – цилиндр подъема мачты; 3 – вращатель;
 4 – пульт управления; 5 – элеватор для труб и патрон для шнеков;
 6 – автомобиль; 7 – мачта; 8 – талевая система; 9 – рама;
 10 – установки бурового насоса и компрессора; 11 – гидродомкрат подача;
 12 – раздаточная коробка; 13 – обвязка гидросистемы; 14 – каретка;
 15 – опорный домкрат

2.6.1. Выбор бурильных труб

Колонна бурильных труб является соединением породоразрушающего инструмента с буровой установкой, которая смонтирована на поверхности.

При бурении через колонну бурильных труб на породоразрушающий инструмент, непосредственно воздействующий на породу находящейся на забое, передаются осевое усилие, необходимое для внедрения разрушающих элементов в породу, и крутящий момент для преодоления сил сопротивления со стороны забоя. Кроме этого, колонна бурильных труб является каналом, по которому к породоразрушающему инструменту подводится очистной агент, для очистки забоя от продуктов разрушения и поднятие их на поверхность, а также для охлаждения породоразрушающего инструмента [14].

Производим выбор бурильных труб СБТ с замковым соединением. Технические характеристики выбранных бурильных труб приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – 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	3-80	9,3	6

2.6.2. Буровой насос

Производительность бурового насоса должна соответствовать одному из главных условий бурения скважины – это расход промывочной жидкости. Выбранная буровая установка комплектуется буровым насосом НБ-50 [14].

Насос НБ-50 предназначен для нагнетания и перекачки различных неагрессивных жидкостей (воды, глинистого раствора) в скважину при геолого-разведочном и структурно-поисковом бурении на нефть и газ. Технические характеристики насоса приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – 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 2.10.

Таблица 2.10 – Давление и объемная подача насоса НБ-50

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

2.7. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров.

2.7.1. 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 породоразрушающего инструмента 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 2.11.

Таблица 2.11 – Усредненный геологический разрез

Стратиграфический индекс	Описание пород	Глубина залегания, м		Мощность слоя, м	Категория пород по буримости
		от	до		
aQ ₄	Песчано-гравийные суглинки, торф, илы	0	5	5	II
1aQ _{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 M2 Ø93 мм.

Твердосплавная коронка M2 – 93:

Диаметры наружный/внутренний – 93 мм/58 мм.

Число основных резцов m – 12.

Удельная нагрузка G_y – 0,6-0,8 кН.

Окружная скорость V – 1,0-1,5 м/с.

Удельный расход q_d промывочной жидкости на 1 см диаметра коронки – 8-12 (л/мин)/см.

Произведем расчет режимных параметров.

Твердосплавная коронка М2-93:

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

$$G_0 = G_y * m; \quad (2.15)$$

$$G_{01} = 0,6 * 12 = 7,2 \text{ кН}; G_{02} = 0,8 * 12 = 9,6 \text{ кН}.$$

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

$$n = 20V/D_c; \quad (2.16)$$

$$n_1 = 20 * 1/0,0755 = 264,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}; n_2 = 20 * 1,5/0,0755 = 397,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

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

$$Q = q_d * D_n; \quad (2.17)$$

$$Q_1 = 8 * 9,3 = 74,4 \text{ л/мин}; Q_2 = 12 * 9,3 = 111,6 \text{ л/мин}.$$

II. Эксплуатационное бурение.

1. Интервал от 0 до 6 – Ш-320М-ГВ – трехшарошечное долото Ø320 мм, для бурения мягких пород, с боковой гидромониторной промывкой, на подшипниках качения.

2. Интервал от 6 до 71 – 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 – 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) [8]:

$$G_c = C_y * D_d. \quad (2.18)$$

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

$$n = 20V/D_d, \quad (2.19)$$

где V – окружная скорость долота, м/с.

Расход промывочной жидкости определяется из выражения:

$$Q = q_d * D_d, \quad (2.20)$$

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

Параметры технологического режима бурения шарошечными долотами приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – 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
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 III-320М-ГВ, интервал от 0 до 6, 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 III-238,1МС-ГВ, интервал от 6 до 71, 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 71 до 87, категория пород по буримости –IV.

Осевая нагрузка:

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

Частота вращения:

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

Расход промывочной жидкости:

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

Результаты расчетов заносим в таблицу 13 и выбираем уточненные параметры исходя из характеристик оборудования.

Таблица 2.13 – Сводная таблица режимных параметров бурения

№ П/П	Интервал, м	Тип ПРИ	Диаметр ПРИ Dн, мм	Осевая нагрузка, кН			Частота, об/мин			Расход ПЖ, л/мин		
				удельная C _у	Расчетная C _п	Уточненная G _о	окоужная V м/с	расчетная п. об/мин	уточненная п. об/мин	q, л/мин на 1 см	Расчетная Q	уточненная Q
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0-6	Ш-320М-ГВ	320	1,5	48	48	1,2	75	75	30	960	660
2	6-71	Ш-238,1М С-ГВ	238,1	1,5	35	35	1,2	100	100	30	714	660
3	71-87	Ш-139,7С - ГВ	139,7	2,5	34	34	1	143	143	20	278	278

2.7.2. 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 [13].

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 [14].

2.7.3. 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» [15].

Бентонитовый глинопорошок служит для увеличения вязкости раствора, придания тиксотропных свойств и формирования фильтрационной глинистой корки. Гипан увеличивает выход бурового раствора из бентонита и за-

гушает 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) [15].

Параметры бурового раствора приведены в таблице 12.

Таблица 2.14 – Тип и параметры бурового раствора

Название (тип) раствора	Полимерглинистый	Техническая вода
Интервал	От 0 до 71	От 71 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	

2.8. 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 [8].

Направляющая и эксплуатационная колонны цементируются в одну ступень с подъемом тампонажного раствора до устья. Для цементирования предусматривается использовать тампонажный раствор нормальной плотностью $1,83 \text{ г/см}^3$ на основе ПЦТ1-50 [9].

2.9. 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.

2.9.1. 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 [9].

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_{\text{б}} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \quad (2.21)$$

где $N_{\text{ст}}$ – затраты мощности для привода бурового станка, кВт;

$N_{\text{тр}}$ – мощность на вращение буровой колонны, кВт;

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

Потери мощности в станке

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

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}}(0,075 + 0,00012 * n), \quad (2.22)$$

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

n – частота оборотов, об/мин.

$$N_{\text{ст}} = 110 * (0,075 + 0,00012 * 397) = 13,49 \text{ кВт.}$$

Мощность на вращение

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

$$N_{\text{тр}} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 \left[2,5 * 10^{-8} * (0,9 + 0,02\delta) * \frac{D_{\text{д}}}{(EJ)^{0,16}} n^{1,85} * L_{\text{СКВ}}^{0,75} * (1 + 0,44 \sin \Theta_{\text{ср}}) + 2 * 10^{-7} * \delta * n * G_{\text{ос}} \right], \quad (2.23)$$

где L – длина буровой колонны, м, $L = 120$ 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 бурильными трубами – 29,5 мм;

n – частота вращения бурового вала – 397 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:

$$I = \frac{\pi}{64} (d^4 - d_1^4), \text{ см}^4, \quad (2.24)$$

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

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

Зазор между стенками скважины и бурильными трубами определяется по формуле:

$$\delta = 0,5 * (D - d_{\text{н}}), \text{ мм}, \quad (2.25)$$

где D – диаметр скважины, мм;

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

$$\delta = 0,5 * (93 - 73) = 20 \text{ мм}.$$

$$N_{\text{тр}} = 1,1 * 1 * 1 * 1,1 * 1 * \\ * \left[2,5 * 10^{-8} * (0,9 + 0,2 * 29,5) * \frac{93}{(2 * 10^6 * 21,6)^{0,16}} * 397^{1,85} \right. \\ * 120^{0,75} * (1 + 0,44 \sin 0) + 2 * 10^{-7} * 29,5 * 397 * 960 \left. \right] = \\ = 5,4 \text{ кВт.}$$

Мощность на разрушение забоя

Мощность на разрушение забоя определяется по формуле:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 * 10^{-7} \left(\mu_0 + \frac{16,7 \Omega v_{\text{мех}}}{n} \right) (D_1 + D_2) G n, \quad (2.26)$$

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

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

$v_{\text{мех}}$ – механическая скорость бурения, м/ч; D_1 и D_2 – наружный и внутренний диаметр коронки, мм, n – частота вращения, об/мин.

Таблица 2.15 – Значения коэффициентов Ω и μ_0 для различных коронок

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

Таблица 2.16 – Значения $v_{\text{мех}}$ для различных пород

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

$$N_{pz} = 2,67 * 10^{-7} \left(0,1 + \frac{16,7 \cdot 2 \cdot 3,5}{397} \right) (73 + 55) \cdot 734 \cdot 397 = 7,61 \text{ кВт.}$$

$$N_{\zeta} = 13,49 + 5,4 + 7,61 = 26,5 \text{ кВт.}$$

Мощность двигателя автомобиля ЗИЛ, на который монтируется буровая установка, равна 110 кВт, что достаточно для обеспечения необходимой мощности для бурения.

2.9.2. Расчет мощности привода насоса

Мощность электродвигателя для привода насоса определяется по формуле [10]:

$$N = \frac{10QH}{102\eta}, \quad (2.27)$$

где Q – производительность насоса, л/с;

H – давление на выкиде насоса (суммарные гидравлические сопротивления), кг/см²;

η – КПД насоса ($\eta = 0,75-0,8$).

Величина H определяется по формуле:

$$H = \frac{(L+1500)v_{тж}}{2g} \left(\frac{\lambda_{тр}}{d_{тр}} + \frac{\xi}{1} \right), \quad (2.28)$$

где $d_{тр}$ – внутренний диаметр бурильных труб, м;

L – длина трубопровода, м;

l – длина бурильной трубы, м;

ξ – коэффициент местных сопротивлений;

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

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

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

$$v_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} \left(\frac{Q}{d_{тр}^2} \right), \quad (2.29)$$

$$v_{тж} = 2,1 \cdot 10^{-5} \left(\frac{6,96}{0,044^2} \right) = 0,0754 \text{ л/с.}$$

Коэффициент гидравлических сопротивлений $\lambda_{\text{тр}}$ зависит от режима течения жидкости Re . Этот коэффициент рассчитывается по формуле Альшуля [9]:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{d_{\text{тр}}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (2.30)$$

где Re – режим течения жидкости:

$$Re = \frac{v_{\text{тж}} \cdot d_{\text{тр}}}{\gamma}, \quad (2.31)$$

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

$$Re = \frac{0,0754 \cdot 0,044}{0,785 \cdot 10^{-6}} = 4226,2.$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{10^{-4}}{0,044} + \frac{68}{4226,2} \right)^{0,25} = 0,40.$$

Коэффициент местных сопротивлений ξ определяется по формуле Борда-Карно [10]:

$$\xi = 1,5 \left[\left(\frac{d_{\text{тр}}}{d_{\text{зам}}} \right)^2 - 1 \right]^2, \quad (2.32)$$

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

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

$$H = \frac{(120 + 1500) \cdot 0,0754}{2 \cdot 9,8} \left(\frac{0,40}{0,06} + \frac{0,28}{1} \right) = 42,38 \text{ кг/см}^2.$$

$$N = \frac{10 \cdot 6,96 \cdot 42,38}{102 \cdot 0,8} = 36,147 \text{ кВт}.$$

2.9.3. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

Талевая система предназначена для подъема и поддержания на весу тяжелого бурового инструмента, представляющая из себя полиспастный механизм [12].

Исходные данные:

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

Число рабочих ветвей определяется по формуле:

$$m = \frac{Q_{кр.\Sigma}}{Q_{л}\eta}, \quad (2.33)$$

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

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

η – КПД талевой системы.

$$Q_{кр.\Sigma} = Q_{кр.д} + G_{д}, \quad (2.34)$$

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

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

$$Q_{кр.д} = Q_{кр} \left(1 + \frac{v}{gt}\right), \quad (2.35)$$

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

$$Q_{кр} = \alpha_1 \alpha_2 q L \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cos \theta_{ср} (1 + f t g \theta_{ср}), \quad (2.36)$$

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.

$$G_{д} = G \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (2.37)$$

где G – вес подвижного груза, кГс.

$$G = m_{н} + m_{а}, \quad (2.38)$$

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

$$G = 50 + 4,6 = 54,6 \text{ кГс.}$$

$$Q_{кр\Sigma} = \left[\alpha_1 \alpha_2 q L \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) \cos \theta_{ср} (1 + f t g \theta_{ср}) + G \right] \left(1 + \frac{V}{gt}\right), \quad (2.39)$$

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

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

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

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 талевой системы и нагрузки на мачту [13]

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

$$P = \frac{Q_{кр}}{m * \eta * \beta^k}, \text{ кГс,} \quad (2.40)$$

где $Q_{кр}$ – в кГс;

m – число рабочих струн, для ТС 0×1 $m = 1$;

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 [9]:

$$R_{к} \geq kP_{л.мах}, \text{ кГс}, \quad (2.41)$$

где k – запас прочности талевого каната по технике безопасности ($k = 2,5$);

$P_{л.мах}$ – максимальное усилие лебедки на минимальной скорости навивки каната на барабан с учетом возможной перегрузки двигателя;

λ – коэффициент перегрузки двигателя ($\lambda = 1,1$).

$$P_{л.мах} = \frac{1000N_0\lambda\eta}{V_{min}}, \text{ кГс} \quad (2.42)$$

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

$$R_{к} = 2,5 * 459800 = 1149500 \text{ кГс}$$

2.9.4. 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 [14]:

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

где $[\sigma_{\text{T}}]$ – предел текучести материала бурильных труб, кгс/см²;

$[\sigma_{\text{T}}] = 5000$ кгс/см²; $\sigma_{\Sigma\text{с}}$ – суммарное напряжение от одновременного действия сил сжатия, изгиба и кручения.

$$\sigma_{\Sigma\text{с}} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{изг}})^2 + 4\tau_{\text{кр}}^2}, \quad (2.44)$$

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

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

$\tau_{\text{кр}}$ – напряжение кручения, кгс/см².

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

где φ – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения трубы в месте нарезки резьбы,

$\varphi = 1$; $P_{\text{сж}}$ – усилие сжатия в рассматриваемом сечении, кгс;

F – сечение бурильных труб, $F = 13,2$ см².

$$P_{\text{сж}} = qz \left(1 - \frac{\gamma_{\text{ж}}}{\gamma_{\text{м}}}\right) (\cos\theta_{\text{ср.}z} - f_{\text{тр}} \sin\theta_{\text{ср.}z}), \quad (2.46)$$

где q – средняя масса 1 м бурильных труб, кг;

$\gamma_{\text{ж}}$ и $\gamma_{\text{м}}$ – удельный вес промывочной жидкости и металла бурильных труб;

z – длина участка колонны от рассматриваемого сечения до нулевого, $z = 120$ м;

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

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

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

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

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

где E – модуль продольной упругости,

$E = 2 \cdot 10^6$ кГс/см²; J – экваториальный момент инерции сечения бурильных труб, см⁴;

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, см³.

$$J = \frac{\pi}{64} (d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4), \quad (2.48)$$

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

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

$$f = 0,5(D - d_{\text{н}}), \quad (2.49)$$

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

$$f = 0,5 \cdot (7,6 - 6) = 0,8 \text{ см.}$$

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

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

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

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

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}}. \quad (2.51)$$

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{6^4 - 4^4}{6} = 0,098 \cdot 157,85 = 17 \text{ см}^3.$$

Подставляем полученные значения в формулу 41 и получаем:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 50,96 \cdot 0,8}{600^2 \cdot 17} = 41 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение кручения определяется по формуле:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}}, \text{ кгс/см}^2, \quad (2.52)$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент на вращение части колонны и на вращение ПРИ, кгс·см;

$W_{\text{кр}}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при кручении, см³.

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}}. \quad (2.53)$$

$$W_{\text{кр}} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{6^4 - 4^4}{6} = 0,196 \cdot 173,33 = 33,97 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{кр}} = 94700 \cdot \frac{N}{n}, \text{ кгс} \cdot \text{см}, \quad (2.54)$$

где N – мощность на вращение части колонны и на работу ПРИ,

$N = 13$ кВт; n – частота оборотов, об/мин.

$$M_{\text{кр}} = 94700 \cdot \frac{13}{397,3} = 3098 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

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

Суммарное напряжение:

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

Запас прочности бурильных труб для любого сечения сжатой части:

$$n_{\text{сж}} = \frac{5000}{113,67} = 43,98 \geq 1,7.$$

Запаса прочности бурильных труб в любом сечении растянутой части колонны

Запас прочности n_p для любого сечения растянутой части буровой колонны определяется по формуле [9]:

$$n_p = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1,4, \quad (2.55)$$

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:

$$\sigma_{\Sigma p} = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2} \leq [\sigma_T], \quad (2.56)$$

где σ_p – напряжение растяжения, кГс/см².

$$\sigma_p = \frac{\varphi P_p}{F}, \quad (2.57)$$

где P_p – усилие растяжения в рассматриваемом сечении, кГс.

$$P_p = qz \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}}\right) (\cos\theta_{ср.z} - f_{тр} \sin\theta_{ср.z}) = 938 \text{ кГс.}$$

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

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

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 EJf}{l^2 W_{изг}} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 50,96 \cdot 0,8}{600^2 \cdot 17} = 41 \text{ кГс/см}^2.$$

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

$$\begin{aligned} \sigma_{\Sigma p} &= \sqrt{(\sigma_p + \sigma_{изг})^2 + 4\tau_{кр}^2} = \sqrt{(71,06 + 41)^2 + 4 \cdot 91,21^2} = 476,9 \frac{\text{кГс}}{\text{см}^2} \leq [\sigma_T] \\ &= 5000 \text{ кГс/см}^2. \end{aligned}$$

Запас прочности буровых труб в нулевом сечении

Запас прочности буровых труб в нулевом сечении определяется по формуле [8]:

$$n_0 = \frac{n_\sigma n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq 1,3, \quad (2.58)$$

где n_σ и n_τ – запас прочности по нормальным и касательным напряжениям, соответственно.

$$n_\sigma = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma_{изг} k_y} \geq 1,3, \quad (2.59)$$

где $[\sigma_{-1}]$ – предел выносливости материала буровых 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:

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt[4]{\frac{EJ\omega^2}{10^3 qg}}. \quad (2.60)$$

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

Значение длины полуволны принимаем равным 9 м.

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 EJf}{l^2 W_{изг}} = \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 50,96 \cdot 0,8}{600^2 \cdot 17} = 41 \text{ кгс/см}^2.$$

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

Запас прочности n_τ определяется по формуле:

$$n_\tau = \frac{[\tau]}{\tau_{кр}} \geq 1,3, \quad (2.61)$$

где $[\tau]$ – допустимое напряжение при кручении,

$$[\tau] = 1900 \text{ кгс/см}^2;$$

$\tau_{кр}$ – напряжение кручения,

$$\tau_{кр} = 28,23 \text{ кгс/см}^2.$$

$$n_{\tau} = \frac{1900}{91,21} = 20,83 \text{ кГс/см}^2 \geq 1,3.$$

Таким образом, запас прочности бурильных труб в нулевом сечении равен [9]:

$$n_0 = \frac{33,3 \cdot 20,83}{\sqrt{33,3^2 + 20,83^2}} = \frac{693}{39,27} = 17,6 \geq 1,3.$$

2.10. 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 [15].

Аварии можно классифицировать:

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

Также аварии можно классифицировать по их источнику:

- буровое оборудование;
- природные воздействия;
- субъективный фактор (самонадеянность, небрежность, грубые нарушения).

До 95% всех аварий возникает по вине исполнителей в результате нарушения технологии бурения, условий эксплуатации оборудования и инстру-

мента. Около 5% аварий возникает из-за заводского брака используемого инструмента. Небольшая часть аварий возникает из-за низкого качества технических проектов.

Аварии при бурении можно рассматривать как непосредственное прекращение углубки скважины, вызванное нарушением нормального состояния бурового инструмента (обрывы, падения инструмента в скважину, 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 [12].

Для предупреждения аварий с обсадными трубами необходимо: проверять перед спуском обсадные трубы по диаметру, на целостность резьб и тела труб; проверять исправность бурового оборудования и спускоподъемных приспособлений; производить кавернометрию скважины; при возможности облегчать глинистый раствор; не допускать при спуске колонны обсадных труб их

вращения и забивания шламом; при длинных колоннах (особенно тонкостенных) применять обратные клапаны; производить перед спуском колонн обсадных труб их наружную смазку (мазутом, нефте-графитовой пастой и т.п.) для облегчения извлечения.

Для предупреждения аварии с породоразрушающим инструментом необходимо: не допускать спуск в скважину коронок имеющих дефекты резьб, трещины корпусов и матриц, люфт в опорах шарошек, с забитыми промысловыми 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 промысловой жидкости; при замене породоразрушающего инструмента следить за соответствием его диаметров [15].

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 2.17 [14].

Таблица 2.17 – Перечень обязательного аварийного инструмента

Инструмент	Типоразмер	Местонахождение		
		Буровая	База	
			участка	экспедиции
1	2	3	4	5
Ловушка секторов матрицы	ЛСМ-76	+	+	+
	ЛСМ-59	+	+	+
Ловушка магнитная	ЛМ-93	–	–	+
	ЛМ-76	+	+	+
	ЛМ-59	–	–	+
Мечик ловильный с правой резьбой	В-42	–	–	+
	В-50	+	+	+
	Г-50	+	+	+
	Д-73; 89	+	+	+
	Д-108	–	–	+
Колокол ловильный с правой резьбой	А-76; Б-76; Б-89; А-76-1	+	+	+
Шарнир универсальный	ШУ-76-6	–	–	+
Клин отклоняющий	89; 73	–	–	+
Переходник отсоединительный	ПО-76	+	+	+
Печать	–	+	–	–
Крюк отводной	–	–	+	–
Паук (амброс)	–	+	+	+
Труборез гидравлический	ТРГ-76; 93; 108	–	–	+
Труболовка гидравлическая	ТГ-76; 93; 108; ТГ-ССК-76	–	–	+
Труборез-труболовка комбинированный	ТТ-76; 93	–	–	+
Мечик-коронка	МК-76	+	+	+
Фрезерная коронка	ФК-76	+	+	+
Фрезер с направлением	ФН-59; 76	–	–	+
Пика ловильная гладкая и граненая	–	+	+	+
Ловитель	ЛОМ-50; ЛОГ-50	+	+	+

Продолжение таблицы 2.17

1	2	3	4	5
Направляющее устройство для ликвидации прихвата каротажного кабеля	–	–	+	+
Бурильные трубы с замковыми соединениями с левой резьбой	50	–	–	+
Рабочий инструмент для работы со снарядами с левой резьбой	50	–	–	+

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

2.11. Выбор источника энергии

Силовой привод является неотъемлемой частью бурового станка и во многом определяет его технические параметры и эксплуатационные характеристики [13].

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 [9].

В современных буровых установках для геологоразведочного бурения в качестве силового привода применяется в основном электродвигатели переменного тока и двигатели внутреннего сгорания. Все механизмы, входящие в установку разведочного бурения, смонтированы на раме автомобиля ЗИЛ-131 и приводятся в действие от его двигателя.

2.12. 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 [11].

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-2А2 эти операции выполняются с помощью перемещающегося вращателя с гидроприводом и гидроподъемником (рисунок 2.9) совместном с элеватором для труб Ø60 мм (рисунок 2.8) [12]. Гидродомкрат одноступенчатый двойного действия обеспечивает принудительную подачу, спуск и подъем инструмента.

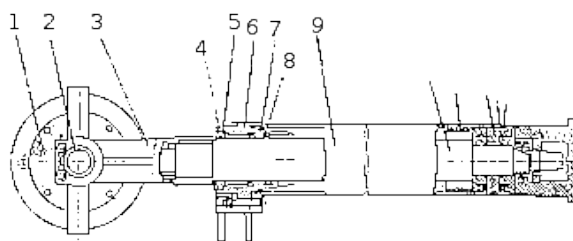


Рисунок 2.5 – Гидродомкрат подачи

- 1 – подшипник; 2 – ось; 3 – вилка; 4 – кольцо; 5 – грязесъемник;
 6 – фланец; 7, 14 – кольца; 8, 13 – манжеты; 9 – цилиндр; 10 – шток;
 11 – стакан; 12 – поршень

Элеватор для труб предназначен для спуска и подъема инструмента, а также для свинчивания и развинчивания буровых труб [12].

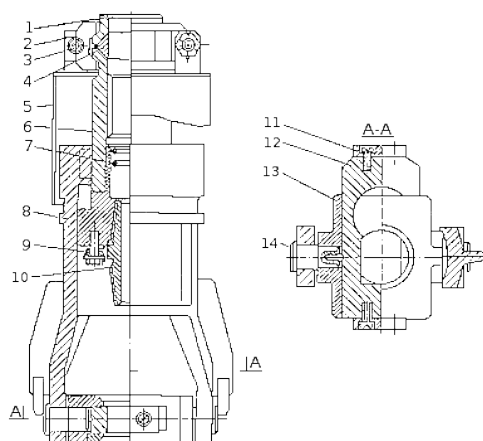


Рисунок 2.6 – Элеватор для труб

- 1 – втулка; 2 – полухомут; 3 – болт; 4 – полукольцо; 5 – кожух;
 6 – шпindelь; 7 – кольцо; 8 – корпус; 9 – крышка; 10 – штуцер;
 11 – упор; 12 – затвор; 13 – обойма; 14 – ось

2.13. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры

Рациональная эксплуатация современного бурового оборудования и инструмента требует применения специальных контрольно-измерительных

приборов, 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 [13].

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.

2.14. 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 [15].

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

Подготовка буровой установки УРБ-2А2 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.

2.15. 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: 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 [16]. 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 [15].

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

3.1. Введение

Участок работ расположен на территории микрорайона индивидуальной застройки «Радужный» в поселок Зональная Станция Томского района Томской области.

На данном участке необходимо пробурить разведочно-эксплуатационную скважину для водоснабжения микрорайона. Бурение скважины производится самоходной буровой установкой УРБ-2А2 на базе ЗИЛ-131.

Рельеф самого участка микрорайона представляет плоскоравнинный или плоско-выпуклый правый склон так называемого «Савин Лог», который начинается около станции Предтеченск и протягивается до реки Ушайка. Максимальная глубина лога не более 30 м.

Климат района континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 0,6°С. Среднегодовое количество осадков равно 637 мм. Полевые работы будут выполняться в летнее время года.

3.2. Производственная безопасность

При проведении геологоразведочных работ сотрудники могут подвергаться воздействию различных факторов, которые способны в определенных условиях нанести ущерб здоровью. Производственные факторы разделяются на вредные и опасные.

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 [17].

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

Часть производственных систем геологоразведочного оборудования и элементы среды, являющиеся источниками опасности, приведены в таблице 3.1 [18].

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

Наименование за-проектированных видов работ и параметров производ-ственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		
	Опасные	Вредные	Нормативные документы
<p>Транспортировка и монтаж-демонтаж оборудования. Бурение скважин и вспомогательные работы</p>	<p>Движущиеся ма-шины и меха-низмы различ-ного оборудова-ния. Статическое электричество. Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности ин-струментов и труб. Электриче-ский ток. Аппараты, рабо-тающие под дав-лением</p>	<p>Отклонение по-казателей мик-роклимата на открытом воз-духе. Повре-ждения в ре-зультате кон-такта с насеко-мыми. Превышение уровня шума и вибрации. Не-достаточное освещение ра-бочей зоны.</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 [19] ГОСТ 12.1.012-2004 [20] ГОСТ 12.4.125-83 [21] ГОСТ 12.1.030-81 [21] СанПиН 2.2.4.548-96 [22] ГОСТ 12.1.003-2014 [23] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [24] ГОСТ 12.2.003-91 [25] ПБ 08-37-2005 [26]</p>

3.2.1. Анализ вредных факторов и мероприятий 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 рабочие должны быть обеспечены комфортными условиями труда. 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 [22].

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 3.2.

Таблица 3.2. – Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах 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)	48...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 12% [24].

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

Для освещения буровой установки используется искусственное и естественное освещение.

Нормы освещения указаны в СП 52.13330.2016 [27]. На буровой чаще применяется совмещенное освещение, искусственное освещение в ночное время суток. Источниками света являются лампы накаливания. Буровые должны быть оборудованы пылеводонепроницаемыми светильниками.

Производственное освещение на буровых должно удовлетворять следующим требованиям: равномерность распространения яркости на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства; отсутствие 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 3.3.

Таблица 3.3. – Нормы освещения по СП 52.13330.2016 [27]

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 производстве 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 частота эта энергия может выступать как вредный или опасный производственный фактор [23].

Признаки воздействия шума на организм человека проявляются как в виде специфического поражения органов слуха, так и в быстрой утомляемости, снижении реакции работающего [24].

Основными источниками шума и вибрации на буровой являются: буровой станок, насос, вращающаяся колонна бурильных труб. Методы защиты от шума и вибрации делятся на коллективные и индивидуальные.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- устранение своевременно обнаруженных дефектов в элементах оборудования, ведущих к появлению шума;
- установка звукопоглощающих кожухов,
- установка глушителя на дизельную станцию;
- необходимо периодически производить замер уровня шума, который на буровой не должен превышать 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003-2014);
- 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 [23].

Таблица 3.4 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации по СанПиН 2.2.4.3359-16 [28]

Вид вибрации	Категория вибрации	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
		м/с	дБ
Локальная		2,0	126

Локальная вибрация, передающаяся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием [20];

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

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

– уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника виброизоляции, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами.

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

3.2.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

Движущиеся машины и механизмы различного оборудования.

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

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

При выполнении монтажно-демонтажных работ необходимо строго соблюдать требования СНиП 12-03-2001 [29].

Необходимо предусмотреть все требования по производству строительного-монтажных работ:

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

Острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов

Острые кромки, заусеницы и шероховатость имеют место быть на поверхности бурильных инструментов и труб. При неосторожном и невнимательном обращении с инструментом или трубами можно нанести серьезную травму, вплоть до глубоких порезов, которые могут стать причиной заражения крови. Мероприятия по устранению причин механических травм:

– согласно ГОСТ 12.2.003-91 [30] необходима проверка наличия защитных ограждений, закрывающих доступ к движущимся частям машин и механизмов (не менее 200 мм);

- плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;
- проверка состояния и устранения дефектов смазочных устройств;
- очистка узлов и деталей от наружной грязи;
- проверка состояния ремней, цепей, тросов, проверка их натяжения;
- необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности.

Буровая бригада должна быть снабжена средствами индивидуальной защиты (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Индивидуальные средства защиты согласно ПБ 08-37-2005 [26]

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

Электрический ток.

Источником опасности в буровом здании может оказаться:

- открытый трансформаторный шкаф;

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

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

Мероприятия по устранению поражений электрическим током:

- все оголенные токоведущие части закрываются в шкафы или устанавливаются на высоте;
- устройство заземления;
- применение малого напряжения (42 В) питания согласно ГОСТ 12.1.030-81 [31];
- 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 иметь контрольно-измерительную аппаратуру.

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

Мероприятия по предотвращению производственного травматизма включают:

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

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

- оформление плакатов, предупреждающих надписей, других средств наглядной агитации по промышленной безопасности и охране труда [26].

3.3. Экологическая безопасность

В ходе выполнения геологоразведочных работ будет в той или иной степени оказано различное воздействие на недра, атмосферный воздух, почвенный покров земельного участка, водные объекты, на растительный и животный мир [36].

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

Источники выбросов загрязняющих веществ (оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа, диоксид серы, глинопорошок, цемент, сероводород) в атмосферу – экскаватор, буровые установки и обслуживающий автотранспорт, будут характеризоваться постоянным изменением местоположения, количеством одновременно работающих источников, а также различным режимом и временем работы [32].

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

Таким образом, загрязнение атмосферы при производстве работ будет иметь локальный и кратковременный характер и при условии соблюдения норм эксплуатации машин и механизмов не окажет существенного влияния на природную среду [33].

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

- поддержание техники и автотранспорта в исправном состоянии за счет проведения в установленное время техосмотра, техобслуживания и планово-предупредительного ремонта;
- запрещение эксплуатации техники и транспорта с неисправными или неотрегулированными двигателями, использование несоответствующего стандартам топлива;
- недопущение скопления техники и автотранспорта в большом количестве на ограниченной территории;
- обустройство поддонов для сбора, пролитого ГСМ, с целью локализации поверхности свободного испарения при непреднамеренном разливе топлива. [32].

3.3.1. Воздействие на почвенный покров, растительность и животный мир

В связи с тем, что все работы по строительству скважины проводятся на готовой технологической площадке, где уже отсутствует растительность, воздействия на растительность при проведении намеченных проектом работ не происходит. На территории намечаемой хозяйственной деятельности запасы трав редких видов и лекарственных трав отсутствуют, промышленные заготовки не ведутся. Заповедники и заказники, другие особо охраняемые природные территории, родовые угодья малочисленного коренного населения в районе проведения работ. Объекты историко-культурного наследия на территории предполагаемого строительства не выявлены. Места концентрации и пути миграции диких животных отсутствуют, ущерб путям миграции и путям концентрации животных отсутствует.

3.3.2. Рекультивация нарушенных земель

По завершении строительства скважин необходимо провести рекультивацию нарушенных земель.

Рекультивация земель – комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и природно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение состояния окружающей природной среды. Направление рекультивации природоохранное.

Восстановлению (рекультивации) подлежат нарушенные земли, передаваемые во временное пользование на период строительства скважины и утратившие продуктивность в процессе строительства. Земельные участки приводятся в пригодное для использования по назначению состояние в ходе работ или не позднее, чем в течение года после завершения работ. Все работы по восстановлению нарушенных земель выполняются в пределах землеотвода. Работы по рекультивации земель проводятся как самой строительной органи-

зацией, так и с привлечением других специализированных организаций. Рекультивация проводится в два этапа: технический и биологический (последовательно выполняемые комплексы работ) [24].

После завершения работ по данному проекту планируется проведение только технического этапа рекультивации.

3.3.3. Воздействие на водные ресурсы

Строительство водозаборной разведочно-эксплуатационной скважины может оказать воздействия на подземные воды. Защита подземных вод от истощения и загрязнения будет осуществляться посредством проведения комплекса мероприятий.

Проектный документ на строительство водозаборной скважины должен быть согласован с органами государственного санитарного надзора, управлением природных ресурсов в части использования и охране вод и экологической безопасности [37].

Предусматривается использование водоносного горизонта, хорошо защищенного от загрязнений с поверхности. Для изоляции эксплуатируемого водоносного горизонта от загрязнения и смешения вод вышележащих горизонтов производится установка санитарной и эксплуатационных колонн и цементирование затрубного пространства скважины. Для защиты эксплуатируемого водоносного горизонта, в не рабочее время, от попадания загрязнений непосредственно через устье скважины предусматривается установка оголовка на скважину, снабженную герметизирующим устройством и блок-контейнера (павильона) исключающего свободный доступ к скважине.

Для защиты вышележащих водоносных горизонтов от загрязнений с поверхности проектом предусматривается устройство зон санитарной охраны в составе трех поясов. Первый пояс (строгого режима) включает территорию расположения водозаборов, площадок всех водопроводных сооружений и во-

допроводящего канала. Его назначение – защита места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения. Второй и третий пояса (пояса ограничений) включает территорию, предназначенную для предупреждения микробного и химического загрязнения воды источников водоснабжения. В пределах зон санитарной охраны создается особый режим, который исключает или ограничивает возможность загрязнения и ухудшения качества подземных вод.

Для эффективного обеспечения рациональной добычи подземных вод, осуществления контроля за их состоянием предусматривается ведение мониторинга подземных вод, представляющего собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования изменения состояния подземных вод под воздействием антропогенных и природных факторов.

Комплекс водоохранных мероприятий

Для устранения предпосылок загрязнения поверхностных вод и подземных горизонтов проектом предусмотрены следующие решения:

- сброс отходов бурения только в шламовый амбар;
 - сбор дождевых и талых воды совместно с производственными стоками в шламовом амбаре;
 - для сбора хозяйственных (канализационных) стоков предусмотреть биотуалет, с последующим вывозом стоков на канализационные очистные сооружения;
 - в целях предупреждения загрязнения ОПС проводится гидроизоляция дна и бортов шламового амбара методом уплотнения глины и тяжелых суглинков;
 - заправка буровой установки УРБ-2А2 осуществляется «с колес».
- Для исключения попадания нефтепродуктов на почвенный покров используются металлические поддоны.
- хранение ГСМ на площадке не предусмотрено [23].

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

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

- природные;
- техногенные;
- военные.

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

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

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

Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств. Должно быть специально отведено место для курения [38].

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

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

Нормативная документация:

а) ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов» [38];

б) ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность, общие требования» [39];

Перечень противопожарного инвентаря на буровой согласно ГОСТ 12.4.009-83 [40] приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Противопожарный инвентарь по ГОСТ 12.4.009-83 [40]

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

Мероприятия противопожарной безопасности:

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

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

время расчищены. Площадки для хранения топлива и горюче-смазочных материалов располагается не ближе 50 м от буровой установки. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы, при возникновении пожара, разлитая горючая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке.

Для обеспечения безопасности необходимо разработать мероприятия по профилактике и защите людей и материальных ценностей. Здание должно иметь запасной выход для эвакуации людей, обеспечивающий выход людей за определенное время.

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

Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, должны проходить первичный противопожарный инструктаж. Требования пожарной безопасности должны полностью соответствовать нормативным документам ГОСТ 12.1.044-89[20], ГОСТ 12.1.010-76[19].

3.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

К самостоятельному выполнению работ по бурению скважин допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) под руководством специально назначенного лица [43].

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 [43].

3.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При проведении буровых работ буровые установки обеспечиваются контрольно-измерительной аппаратурой, средствами механизации и автоматизации, согласно существующим требованиям [45]. Буровые площадки должны иметь соответствующие размеры для размещения оборудования и проезда транспорта. Перед началом опасных работ (перевозка вышки, ликвидация аварий и осложнений и т.д.) буровым мастером (или лицом, его заменяющим) проводится дополнительный инструктаж по безопасному ведению работ.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХА

4.1. Организация ремонтной службы

На базе бурового участка 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 обслуживаемыми цехами, обеспечение заказчиков ресурсами со складов организации, доставка необходимых ресурсов заказчику;
3. Ведение ежедневного учета выполняемых работ;
4. Передача распоряжений руководителю организации;

5. Совершенствование гравийной обсыпки продуктивных пластов

Анализ результатов буровых работ на воду показывает, что более 50% всех скважин сооружается в гидрогеологических условиях, когда водоносные пласты представлены неустойчивыми породами – обычно песками различного гранулометрического состава. В этих условиях наиболее распространенным недостатком водозаборной скважины является ее пескование в процессе эксплуатации. Это явление характерно также и для условий слабоустойчивых водоносных пластов, когда вследствие фильтрационных сил происходит вынос из пласта мелких, часто тонкодисперсных илистых частиц [15].

Наиболее эффективным способом предупреждения пескования скважин является устройство гравийно-засыпных фильтров. Водоприемную часть скважин рекомендуется оборудовать гравийно-засыпными фильтрами не только с целью предотвращения пескования, но и для увеличения долговечности скважин и увеличения их производительности.

К гравийным относятся фильтры, у которых поверхность, контактирующая с водоносной породой, состоит из искусственно вводимого гравия или крупнозернистого песка, расположенных вокруг опорных фильтровых каркасов из перфорированных труб, проволочных, стержневых фильтров и др. Гравийные фильтры собираются на устье скважины, либо намываются непосредственно на забое. Основным преимуществом гравийных фильтров по сравнению с фильтрами других конструкций является то, что они могут успешно применяться при большой неоднородности частиц коллектора [46].

Гравийную обсыпку следует рассматривать как средство увеличения радиуса фильтра скважины, улучшения фильтрационных свойств пород в при-фильтровой зоне и как конструктивный элемент, позволяющий увеличивать размер проходных отверстий, а, следовательно, и скважность фильтровых каркасов. С применением обсыпки снижаются входные скорости, и удлиняется срок службы фильтров. Подбор гравийной обсыпки базируется на кривых гра-

нулометрического состава пород пласта. При этом ориентироваться необходимо на наиболее тонкие частицы в разрезе. Это правило должно применяться и при выборе размеров щелей для естественных фильтров. Это приводит к повышенным сопротивлениям при фильтровых зонах части скважин и удорожанию строительства в целом. В случае если прослеживается плановая неоднородность свойств водовмещающих пород, следует предусматривать отбор образцов пород в каждой точке заложения эксплуатационных скважин. При большой неоднородности пород в разрезе подбор обсыпки на основе анализа одного-двух образцов пород может оказаться ошибочным и привести к пескованию скважин [15].

5.1. Основные параметры гравийных фильтров

К основным параметрам гравийных фильтров относят следующие:

- гранулометрический состав гравия;
- качество гравия;
- толщина гравийного фильтра;
- размер отверстий каркаса фильтра.

Гранулометрический состав и качество гравия

Подбор обсыпок при устройстве гравийных фильтров – один из наиболее ответственных этапов в комплексе работ, связанных с проектированием, сооружением и эксплуатацией водозаборной скважины.

Крупность гравийных (песчаных) частиц и число слоев обсыпки определяют, исходя из механического состава песков, слагающих водоносный пласт на участке установки фильтра [47].

При устройстве многослойных фильтров особое внимание обращают на подбор слоя обсыпки, контактирующего с грунтом. Этот слой – основной фильтрационный. Второй и последующие слои – каркасные, поддерживающие [46].

В зависимости от гранулометрического состава водоносных пород в качестве обсыпки можно использовать гравий, песчано-гравийные смеси и пески.

Гравийные обсыпки применяют для отбора воды из песков, средний диаметр которых 0,5 мм и более. В качестве обсыпки используют породы с диаметром частиц 10 мм.

Песчаные обсыпки используют при отборе воды из тонкозернистых пород, средний диаметр частиц которых 0,1 мм и менее. В этих случаях в качестве обсыпки применяют чистые, промытые пески, средний диаметр которых 1 мм [47].

Песчано-гравийные обсыпки используют при отборе воды из пород, средний диаметр частиц которых 0,25 мм. В качестве гравийно-песчаной смеси применяют породы с диапазоном гранулометрического состава от 1 до 3,5 мм, с основным содержанием фракций 3 мм более 50%.

Для подбора обсыпки проводят механический анализ песков на стандартных ситах, который можно выполнять в полевых условиях. На основании ситового анализа строят график гранулометрического состава пород в полулогарифмическом масштабе, по которому можно получить все необходимые для расчета данные.

При неоднородном строении водоносного горизонта крупность зерен всей обсыпки подбирают применительно к слою наиболее мелкозернистых пород.

При подборе гранулометрического состава гравийной обсыпки следует учитывать не только состав водоносной породы, но и гидродинамические особенности движения воды к скважине. Поэтому фрикционный состав гравийной обсыпки лучше всего подбирать исходя из допустимых скоростей в прифильтровой зоне скважины. Значение допустимой скорости можно регулировать двумя путями: уменьшением размеров частиц обсыпки, так как чем

меньше размер фракций, тем больше потери напора при движении; увеличением площади соприкосновения обсыпки с водоносным горизонтом, то есть бурением скважин больших диаметров.

Основным требованием при устройстве гравийно-засыпных фильтров отвечает отсортированный, хорошо окатанный гравий с коэффициентом неоднородности равным 3. Такой гравий обеспечивает создание хорошо проницаемых обсыпок с минимальными входными сопротивлениями [46].

В практике сооружения скважин на воду известны случаи применения гравийных обсыпок с мелкопесчаными, глинистыми и пылеватыми частицами. Такое положение недопустимо. Как правило, в гравийных обсыпках должны быть отмыты фракции размером менее 1 мм. Складеировать подготовленный гравийный материал следует на специальных площадках, исключающих его загрязнение при погрузочно-разгрузочных работах перед доставкой к месту работ (специальные площадки с твердым покрытием).

Толщина гравийного фильтра

От толщины гравийного фильтра зависит суффозионная устойчивость (сохранение первоначальной структуры грунта при заданной интенсивности фильтрационного потока) и удельная производительность скважины. Влияние толщины гравийного фильтра на вынос песка необходимо рассматривать в непосредственной связи с коэффициентом межслойности. При правильно подобранном коэффициенте межслойности толщина обсыпки, предотвращающей вынос песка, может быть незначительной. Если в качестве обсыпки использовать неоднородную смесь или смесь с большим коэффициентом межслойности, то ее толщина, задерживающая песок, существенно увеличивается [15].

При определении правильных параметров гравийных фильтров было проведено много опытов как отечественных, так и зарубежных исследователей и во многом результаты расходились. Что касается достаточной толщины гравийной обсыпки, то здесь разногласий не существует. Средняя рекомендуемая

толщина обсыпки составляет 100 мм, при этом для межслойности 6 она может быть снижена до 50 мм. Более 200 мм контур обсыпки не рекомендуется, поскольку это затрудняет качественное освоение скважины, экономически нецелесообразно, а в некоторых случаях не позволяет избежать пескования.

Размер отверстий каркаса фильтра

Ранние исследования по определению рациональных размеров отверстий фильтра базировались в основном на предположении, что при соотношении размеров зерен гравия к размеру отверстий фильтра 1:2 вокруг отверстий фильтра образуется устойчивая арочная структура. Результаты этих исследований послужили базой для действующих нормативных документов, согласно которым размер отверстий фильтра принимается в 4 раза большим среднего размера частиц гравия [15].

Но в зарубежной практике осуществляют выбор размера отверстий фильтра исходя из других принципов. Зарубежные исследователи сделали вывод, согласно которому размер отверстий фильтра не должен превышать размера мельчайших частиц гравия, применяемого в обсыпке.

5.2. Классификация способов сооружения гравийных фильтров в скважине

Лучший метод сооружения фильтра с гравийной обсыпкой в скважине определяется исходя из необходимости получения обсыпки высокого качества с заданными параметрами при определенных условиях проведения работ и минимуме затрат. Многообразие природных литологических и гидрогеологических факторов, назначения и конструкции скважин, поспособствовало разработке иных способов сооружения гравийных фильтров в скважине, каждый из которых имеет свои достоинства, недостатки и рациональные области применения [46].

Фильтры с гравийной обсыпкой устраиваются двух типов. Первый тип отличается тем, что обсыпка гравием производится с поверхности земли по межтрубному пространству после установки фильтра в скважину.

Второй тип фильтров, обсыпка которых гравием производится до спуска их в скважину.

Сооружаемые на поверхности:

- корзинчатые;
- кожуховые;
- блочные.

Сооружаемые в скважине:

- гравитационный способ;
- метод обратной циркуляции.

5.2.1. Гравийные фильтры, сооружаемые на поверхности

К основным типам гравийных фильтров, сооружаемых на поверхности, относятся кожуховые, корзинчатые и блочные конструкции. Наиболее важным преимуществом конструкций гравийных фильтров, сооружаемых на поверхности, – возможность формирования вокруг каркаса фильтра гравийного слоя высокого качества с заданными параметрами при постоянном визуальном контроле. При этом исключается вероятность проявления таких часто встречающихся на практике осложнений, как расслоение гравия в вертикальном сечении фильтра, образование открытых каналов и пустот. Существенно уменьшается доля инородных примесей, поступающих в гравийный фильтр до освоения скважины, от объема которых зависит сопротивление гравийного слоя, а, следовательно, его качество [48].

Наряду с очевидными преимуществами гравийных фильтров, сооружаемых на поверхности, они характеризуются и существенными общими недостатками, значительно сужающими рациональную область их применения.

Установка в скважине блочных, кожуховых и корзинчатых конструкций вызывает необходимость бурения скважины большего диаметра. Диаметр бурения скважины выбирают с учетом диаметра каркаса фильтра, толщины гравийного слоя, требуемого для безопасной установки зазора между фильтром и стенками скважины.

Корзинчатый фильтр – одна из старейших конструкций для оборудования водоприемной части скважины. Его достоинство в том, что при устройстве фильтра, возможно обеспечить тщательностью и строгую последовательность укладки зерен гравийной обсыпки.

Корзинчатый фильтр (рисунок 5.1) состоит из перфорированного трубчатого или стержневого каркаса, на котором укреплены металлические или пластмассовые конусные корзинки, заполненные слоями гравийной обсыпки.

Корзинчатые фильтры, засыпают в 3 слоя отсортированным гравием. Ширина щелей перфорации должна быть несколько меньше диаметра зерен наибольшего размера фракции засыпки. Достоинство корзинчатого фильтра состоит в том, что его можно устанавливать в скважинах небольшого диаметра. Но они обладают меньшей производительностью и большей способностью повышать сопротивление в обсыпке во времени [44].

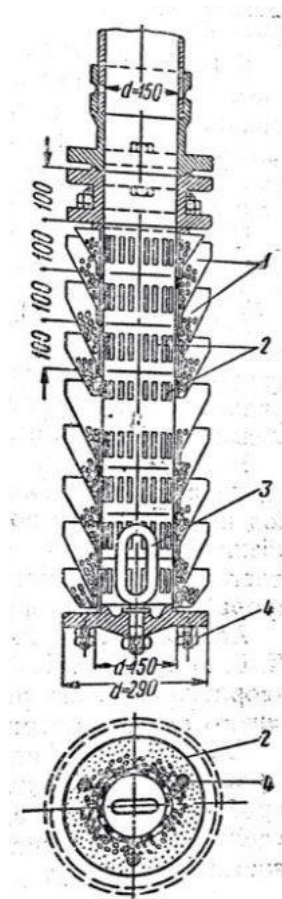


Рисунок 5.1 – Общий вид корзинчатого фильтра:

- 1 – корзинки чугунные, заполненные гравием; 2 – проходные отверстия;
3 – спусковое кольцо; 4 – анкерные болты

Гравийный кожуховый фильтр (рисунок 5.2.) состоит из следующих основных элементов: опорного перфорированного трубчатого или стержневого каркаса, сетки или проволоочной обмотки, гравийной обсыпки, обычно однослойной, толщиной до 50 мм, кожуха из сетки, штампованного листа или трубы с щелями, хомутов, которыми сетчатый кожух притягивается по краям к каркасу (вместо хомутов может использоваться проволока), поясов жесткости из проволоки, служащих для предохранения сетки от выпучивания в отдельных местах, муфты, если фильтровая колонна собирается с помощью резьбового соединения [48].

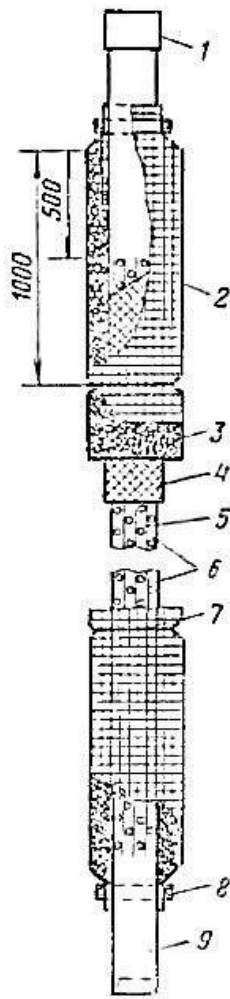


Рисунок 5.2 – Гравийный кожуховый фильтр:

- 1 – муфта; 2 – кожух; 3 – гравийная обсыпка;
 4 – сетка или проволочная обмотка; 5 – дырчатая часть каркаса;
 6 – опорные стержни; 7 – проволочные пояса жесткости; 8 – хомут;
 9 – глухая часть каркаса

Гравийные кожуховые фильтры собирают в следующей последовательности. На щелистом или дырчатом каркасе длиной 3 м укрепляют опорные стержни, которые покрывают сеткой или проволочной обмоткой (размеры щелей обмотки или ячейки сетки должны быть несколько меньше диаметра гравийной обсыпки). Если каркас стержневой, то опорные стержни не нужны. Затем надевают сетчатый кожух, который в нижней части звена фильтра притягивают по краям хомутом, и приступают к засыпке в кожух гравия. Гравий

уплотняют путем набивки или усадки легкими ударами, наносимыми по наружному кожуху деревянными колотушками, обеспечивая заданную толщину обсыпки. Для предохранения стеки от выпучивания в отдельных местах кожух обматывают проволокой, создавая пояса жесткости с расстоянием между ними не более 1000 мм. Диаметр частиц используемого для обсыпки гравия должен быть в 10 раз больше диаметра водоносного песка [48]. Гравийные фильтры блочного типа применяются при глубине скважины более 100 м и могут быть двух видов: монолитные и пустотелые.

Монолитные фильтры (рисунок 5.3.) имеют сплошное гравийное заполнение: фильтрация воды через него происходит по периметру, а выходит вода через верхний торцевой конец [44].

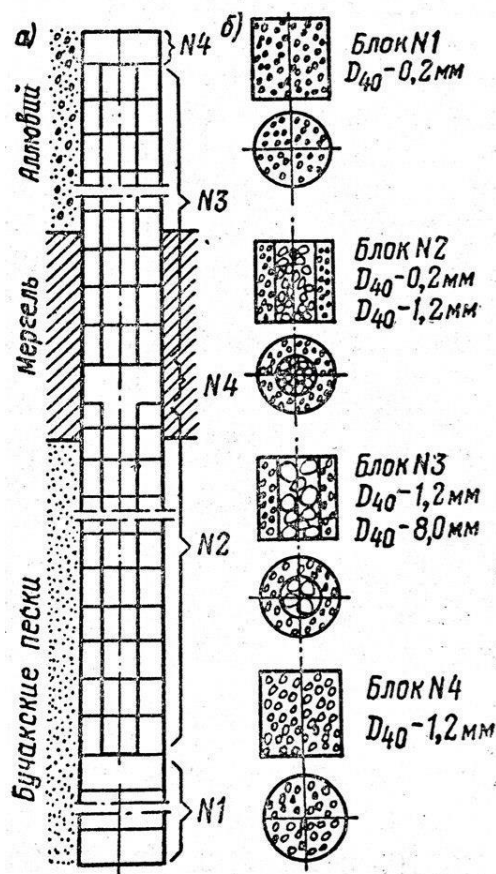


Рисунок 5.3 – Гравийный монолитный фильтр:

а – схема установки блоков в скважине; б – детали блоков

В пустотелых фильтрах блочного типа (рисунок 5.4.) фильтрация воды происходит по периметру через гравийное кольцо, а выходит вода через ствол, образованный пустотелыми блоками на всю длину фильтра, либо через трубчатый каркас, на который надеты блоки [46].

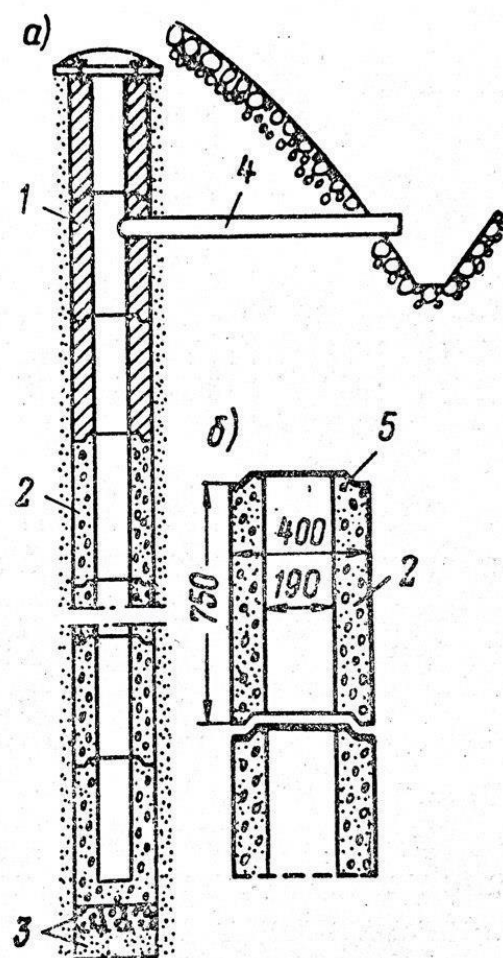


Рисунок 5.4 – Фильтр гравийный пустотелый:

а – общий вид скважины; б – деталь фильтра;

1 – блоки из плотного бетона; 2 – блоки из пористого бетона;

3 – гравийная песчаная подушка; 4 – отводная труба;

5 – войлочная прокладка на битуме

Основная идея создания фильтров этой конструкции заключается в том, чтобы не производить операций по подбору фильтров и обсыпке, а устанавливать их в готовом виде.

Для связи гравийных частиц в блоки применяются различные склеивающие и цементирующие вещества: клей резиновый, силикатный, битум, цемент, эпоксидная смола и другие вещества [15].

Гравийные фильтры блочного типа должны отвечать следующим требованиям:

1) блоки, надеваемые на стальные каркасы, должны сохранять необходимую прочность.

2) склеивающие вещества, должны быть устойчивыми по отношению к коррозии и эрозии, неизбежно возникающим при фильтрации воды различного химического состава.

3) склеивающие вещества не должны содержать в своем составе химических компонентов, вредных для здоровья человека.

4) фильтры блочного типа должны иметь достаточные размеры пор и пористость, обеспечивающие необходимый приток воды к скважине.

В результате лабораторных и полевых исследований выявились основные недостатки работы фильтров блочного типа [46].

1) Введение склеивающих веществ в массу гравия приводит к образованию тупиковых пор, в связи, с чем в блоках задерживаются мелкие частицы водоносных пород, что резко повышает входные сопротивления в фильтрах, изготовленных из мелкого гравия.

2) Скважины, оборудованные фильтра блочного типа, по сравнению со скважинами, оборудованными фильтрами с рыхлой гравийной обсыпкой, менее производительные и менее устойчивы к процессам химического зарастания и кольматажа.

3) При восстановлении производительности скважин с помощью взрыва детонирующего шнура блочные фильтры разрушаются.

4) При кислотных обработках гравийных фильтров с использованием клеев резко понижается механическая прочность блоков. При кислотных обработках фильтров блочного типа восстановление производительности менее эффективно по сравнению со скважинами, где фильтр оборудовался на забое.

В результате лабораторных и полевых исследований выявились основные недостатки работы фильтров блочного типа.

1) Введение склеивающих веществ в массу гравия приводит к образованию тупиковых пор, в связи, с чем в блоках задерживаются мелкие частицы водоносных пород, что резко повышает входные сопротивления в фильтрах, изготовленных из мелкого гравия.

2) Скважины, оборудованные фильтра блочного типа, по сравнению со скважинами, оборудованными фильтрами с рыхлой гравийной обсыпкой, менее производительные и менее устойчивы к процессам химического зарастания и кольматажа.

3) При восстановлении производительности скважин с помощью взрыва детонирующего шнура блочные фильтры разрушаются.

4) При кислотных обработках гравийных фильтров с использованием клеев резко понижается механическая прочность блоков. При кислотных обработках фильтров блочного типа восстановление производительности менее эффективно по сравнению со скважинами, где фильтр оборудовался на забое.

5.2.2. Гравийные фильтры, сооружаемые на забое

В отличие от гравийных фильтров, которые собирают на поверхности и опускают в скважины в готовом виде, есть другая группа гравийных фильтров, образуемых путем засыпки или нагнетания гравия в забой скважин.

Гравийные обсыпки на забое скважины можно сооружать двумя основными способами:

- засыпкой гравия в забой по межколонному пространству при свободном падении частиц под действием силы тяжести (гравитационный способ);
- закачкой гравия в забой при помощи технической воды.

Гравитационный способ наиболее простой с точки зрения проведения технологических операций. Суть метода в том, что гравий подается вручную

либо по трубе малого диаметра, либо по кольцевому зазору при отсутствии циркуляции в скважину.

Недостатки метода:

- в гравий попадает большое количество инородных примесей, ухудшающих фильтрационные характеристики гравийного фильтра;
- гравийный материал, засыпаемый в скважину, часто не достигает зоны установки фильтра из-за пробкообразования вследствие этого образуются открытые каналы и пустоты, наличие которых способствует повышенному выносу песка из скважины в процессе эксплуатации;
- вследствие различной гидравлической крупности гравия частицы различных размеров и формы имеют различные скорости свободного осаждения, что при ручной подаче гравия приводит к сильному расслоению фильтра.

Фильтры гравийные, образуемые путем закачки гравия. Сущность метода бурения таких скважин заключается в следующем: буровая скважина проходится основным диаметром до проектной глубины, а затем на участке устройства фильтра в забой расширяется. На обсадной колонне меньшего диаметра в скважину спускается фильтр. В расширенный забой гравий закачивается методом обратной циркуляции: совместно с циркуляционной жидкостью гравий по межтрубному пространству проникает в забой, где, теряя скорость, осаждается [47].

5.3. Усовершенствование модели гравийных фильтров

Проанализировав гравийные фильтры, сооружаемые на поверхности и забое скважины, можно сказать, что оба типа фильтров имеют как свои достоинства, так и недостатки. Взяв лучшее из обоих типов фильтров можно предложить модель дезинтегрируемого гравийного фильтра [49].

Дезинтегрируемый гравийный фильтр – изделие, представляющее из себя смесь гравия, склеивающего реагента и удерживающей оболочки, закрепленное на фильтровой трубе, которое по истечении заданного времени растворяется с последующим осыпанием гравия в зону продуктивного пласта [49].

Требования, предъявляемые к конструкции:

- растворение фильтра должно достигаться в пределах 5–10 часов после начала спуска в скважину;
- конструкция фильтра не должна нарушаться в процессе спуска обсадной колонны;
- обеспечение минимальных гидравлических сопротивлений при спуске фильтра в технологическую скважину;
- возможность легкой надежной сборки фильтра с обсадной колонной;
- осуществление качественного однородного уплотнения фильтра в фильтровой части скважины.

Данный фильтр будет сооружаться на поверхности по типу блочного фильтра и опускаться на колонне обсадных труб на забой скважины. С тем условием, что вещество, которое соединяет гравий в блоки при контакте с водой будет растворяться и тем самым будет происходить разрушение монолита на рассыпной гравий [50].

Особенности данного фильтра:

- снижена вероятность того, что гравий расслоится по пути на забой, так как фильтр будет собираться на поверхности, и в блоки будут закладываться частицы гравия одинаковые по размеру и окатанности;
- исключается вероятность того, что в гравий попадут инородные тела, так как блоки до контакта с водой находятся в монолитном состоянии;
- исключается вероятность пробкообразования за счет монолитности блоков гравия и гравий будет доходить до фильтра;

- нет необходимости в расширении ствола скважины, поскольку блоки гравия при контакте с водой будут разрушаться, и потеряют свою форму, вследствие этого диаметр уменьшится.

5.3.1. Выбор и обоснование склеивающих реагентов

В данной работе в качестве склеивающего реагента были рассмотрены декстрины и крахмал.

Декстрин

Декстринами называют полисахариды, которые занимают промежуточное положение между глюкозой и крахмалом. Относится к безопасным пищевым добавкам. Химическая формула декстрина имеет вид: $(C_6H_{10}O_5)_n$, где n – число полимеризации, означающее, сколько одинаковых звеньев $(C_6H_{10}O_5)$ содержит молекула полисахарида.

Иногда декстрин называют искусственной камедью. Это вещество представляет собой порошок, имеющий цвет от белого до тёмно-оранжевого.

Крахмал

Крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$ является полисахаридом амилозы и амилопектина, синтезируемым растениями. Представляет собой аморфный порошок белого цвета, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде набухает и растворяется, образуя коллоидный раствор. При добавлении в воду кислот как катализатора, постепенно гидролизуется с уменьшением молекулярной массы и образованием растворимого крахмала, декстринов, вплоть до глюкозы. При действии ферментов или нагревании с кислотами подвергается гидролизу.

5.3.2. Методика подготовки образцов гравий гильзы

В работе рассматривалось несколько возможных вариантов конструкции гравий-гильз: с растворимой оболочкой; с гравием, склеенным связующим составом; со связующим составом и растворимой оболочкой. В связи с этим методика подготовки образцов для лабораторных испытаний с использованием различных составов связующего и оболочки была индивидуальной.

В общем виде методика подготовки образцов выглядела следующим образом. Для изготовления гравий гильзы (ГГ) приготавливалась смесь из гравия и склеивающих реагентов и расфасовывалась в металлические и пластиковые формы. Через сквозное отверстие в форме пропускался металлический стержень, имитирующий фильтровую колонну. Затем гравийная смесь утрамбовывалась [47].

Затем образцы помещались в сушильный шкаф ШС-80-01 типа СНОЛ, где выдерживались при заданной температуре до постоянной массы, что говорило о выходе воды из образца.

Физико-механические свойства гравий-гильзы определяются временем выдержки и температура сушки, а также и составом и концентрацией склеивающего агента. Все эти параметры исследовались экспериментально.

Для определения точного процентного соотношения гравия и склеивающих реагентов использовались лабораторные весы марки ВК-600.

При исследовании труднорастворимых реагентов для приготовления связующего вещества применялся высокочастотный миксер. В ряде экспериментов приготовляемый раствор подвергался нагреванию для ускорения процесса растворения реагентов [50].

В ряде опытов ГГ после выдержки в сушильном шкафу дополнительно покрывалась защитной оболочкой и помещалась обратно в сушильный шкаф до затвердевания оболочки, если исследовалась модель «связующее + оболочка». После просушки ГГ в сушильном шкафу, она извлекалась из формы и остужалась до комнатной температуры.

5.3.4. Методика испытаний образцов гравий-гильзы

Для осуществления визуальной фиксации процесса растворения использовались стеклянные мерные цилиндры емкостью 1 л, выступающие в качестве модели скважины. Цилиндры заполнялись технической водой или раствором кислоты. Внутри помещались подготовленные по вышеуказанной методике образцы гравий гильзы. Процесс растворения записывался на цифровую видеокамеру [49].

Лабораторные испытания проводились при следующих условиях:

1. Испытания проводились без учета действующих на гравий гильзу гидравлических сил при ее спуске в модель скважину.
2. Испытания проводились в воде, а не в буровом растворе.
3. Не учитывалась скважинная температура.
4. ГГ испытывали без опоры, присущей технологии формирования фильтровой части технологических скважин с двумя бентогильзами.

Однако выбор такого метода лабораторных испытаний на первом этапе обосновывается простотой и дешевизной проведения экспериментов, что позволяет провести их большое количество в кратчайшее время, выбрав основные реагенты для дальнейших экспериментальных исследований.

Испытание таким способом позволяют определить:

- время разложения ГГ;
- количество осадков склеивающего реагента после разложения гравий гильзы.

5.3.4. Результаты проведенных экспериментов

Были проведены опыты крахмалом и декстрином в качестве склеивающих реагентов. По результатам эксперимента построены графики зависимости концентрации склеивающего вещества от времени (рисунок 5.5).

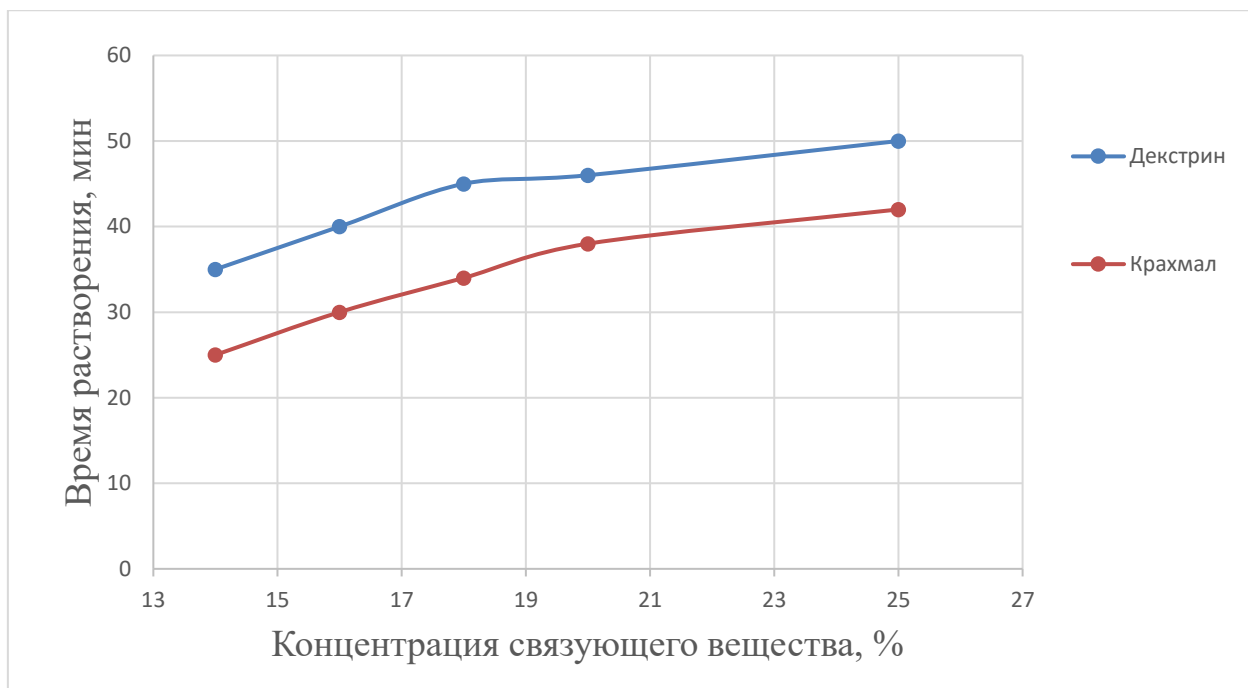


Рисунок 5.5 – Зависимость влияния концентрации клеящего вещества на время растворения

Установлено, что при увеличении концентрации склеивающего вещества время растворения увеличивается, что можно объяснить следующим:

1. Увеличивается количество связующего реагента, что приводит к его более плотному распределению между частичками гравия, в результате чего замедляется диффузия воды к набухающему полимерному связующему.
2. Снижается общая масса гравия, что приводит к меньшим нагрузкам, действующим на гравий гильзы.

По результатам опыта можно сделать вывод, что декстрин является более труднорастворимым в сравнение с крахмалом, при смешении его с гравием, следовательно, склеивающее вещество будет растворяться дольше, а это даёт больше времени для спуска фильтра.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Организационно-экономическая характеристика бурового предприятия

Полное название – Общество с ограниченной ответственностью «Победит». Основные виды деятельности – основным профилем деятельности компании является строительство водозаборных скважин промышленного и бытового значения. Также компания проводит инженерно-геологические изыскания, бурение разведочных скважин, бурение под электрохимзащиту.

Руководство – Директор Томского филиала.

Контактные лица – главный инженер; главный геолог; секретарь.

Адрес: 634009 Россия, Томская область, город Томск, ул. Федоры Лыткина 26-1.

6.2. Техничко-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1. Технический план (таблица видов и объемов проектируемых работ)

Согласно геологическому заданию комплекс проектируемых работ можно представить таблицей 6.1.

Таблица 6.1 – Виды работ по объему

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	Проектно-сметные работы:		
	– сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований	стр	50
	– составление предварительных графических материалов	лист	3
	– составление текстовой части проекта на геологические работы	стр	100
2	Полевые работы:		
	– буровые работы	м	120
	– монтаж и демонтаж буровой установки	уст.	1
	– геофизические исследования скважин	м	120

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

6.2.2. Расчет затрат на проектно-сметные работы

6.2.2.1. Расчет затрат времени и основной заработной платы

Расчет затрат времени на проектно-сметные работы приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расчет затрат времени на проектно-сметные работы

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм	Количество	Норма выработки на 1 чел	Затраты труда чел-дни			Всего чел-дней
					ст.инж. г/г	инж. г/г	техник г/г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Сбор и анализ материалов работ, а также литературных материалов	стр	50	25	1	1	-	2
2	Определение объемов работ и согласование с вышестоящими организациями	чел-дн	3	-	1	2	-	3
3	Составление геологической части проекта	стр	16	4	2	2	-	4
4	Составление производственно-технической части проекта	стр	24	4	2	4	-	6
5	Составление графических приложений	лист	3	0,25	-	5	7	12
6	Составление сметы	стр	8	4	1	1	-	2
7	Корректурa проекта и сметы	стр	75	35	-	1	2	3
8	Корректурa графических приложений	лист	3	1	-	-	3	3
9	Согласование, утверждение проекта и сметы	чел-дн	4	-	-	3	1	4
	Всего:				7	19	13	39

Продолжительность проектирования определяется по формуле:

$$T_{п} = \frac{\text{всего чел-дн} / n}{N_c}, \quad (6.1)$$

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

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

$$T_{\text{п}} = \frac{39/3}{25.6} = 0,5 \text{ (месяц)}.$$

В таблице 6.2 представлены расходы на проектно-сметные работы.

Таблица 6.2 – Заработная плата на проектно-сметные работы

№ п/п	Вид расходов	Единицы измерения	Количество	Дневная ставка	Сметная стоимость в рублях
1	Старший инженер-геолог	чел-дн	7	780	5 460
2	Инженер-геолог	чел-дн	19	476	9 044
3	Техник-геолог	чел-дн	13	421	5 473
4	Итого основная заработная плата				19 977
5	С районным коэффициентом (1,3%)				25 971
6	Дополнительная заработная плата (7,9%)				2 078
7	Итого с дополнительной заработной платой				28 049
8	Отчисление на социальное страхование (30%)				8 415
9	Всего основных расходов				36 464

6.2.2.2. Материалы, основные фонды и амортизация на проектно-сметные работы

Для проведения проектно-сметных работ используются основные фонды, указанные в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Стоимость основных фондов для проведения проектно-сметных работ

№	Основной фонд	Стоимость, руб.	Срок эксплуатации, мес.	Амортизационные отчисления, руб./мес.
1	Офисное помещение	1 600 000	36	44 445
2	Компьютеры и комплектующие	360 000	24	15 000
3	Мебель	136 341	24	5 681
	Итого	2 096 341		65 126

В таблице 6.4 представлены материалы, используемые для создания проектно-сметных работ.

Таблицы 6.4. – Материалы для производства проектно-сметных работ

№	Наименование	Ед.изм	Количество	Цена	Стоимость
1	Канцелярские принадлежности	-	-	-	3 000
2	Картридж для принтера	шт.	3	600	1 800
	Итого		-	-	4 800

Таблица 6.5 – Основные расходы на проектно-сметные работы

№	Статьи основных расходов	Стоимость, руб.
1	Заработная плата	36 464
2	Амортизация	65 126
3	Материалы	4 800
	Итого	106 390

6.2.3. Расчет затрат на буровые работы

6.2.3.1. Расчет затрат времени, труда и заработной платы на выполнение буровых работ

Расчет затрат времени на бурение скважин буровой установкой УРБ-2А2 (таблица 6.6) рассчитывается с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 6.6 – Расчет затрат времени на бурение скважины самоходной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени на объём, ст-см.
1	2	3	4	5	6	7	8
1-120 м, 1 скважина							
1	II	320	6	0,07	ССН 93,т.5	1	0,42
2	III	238,1	65	0,07	ССН 93,т.5	1	4,55
3	III	139,7	16	0,07	ССН 93,т.5	1	1,12
4	III	93	120	0,07	ССН 93,т.5	1	8,4
Итого:						Σ=14,49 ст-см.	

* Для всех скважин применяется коэффициент:
- коэффициент, учитывающий бурение вертикальных скважин – 1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин $N_{\text{бур}} = 14,49$ ст-см.

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

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} \cdot n, \quad (6.2)$$

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

$$N_{\text{м-д}} = 2,2 \cdot 1 = 2,2 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

- промывка

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

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

$$N_{\text{всп}} = 0,17 \cdot 1 = 0,17;$$

- крепление скважин обсадными трубами

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{обс}} \cdot n, \quad (6.4)$$

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

$$N_{всп} = 0,0087 \cdot 1 \cdot 50 = 0,435 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{ппр} = N_{бур} / 103 \cdot 4; \quad (6.5)$$

$$N_{ппр} = 14,49 / 103 \cdot 4 = 0,036 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах – каротаж

$$N_{кар} = H_{кар} \cdot n, \quad (6.6)$$

где $H_{кар}$ – норма времени на каротаж скважин 100 м.

$$N_{кар} = 120 \cdot 0,33 / 100 = 0,4$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{общ} = N_{бур} + N_{м-д} + N_{всп} + N_{ппр} + H_{кар}; \quad (6.7)$$

$$N_{общ} = 14,49 + 2,2 + 0,17 + 0,435 + 0,036 + 0,4 = 18,13 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат труда и квалификационный состав буровой бригады приводится в таблице 6.7.

Расчеты ведутся в соответствии с принятыми нормами и правилами для геологоразведочных работ (СН 93, т.14, т.15.).

Таблица 6.7 – Расчет затрат труда

№	Должности и квалификации	Норма затрат труда, в чел-днях по СН	Затраты труда на объем	Количество человек
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	1
	2. Помощник бурильщика (4 разряд)	1	164,76	1
	ИТОГО:	2	494,27	8

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

Расчёт фактической коммерческой скорости:

$$П_{\text{мес}} = (Q / N_{\text{общ}}) \cdot 60, \quad (6.8)$$

где $П_{\text{мес}}$ – производительность труда буровой бригады за месяц; Q – объем бурения, м;

$N_{\text{общ}}$ – общие затраты времени;

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

$$П_{\text{мес}} = (120 / 18,13) \cdot 60 = 397 \text{ м/мес.}$$

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

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

где $П_{\text{мес}}$ – производительность труда буровой бригады за месяц;

Q – объем бурения, м;

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

$$T_{\text{пл}} = 120 / (397 \cdot 1) = 0,3, \text{ мес.}$$

Расчетное время выполнения, включая составление проектно-сметной документации

$$T_{\text{в}} = T_{\text{п}} + T_{\text{пл}}, \quad (6.10)$$

$$T_{\text{в}} = 0,5 + 0,3 = 0,8, \text{ мес}$$

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

В таблице 6.8 представлены расходы на проектно-сметные работы.

Таблица 6.8 – Заработная плата на проектно-сметные работы

№ п/п	Вид расходов	Единицы измерения	Количество	количество дней	Дневная ставка	Сметная стоимость в рублях
1	Начальник участка	чел.	1	9	1 667	15 009
2	Инженер по буровым работам	чел.	1	9	1 320	11 800
3	Инженер-механик	чел.	1	9	1 000	9 000
4	Буровой мастер	чел.	1	9	950	8 550
5	Машинист буровой установки (5 разряд)	чел.	1	9	900	8 100
6	Помощник бурильщика (4 разряд)	чел.	1	9	800	7 200
4	Итого основная заработная плата					56 659
5	С районным коэффициентом (1,3%)					77 557
6	Дополнительная заработная плата (7,9%)					6 202
7	Итого с дополнительной заработной платой					83 759
8	Отчисление на социальное страхование (30%)					25 128
9	Всего основных расходов					108 887

6.2.3.3. Материалы, основные фонды и амортизация на буровые работы

Для проведения буровых работ используются основные фонды, указанные в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Стоимость основных фондов для проведения буровых работ

№	Основной фонд	Стоимость, руб.	Срок эксплуатации, мес.	Амортизационные отчисления, руб./мес.
1	Буровая установка УРБ-2А2	1 700 000	36	47 223
2	Долото трехшарошечные типа Ш-244,5С-ГКУ	68 600	12	5 717
3	Долота трехшарошечные типа Ш-190,5ТКЗ-ЦВ	48 300	12	4 025
4	Бурильные трубы СБТМ-50*5,5*4,5	180 000	36	5 000
5	Инструменты	100 000	24	4 167
6	Буровое оборудование	50 000	36	1 389
	Итого	2 146 900		67 521

В таблице 6.9 представлены материалы, используемые при проведении буровых работ.

Таблицы 6.9 – Материалы для проведения буровых работ

№	Наименование	Ед.изм	Количество	Цена	Стоимость
1	2	3	4	5	6
1	Насос артезианский с погружным электродвигателем, марки 1ЭЦВ-6-10-110	Шт.	1	34 394	34 394
2	Трубы насосно-компрессорные НКТ	т	0,5	35 000	17 500
3	Провод полупогружной ВПП с медной жилой	м	110	40,5	4 455
4	Трубы стальные электросварные прямошовные со снятой фаской	т	2	85 000	170 000

Продолжение таблицы 6.9.

1	2	3	4	5	6
5	Горюче-смазочные материалы	-	-	100 000	100 000
6	Расходные материалы	-	-	20 000	20 000
7	Башня Рожновского ВБР-25				270 000
	Итого		-	-	619 349

В таблице 6.10 представлены основные расходы на буровые работы.

Таблица 6.10 – Основные расходы на буровые работы

№	Статьи основных расходов	Стоимость, руб.
1	Заработная плата	108 887
2	Амортизация	67 521
3	Материалы	619 349
	Итого	792 757

6.2.4. Основные расходы на проведение работ

Основные расходы при проведении проектно-сметных и буровых работ приведены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Основные расходы

№	Расходы	Стоимость, руб
1	На проведение проектно-сметных работ	106 390
2	На проведение буровых работ	792 757
	Итого	896 147

6.3. Организация, планирование и управление буровыми работами.

6.3.1. Календарный план

Начало работ планируется на 1 июля 2018 года. Окончание – на 1 августа 2018 года. При своевременном и качественном выполнении работ рабочим выплачиваются премии.

Таблица 6.12 – Календарный план выполнения работ

№	Вида работ	Исходная информация		Месяцы	
		Время (дн.)	Кол-во бригад (чел.)	Июль	август
1	Организация буровых работ	15	3 чел.		
2	Транспортировка	2	6 чел.		
3	Буровые работы, монтаж-демонтаж, вспомогательные работы	11	1 бриг. 4 чел.		
4	Откачка скважины	1	1 бриг. 4 чел.		

6.4. Организация и управление буровыми работами

6.4.1. Режимы работы участков и численность производственного цикла

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 ч/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 Заключение по разделу

Основные расходы по проектно-сметным работам составили 106 390 руб., а основные расходы на работы по бурению составили 792 757 руб. Длительность работ составила 1 месяц из них 0,5 месяца составили проектно-сметные работы, 0,3 месяца работы на бурение и 0,2 месяца – резерв. Проведение работ планируется на 1 июля 2018 года, а окончание – на 1 августа 2018 года.

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 скважины на участке «Радужный» в поселок Зональная станция Томского района. В работе представлено описание буровой установки УРБ-2А2 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 произведен анализ гравийных фильтров, сооружаемых на поверхности, и предложена модель дезинтегрируемого (самораспадающегося) гравийного фильтра.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологическое строение окрестностей г. Томска: учебное пособие / С.С. Гудымович, И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчиков; – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 84 с.
2. Общая геология: учебное пособие / С.К. Кныш; – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 205 с.
3. География Томской области: учебное пособие / Н.С. Евсева, Л.Н. Окишева; – Томск: Изд-во научно-технической литературы, 2005. – 154 с.
4. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: учебное пособие / В.П. Парначёв, С.В. Парначёв; – Томска: Изд-во Томский государственный университет, 2010. – 144 с.
5. Подготовка водозаборных скважин к эксплуатации / В.А. Романенко. – Ленинград: Недра, 1990. – 119 с.
6. Теория геофизических исследований скважин: учебное пособие / Ю.Б. Давыдов; – 2014. – 154 с.
7. Геофизические исследования скважин: учебно-методическое пособие / Ф. А. Бурков, В. И. Исаев, Г.А. Лобова; – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – 110 с.
8. Сооружение, эксплуатация и ремонт водозаборных скважин: учебное пособие / В.П. Шестеров; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 207 с.
7. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В.Г. Храменков, В.И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
8. 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.
9. Бурение геологоразведочных скважин : учебное пособие / С.С. Сулакшин. – Москва: Недра, 1994 – 432 с.

10. Устройство буровых скважин для водоснабжения / А.М. Чалищев. – Москва: Госстроиздат, 1956. – 194 с.
11. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения / А.С. Белицкий, В.В. Дубровский. – 3-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Недра, 1974. – 255 с.
12. 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
13. Бурение и оборудование мелких скважин для водоснабжения / В.В. Дубровский, В.Ф. Карпов. – Москва: Госгеолтехиздат, 1952. – 134.
14. Справочник по бурению скважин на воду / Д. Н. Башкатов, С. С. Сулакшин, С. Л. Драхле, Г. П. Квашнин; – М., Недра, 1979. – 560 с.
15. Устройство буровых скважин для водоснабжения / А.М. Чалищев. – Москва: Госстроиздат, 1956. – 194 с.
16. Восстановление производительности водозаборных скважин / В.А. Романенко, Э.М. Вольницкая. – Ленинград: Недра, 1986. – 111 с.
17. Безопасность жизнедеятельности Белов С.В., А.В. Ильницкой А.В., Морозова Л.Л., Павлихин Г.П., Якубович Д.М., Козьяков А.Ф.. Учебник. МГТУ им. Н.Э. Баумана.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
19. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
20. ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования.
21. ГОСТ 12.4.125-83 Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
22. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1996.

23. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
24. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
25. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
26. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах».
27. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».
28. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".
29. СНиП 12-03-2001 "Техника безопасности в строительстве".
30. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
31. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1).
32. РД 51-1-96 Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин.
33. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении скважин.
34. РД 51-1-96 Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин.
35. СП 51.13330.2011 Защита от шума.
36. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении скважин.
37. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
38. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
39. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

40. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание (с Изменением N 1).

41. ГОСТ 12.4.221-2002. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования.

42. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1).

43. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

44. Трудовой кодекс Российской Федерации.

45. П-44-16.1-00-01 Положение «О порядке организации безопасного ведения одновременного производства буровых работ, освоения, реконструкции, эксплуатации и ремонту скважин на кусте».

46. Фильтры буровых скважин / В.М. Гаврилко, В.С. Алексеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, 1976. – 344 с.

47. Водозаборные скважины с гравийными фильтрами / Г.П. Кваشین, А.И. Деревянных. – Москва: Недра, 1981. – 216.

48. Фильтры блочного типа из пористой керамики для водозаборных и водопонижительных скважин / В.М. Гаврилко, Н.Д. Бессонов. – Москва: 1960. – 44 с.

49. Разработка технических средств гравийной обсыпки (гравий-гильза) прифильтровой зоны технологических скважин / А.А. Бер, А.В. Курулюк // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидроэкологии Евразии материалы Всероссийской конференции с международным участием, г. Томск, 23-27 ноября 2015 г.: / Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет (ТПУ) ; под ред. А.Ю. Дмитриева. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – [С. 564-567].

50. Лабораторный стенд для исследования гидравлики фильтров скважин / А.А. Бер, Л.М. Бер, А.С. Портнягин ; науч.рук. К.М. Минаев // Проблемы

геологии и освоении недр : труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля 2016 г. : в 2 т. – Томск : Изд-во ТПУ, 2016. – Т.2. – [С. 704-705].