

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки – Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка рекомендаций к проектированию нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях

УДК 622.24:52-83-021.383-047.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ73	Тихонов Алексей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Романюк В.Б.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев А.В.	к.т.н.		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые естественнонаучные, социальноэкономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, для решения прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем, соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики), самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности</i> .
P3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.
P4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .
P5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов.
P6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .
P7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i> .
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеет иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности.
P9	Разрабатывать и внедрять инновационные решения при строительстве скважин
P10	Обеспечивать технологический контроль и управление процессом бурения скважин
P11	Разрабатывать проектную документацию на строительство скважин в осложненных горно-геологических условиях.

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки – Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ73	Тихонову Алексею Сергеевичу

Тема работы:

Разработка рекомендаций к проектированию нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №1021/С от 08.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06-07.06.2019
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Проектирование нефтяных и газовых скважин Область применения: Организации по разработке проектной документации на строительство скважин
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <small>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</small>	1. Современное состояние в области проектирования строительства нефтяных и газовых скважин 1.1 Внедрение системы мониторинга и авторского надзора за строительством скважин 1.2 Автоматизация расчетов при проектировании 1.3 Недостаточность и неточность геологических данных 1.4 Отсутствие единого экспертного органа государственного уровня 1.5 Строительство скважин по групповым рабочим проектам 1.6 Устарелые нормативные документы в области

	<p>строительства скважин</p> <p>2. Анализ сложных горно-геологических условий проводки скважины</p> <p>2.1 Интервалы несовместимые по условиям бурения</p> <p>2.2 Поглощающие горизонты</p> <p>2.3 Неустойчивые горные породы</p> <p>2.4 Многолетнемерзлые породы</p> <p>2.5 Солевые отложения</p> <p>2.6 Пласты с аномально высоким пластовым давлением</p> <p>2.7 Пласты с аномально низким пластовым давлением</p> <p>2.8 Пласты с содержанием газа</p> <p>3. Анализ современных технологических требований к скважине</p> <p>3.1 Назначение скважины</p> <p>3.2 Профиль скважины</p> <p>3.3 Пилотный ствол</p> <p>3.4 Способ заканчивания</p> <p>4. Рекомендации по подбору технологических решений для сложных горно-геологических и технических условий строительства скважины</p> <p>4.1 Влияние геологических условий на проектные решения</p> <p>4.1.1 Влияние интервалов несовместимых по условиям бурения на проектные решения</p> <p>4.1.2 Влияние поглощающих горизонтов на проектные решения</p> <p>4.1.3 Влияние неустойчивых горных пород на проектные решения</p> <p>4.1.4 Влияние многолетнемерзлых пород на проектные решения</p> <p>4.1.5 Влияние солевых отложений в разрезе скважины на проектные решения</p> <p>4.1.6 Влияние пластов с аномально высоким пластовым давлением на проектные решения</p> <p>4.1.7 Влияние пластов с аномально низким пластовым давлением на проектные решения</p> <p>4.1.8 Влияние пластов с содержанием газа на проектные решения</p> <p>4.2 Влияние технологических условий на проектные решения</p> <p>4.2.1 Влияние назначения скважины на проектные решения</p> <p>4.2.2 Влияние профиля скважины на проектные решения</p> <p>4.2.3 Влияние пилотного ствола на проектные решения</p> <p>4.2.4 Влияние способа заканчивания на проектные решения</p> <p>5. Поэтапный алгоритм разработки проектной документации</p>
--	---

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Алгоритм разработки проектной документации на строительство скважин
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент отделения нефтегазового дела, к.э.н., Романюк В.Б.
Социальная ответственность	Ассистент отделения общетехнических дисциплин Черемискина М.С.
Часть на иностранном языке	Старший преподаватель отделения иностранных языков Лысунец Т.Б.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. The current state in the design of the construction of oil and gas wells 2. Analysis of complex mining and geological conditions of well drilling 	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев А.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ73	Тихонов Алексей Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ73	Тихонову Алексею Сергеевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Нефтегазовое дело / Строительство глубоких нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Справочники базовых цен на проектные работы для строительства</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налог на добавленную стоимость 20%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Линейный график выполнения работ</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. Линейный календарный график выполнения работ</i>
<i>2. Сметный расчет стоимости разработки проектной документации</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	08.02.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романюк В.Б.	к.э.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ73	Тихонов Алексей Сергеевич Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ73	Тихонову Алексею Сергеевичу

Институт	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Нефтегазовое дело. Строительство глубоких нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объект исследования - разработка проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 1.1 Специальные (характерные рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства; 1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства. Рассмотреть организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Профессиональная социальная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования 2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования. 2.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	Провести анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования. Провести анализ выявленных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.
3. Экологическая безопасность 3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду 3.2. Анализ «жизненного цикла» объекта исследования. 3.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	Провести анализ влияния объекта исследования на окружающую среду. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований. 4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут при проведении исследований. 4.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	Анализ типовых ЧС. Рассмотреть наиболее вероятную чрезвычайную ситуацию. Разработать меры по предупреждению ЧС и план действий в результате возникшей ЧС и ликвидаций ее последствий.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	08.02.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Черемискина М. С.	-		08.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
---------------	------------	----------------	-------------

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело
 Уровень образования – магистратура
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения – осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06-07.06.2019
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01 марта 2019	1. Проведение литературного обзора по теме	20
08 марта 2019	2. Анализ сложных горно-геологических и технологических условий проводки скважины	20
22 апреля 2019	3. Разработка рекомендаций по подбору технологических решений для сложных горно-геологических и технологических условий строительства скважины	20
06 мая 2019	4. Разработка поэтапного алгоритма проектирования нефтяных и газовых скважин	30
23 мая 2019	5. Предварительная защита диссертации	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев Артем Владимирович	к. т. н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев Артем Владимирович	к. т. н.		

Реферат

Магистерская диссертация содержит 118 страниц, 8 рисунков, 11 таблиц, 66 литературных источников, 2 приложения.

Ключевые слова: проектирование строительства скважин, нефтяные и газовые скважины, проектная документация.

Объект исследования – проектирование нефтяных и газовых скважин.

Предмет исследования – этапы проектирования нефтяных и газовых скважин.

Целью магистерской диссертации является разработка рекомендаций к проектированию нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях.

Для достижения поставленной цели были выделены основные задачи

- выделить сложные горно-геологические и технологические условия проводки скважин
- подобрать современные решения по проводке скважин в сложных горно-геологических и технологических условиях
- разработать расширенный алгоритм проектирования

Выпускная квалификационная работа, презентация и таблицы выполнены при помощи пакета программ Microsoft Office, графический материал выполнен в программе «Компас-3DV16».

Область применения – организации по разработке проектной документации на строительство скважин.

Обозначения и сокращения

TAML – Technology Advancement for Multi-Laterals

LWD – Logging while drilling

АВПД – Аномально высокое пластовое давление

АНПД – Аномально низкое пластовое давление

ВНК – Водонефтяной контакт

ГИС – геофизические исследования скважины

ГНВП – Газонефтеводо проявление

ГОСТ – межгосударственный стандарт

ГРП – гидравлический разрыв пласта

ДНС – Динамическое напряжение сдвига

КНКБ – Компоновка низа бурильной колонны

МГРП – многостадийный гидравлический разрыв пласта

ММП – Многолетнемерзлые породы

НКТ – Насосно-компрессорные трубы

ППД – поддержание пластового давления

РД – руководящий документ

СНС – статическое напряжение сдвига

СПО – спуско-подъемные операции

Оглавление

Введение.....	13
1 Современное состояние в области проектирования строительства нефтяных и газовых скважин	14
1.1 Внедрение системы мониторинга и авторского надзора за строительством скважин ...	14
1.2 Автоматизация расчетов при проектировании.....	15
1.3 Недостаточность и неточность геологических данных	16
1.4 Отсутствие единого экспертного органа государственного уровня.....	17
1.5 Строительство скважин по групповым рабочим проектам	18
1.6 Устарелые нормативные документы в области строительства скважин.....	19
2 Анализ сложных горно-геологических условий проводки скважины.....	21
2.1 Интервалы несовместимые по условиям бурения.....	21
2.2 Поглощающие горизонты	22
2.3 Неустойчивые горные породы	24
2.4 Многолетнемерзлые породы.....	25
2.5 Солевые отложения	26
2.6 Пласты с аномально высоким пластовым давлением	27
2.7 Пласты с аномально низким пластовым давлением	28
2.8 Пласты с содержанием газа.....	29
3 Анализ современных технологических требований к скважине	31
3.1 Назначение скважины	31
3.2 Профиль скважины.....	32
3.3 Пилотный ствол.....	33
3.4 Способ заканчивания.....	34
4 Рекомендации по подбору технологических решений для сложных горно-геологических и технических условий строительства скважины.....	38
5 Поэтапный алгоритм разработки проектной документации	39
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
6.1 Методики определение стоимости разработки проектной документации на строительство скважины.....	40
6.2 Определение стоимости разработки проектной документации на строительство скважин.....	45
6.3 Разработка календарного план – графика разработки проектной документации.....	49
6.4 Сокращение времени и стоимости разработки проектной документации	50
7 Социальная ответственность	52

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	52
7.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	52
7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	53
7.2 Профессиональная социальная безопасность.....	55
7.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и разработке проектной документации.....	56
7.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования	60
7.3 Экологическая безопасность.....	66
7.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду и обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	66
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	68
Заключение.....	70
Список публикаций студента	72
Список использованных источников	73
Приложение А	81
Приложение Б.....	82

Введение

Основным направлением деятельности любой нефтегазодобывающей компании является увеличение объемов добычи, что возможно получить лишь при качественно построенном скважинном фонде. Повысить качество выполнения операций по строительству скважины можно за счет применения современной техники и технологий в процессе строительства скважин, привлечения надежного бурового подрядчика, высококвалифицированного персонала, обеспечения контроля над процессом строительства скважины, а также наличия качественного проекта.

Цель работы: разработка рекомендаций к проектированию нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- выделить сложные горно-геологические и технологические условия проводки скважин;
- подобрать современные решения по проводке скважин в сложных горно-геологических и технологических условиях;
- разработать расширенный алгоритм проектирования.

Объект исследования – проектная документация на строительство нефтяных и газовых скважин.

Предмет исследования - этапы проектирования.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

На сегодняшний день в области проектирования строительства нефтяных и газовых скважин происходит процесс перехода от появившегося в начале 2000-ых годов понятия “разрешение на строительство” к рабочему проекту, на основании которого осуществляется закупка материально-технических ресурсов и составляются план-программы на операции, осуществляемые в процессе строительства скважины. Данный переход возможен лишь при заинтересованности недропользователя (Заказчика) в получении качественной проектной документации, по которой в дальнейшем будут осуществляться работы по строительству скважины.

Далее будут рассмотрены основные мероприятия, благодаря которым удаётся осуществить данный переход, а также проблемы, которые сдерживают этот переход.

1.1 Внедрение системы мониторинга и авторского надзора за строительством скважин

В соответствии с Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности [7], организация, разработавшая проектную документацию, должна осуществлять авторский надзор за строительством скважин. В реальности большая часть работ по авторскому надзору выполняется по отчетам и сводкам со скважины, что является не всегда достоверной информацией и не позволяет вести внедрение актуальных решений при разработке проектной документации.

Проведение “полевого” авторского надзора является полезным инструментом, как для проектной организации, так и для Заказчика. Для Заказчика при привлечении проектной организации, как незаинтересованной

стороны, открывается возможность воздействия на недобросовестного подрядчика вплоть до применения штрафных санкций. При проведении полевого авторского надзора проектная организация получает доступ к фактически применяемым технологиям и оборудованию, применяемому при строительстве скважин, что позволяет при необходимости осуществлять оперативную корректировку проектной документации, а также учитывать производственный опыт при разработке новой проектной документации в будущем.

Проведение авторского надзора позволяет создать достоверную систему мониторинга и хранения информации по фактически построенным скважинам, опираясь на которую можно проводить сопоставление осложнений и параметров режимов бурения, при которых они были получены. Это позволит исключить систематические нарушения при подборе рецептур буровых растворов, параметров режима бурения, бурового оборудования, а также внедрять в проектные решения современные технологии.

1.2 Автоматизация расчетов при проектировании

Внедрение современных программных комплексов инженерных расчетов в бурении (Бурсофтпроект, Landmark, Drilling office и т.д.) позволяет значительно улучшить качество проектной документации, а также получить высокую достоверность проектных расчетов, таких как расчет бурильной колонны, программы промывки скважины, цементирования скважины. Применение программных комплексов инженерных расчетов в бурении позволяет в кратчайшее время построить профиль скважины, определить его критические сближения с другими скважинами на кустовой площадке и внести корректировки в оперативном режиме.

Использование современных расчетных систем позволяет производить определение параметров исходя из фактических значений. Например, имеется возможность корректировки коэффициента трения бурильной и обсадной колонны в скважине, исходя из фактического веса колонны и нагрузки на

крюке, что в свою очередь позволяет с высокой степенью достоверности оценивать вероятность спуска обсадной колонны до проектного забоя и грамотно подбирать её технологическую оснастку.

Лакомых А.В. в работе [2] рассматривает необходимость сокращения трудозатрат при проектировании на перенос данных с одной табличной формы в другую, например оформление геолого-технического наряда и графика совмещенных давлений. Стоит отметить, что до недавнего времени большая часть времени тратилась на перенос данных из одной табличной формы Excel в другую для проведения расчетов и оформления графиков. Путём автоматизации расчетов как в табличной форме Excel, так и в программных комплексах удалось добиться автоматического заполнения связанных таблиц, а также формирования графика совмещенных давлений и геолого-технического наряда, что значительно сокращает трудозатраты проектировщика и, как следствие, сроки разработки проектной документации.

1.3 Недостаточность и неточность геологических данных

Одной из главных проблем как проектных организаций, так и буровых предприятий является недостоверность геологических данных. Связано это с тем, что корректность геофизических исследований скважины и полученных из них геологических данных напрямую зависит от погрешности прибора и типа промывочной жидкости в скважине. Из опыта можно сказать, что расхождение данных, полученных на основе геофизических исследований и данных керновых исследований, может составлять до 50%.

Проблему недостоверности геологических данных можно решить с помощью активно внедряющегося на территории Российской Федерации геомеханического моделирования. Суть данного метода заключается в анализе полученной геофизической информации по пробуренным скважинам, проведение геомеханических исследований керна, определение его прочностных свойств и калибровка геологической информации по всему

разрезу скважины. Применение геомеханических исследований особенно необходимо при строительстве наклонно-направленных и горизонтальных скважин с большими отходами. Это связано с тем, что на основе геомеханических зависимостей можно определять оптимальные азимутальные и зенитные углы вскрытия нестабильных пластов.

К примеру, Малютиным Д.В. была получена зависимость устойчивости глин от зенитного угла [3]. Автором был сделан вывод о том, что при вскрытии неустойчивых глин Покачевской пачки под зенитным углом более 80° их устойчивость нарушается.

Проблема недостаточности геологических данных вытекает из того, что хранением, обработкой и выдачей геологической информации занимаются разные организации. Исходя из этого, при необходимости проведения корректировки выданных геологических данных, либо их уточнения, тратится большое количество времени на создание и перенаправление запросов в организации. Возникает необходимость создания единого геологического центра в периметре компании, с которым проектные организации взаимодействовали бы напрямую.

1.4 Отсутствие единого экспертного органа государственного уровня

В 2014 году было утверждено постановление правительства Российской Федерации №533 “О внесении изменений в ст. 49 и 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации” [6], в соответствии с которым было отменено обязательное прохождение государственной экспертизы при разработке проектной документации на строительство скважин. С одной стороны, данная поправка позволила сократить сроки разработки проектной документации и её стоимость. С другой стороны, с утверждением данного постановления, стал отсутствовать единый государственный экспертный орган в области строительства скважин, который бы позволял решать спорные вопросы в части

разработки проектной документации и давать компетентные комментарии по безопасности принятых решений.

Для решения данной проблемы на уровне компании создаются собственные экспертные органы, и организовывается проведение технико-технологической экспертизы принятых решений по строительству скважин. В первую очередь данная экспертиза проводится для технологически сложных объектов и объектов, строящихся в сложных горно-геологических условиях. Кроме экспертизы в рамках компании, экспертиза проектов проводится внутри дочерних обществ (проектных организаций), силами отделов технологического контроля (отделов внутренней экспертизы). Также разработанная проектная документация подлежит проверке нормоконтроля на соблюдение требований ГОСТ в части оформления.

1.5 Строительство скважин по групповым рабочим проектам

На сегодняшний день большинство эксплуатационных скважин строятся по групповым рабочим проектам. Групповой рабочий проект разрабатывается с усредненной конструкцией и усредненным профилем для группы скважин одного месторождения, строящихся в схожих геологических условиях и имеющих одинаковые технические требования по проводке.

Карасев Д.В. в работе [1] рассматривает основные проблемы групповых рабочих проектов, такие как большое различие скважин по глубине, устаревание проекта за время разбуривания месторождения (2-10 лет), отсутствие технологических решений под конкретный профиль. Решением данной проблемы автор видит разработку индивидуальных рабочих проектов. С учетом увеличивающихся объемов эксплуатационного бурения у Недропользователей (от 10 до 1000 скважин в год), данное решение является неуместным, в связи с тем, что большинство проектных организаций не обладают возможностями для разработки индивидуальных рабочих проектов на строительство скважин в таком объеме.

Решение данной проблемы на сегодняшний день видится в разработке рабочих программ на строительство скважины буровым подрядчиком на основе группового рабочего проекта, а также актуализация проектных решений в соответствии с изменениями в нормативной документации.

1.6 Устаревшие нормативные документы в области строительства скважин

Основным документом государственного уровня, который регламентирует состав технологической части проектной документации на строительство скважин является “РД 39-0148052-537-87 Макет рабочего проекта на строительство скважин на нефть и газ” [4], который был издан в 1987 году. В 2008 году было утверждено постановление правительства Российской Федерации № 87 [5], которое регламентирует состав проектной документации на объекты капитального строительства. В связи с этим общая пояснительная записка, выполнявшаяся по макету 1987 года, разбилась на том “Технологические решения”, в котором приводятся основные решения по строительству скважины, а часть разделов ушла в другие тома, такие как “Пояснительная записка”, “Конструктивные и объемно-планировочные решения”, “Проект организации строительства”. Кроме того, около 20 – 30 % таблиц утратили надобность и актуальность, часть из них требует переработки. Также различные инструкции, относящиеся к расчетам в бурении, такие как инструкция по расчету обсадных колонн, инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин, инструкция по расчету бурильных труб были выпущены в 1997 – 2000 годах и в связи с развитием технологий и материалов, применяемых при строительстве скважин, в некоторых требованиях утратили свою актуальность. Основным томом на строительство скважин является Раздел 5 “Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий,

содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения”.

Также, действуют следующие инструкции в области проектирования строительства скважин:

- РД 39-7/1-0001-89 “Инструкция по расчету обсадных колонн”;
- РД 39-00147001-767-2000 “Инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин”;
- РД 39-0147014-502-85 “Инструкция по расчету бурильных колонн”.

Данные инструкции были выпущены до 2000-х годов и в связи с развитием технологий и материалов, применяемых при строительстве скважин, в некоторых требованиях утратили свою актуальность. Исходя из этого, они не отвечают современным горно-геологическим и технологическим условиям проводки скважин, не учитывают возможности современного бурового оборудования при строительстве скважин.

Решением данной проблемы на сегодняшний день является разработка нормативных документов на уровне компании. Это позволяет добиться стандартизации в применении современных технологий и оборудования в процессе строительства скважины, обеспечить безаварийное строительство и дальнейшую эксплуатацию скважины.

Основываясь на полученном опыте и выполненном литературном обзоре можно сделать вывод о том, что основной причиной вялотекущего развития в области проектирования является отставание нормативно-технической документации в области проектирования строительства скважин от современных сложных горно-геологических условий проводки и технологических возможностей при бурении и креплении скважин.

2 АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОВОДКИ СКВАЖИНЫ

Под сложными горно-геологическими условиями строительства скважин понимают геологические особенности разреза, которые могут спровоцировать осложнение или аварию при отсутствии принятых мер по их предупреждению.

Выделяют следующие геологические особенности разреза:

- интервалы несовместимые по условиям бурения;
- поглощающие горизонты;
- неустойчивые горные породы;
- многолетнемерзлые породы;
- солевые отложения;
- пласты с аномально высоким пластовым давлением;
- пласты с аномально низким пластовым давлением;
- пласты с содержанием газа.

2.1 Интервалы несовместимые по условиям бурения

Под несовместимыми условиями бурения понимают, такое их сочетание, когда заданные параметры технологических процессов бурения нижележащего интервала вызывают осложнения в пробуренном вышележащем интервале, если последний не закреплен обсадной колонной, а проведение дополнительных специальных технологических мероприятий по предотвращению этих осложнений невозможно.

Оценку геологического разреза на совместимость проводят путём построения графика совмещенных давлений, на котором откладывают линии эквивалента пластового давления, плотности бурового раствора и градиента гидроразрыва породы. Исходя из построенных кривых, принимается решение о возможности (невозможности) бурения до проектного забоя без изменения

технологических параметров строительства скважины. На рисунке 1 представлен пример зоны, несовместимой по условиям бурения.

Некорректная оценка разреза на совместимость условий бурения приведет к осложнениям связанным с поглощениями бурового раствора, обрушением стенок скважины и газонефтеводопроявлениями.

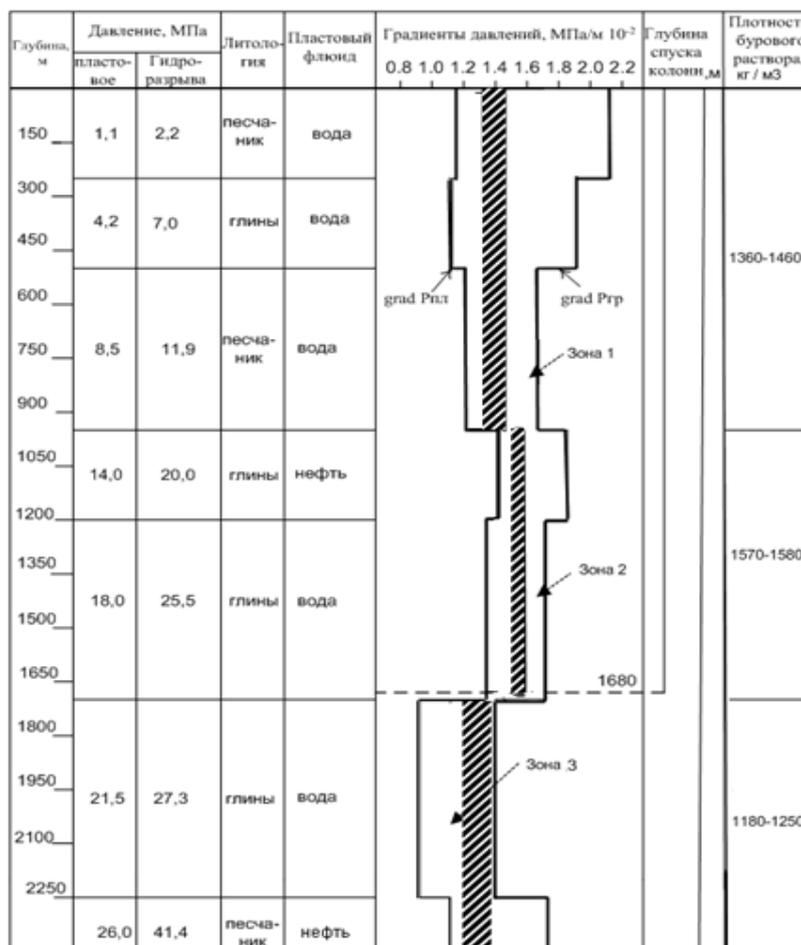


Рисунок 1 – Интервалы несовместимые по условиям бурения

2.2 Поглощающие горизонты

Поглощением бурового раствора является движение бурового раствора в пласт под действием гидростатического давления столба бурового раствора и гидродинамического давления циркуляции, которые больше давления начала поглощения пласта. При поглощении бурового раствора происходит уменьшение объёма промывочной жидкости в приемных емкостях.

Поглощения бурового раствора делятся на:

- **частичные**, когда циркуляция бурового раствора присутствует;
- **полные**, когда циркуляция отсутствует, но уровень бурового раствора находится на устье скважины;
- **катастрофические**, когда циркуляция отсутствует, уровень бурового раствора значительно ниже устья скважины;

Причины поглощений бурового раствора можно разделить на геологические и технологические

К геологическим причинам поглощения бурового раствора можно отнести:

- высокую проницаемость пласта;
- наличие тектонических разломов;
- наличие трещиноватых пластов в разрезе с низким давлением активации трещин;
- залегание пластов с низким градиентом гидроразрыва пласта.

К технологическим причинам поглощений бурового раствора относят:

- превышение допустимой скорости спускоподъемных операций;
- превышение допустимого расхода бурового раствора;
- несоблюдение (неверно выбранные параметры) параметров бурового раствора: плотности, вязкости и СНС;
- осуществление запуска насосов на повышенном расходе;
- неверно подобранный тип и фракционный состав кольматантов для поглощающего горизонта.

При бурении скважин поглощение бурового раствора может вызвать ряд других осложнений. К ним относятся: обрушение стенок скважины, нефтегазоводопроявления, прихваты бурильной колонны, некачественное цементирование и др.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод о том, что при наличии в разрезе каких-либо геологических факторов, которые могут спровоцировать поглощение бурового раствора, необходимо осуществлять контроль над

технологическими режимами в процессе бурения, так как геологические условия являются внешним фактором, изменить который не представляется возможным.

2.3 Неустойчивые горные породы

Под неустойчивыми горными породами понимаются горные породы, склонные к осыпанию, набуханию и выпучиванию в ствол скважины.

Осыпи и обвалы чаще всего возникают при вскрытии глинистых сланцев, уплотненных глин, аргиллитов. Кроме того, к осыпям и обвалам склонны породы, залегающие в верхней части геологического разреза, ввиду их несформировавшейся структуры. Основной причиной возникновения осыпей и обвалов является недостаточно высокая репрессия на пласт, увлажнение пород промывочной жидкостью и её фильтратом, механическое воздействие бурильным инструментом, а также гидродинамическое воздействие в процессе спуско-подъемных операций.

Обвалы стенок, носящие катастрофический характер, могут происходить в результате резкого и значительного снижения гидростатического давления, вызванного поглощением бурового раствора и загазированием бурового раствора.

Набухание горных пород чаще всего происходит в глинистых породах, основной причиной которых является их увлажнение промывочной жидкостью и её фильтратом. Особенно ярко это выражено для глин содержащих в своем составе монтмориллонит. На степень набухания глин, кроме репрессии, будет также влиять и время воздействия столба бурового раствора на открытый ствол скважины.

Выпучивание пород в ствол скважины, происходит при вскрытии высокопластичных пород, таких как аргиллиты, глинистые сланцы, песчанистые глины и глинистые сланцы, склонных под воздействием давления вышележащих пород деформироваться с течением времени и выпучиваться

(ползти) в ствол скважины. Основной причиной выпучивания является недостаточное гидростатическое давление столба бурового раствора и его фильтрата на открытый ствол скважины.

Диаметр ствола скважины при вскрытии глинистых отложений нестабилен, то уменьшается (при выпучивании и набухании), то увеличивается (при осыпях и обвалах стенок скважины).

2.4 Многолетнемерзлые породы

Многолетнемерзлые породы (ММП) – горные породы, залегающие в мерзлом состоянии более нескольких лет. Верхняя часть многолетнемерзлых пород отличается циклическим промерзанием – протаиванием с приходом теплого времени года и замерзанием с понижением температуры ниже нуля. Ниже порода постоянно содержит в своём составе до 90% льда, благодаря чему она имеет специфические свойства. Более 60% территории Российской Федерации расположено в районах с многолетнемерзлыми породами, мощность которых колеблется от 10 и до 2000 метров, а температура от 0 и до -16 °С. Средняя глубина залегания ММП составляет 500 м при температуре -5 °С.

Исходя из накопленного производственного опыта по разработке месторождений в зоне ММП можно сделать вывод о том, что при длительной или некорректной эксплуатации объектов капитального строительства многолетнемерзлые породы подвержены изменению своих физико-механических свойств из-за изменения своего агрегатного состояния (переход из мерзлого в растепленное состояние), что вызывает возникновение аварийных ситуаций.

Бурение скважин в многолетнемерзлых породах, также именуемых “криолитозоной”, имеет специфические особенности, в основе которых важную роль играет температурный фактор. В результате теплового воздействия бурящейся скважины происходит протаивание околоствольных пород, что приводит к возникновению осыпей и обвалов стенок скважины и является

причиной кавернообразования. Наличие в разрезе многолетнемерзлых пород предопределяет целый ряд осложнений, основными из которых являются:

- приустьевые провалы грунта;
- размывы устья скважин при бурении;
- низкое качество работ по цементированию;
- смятие обсадных колонн, в связи с циклически изменяющейся температурой;
- прихват бурильных и обсадных труб.

На рисунке 2 представлен пример растепления многолетнемерзлых пород в приустьевой части и образование воронки.



Рисунок 2 – Фрагмент воронки растепления на Ямбургском месторождении

2.5 Солевые отложения

Соленосные отложения, которые приходится разбуривать при строительстве скважин, представлены моно- и полиминеральными солями.

Мономинеральными являются обычно пласты галита NaCl с незначительными примесями ангидрита и глинистых пород. Полиминеральными являются главным образом калийные и калийно-магниевые породы.

Наличие в разрезе солевых отложений, как правило, создает значительные осложнения при бурении скважин, так как соли легко растворяются водной средой бурового раствора, как следствие этого, увеличивается диаметр скважины, возникает опасность течения солей. Растворение солей ведет к образованию каверн радиусом до 3 – 4 м и более.

Растворение солей в воде и жидкой фазе буровых растворов возрастает с повышением температуры и давления. Количество соли в растворе пропорционально времени контакта, растворимость солевых пород минимальна при полном насыщении (для данных температур) жидкой фазы растворов теми же солями.

2.6 Пласты с аномально высоким пластовым давлением

Аномально высокое пластовое давление (АВПД) – пластовое давление, превышающее более чем в 1,3 раза гидростатическое давление столба воды на данной глубине. Выделяют следующие причины возникновения АВПД:

- наличие у пласта гидравлической связи с глубокозалегающими пластами, которые имеют более высокое давление, чем у вышележающего пласта;
- высокий уровень грунтовых вод по сравнению с альтитудой устья (зона питания пласта находится выше, чем глубина залегания пласта по абсолютной отметке);
- появление новых минералов в процессе диагенеза, которые имеют большой объем, в связи с чем повышаются напряжения в скелете горной породы, часть из которых передается на флюид.

Основным осложнением при вскрытии пластов с АВПД (при несоблюдении требований указанных в проектной документации) является

флюидопроявление и, как следствие, открытое фонтанирование. Поэтому наличие в геологическом разрезе пластов с АВПД требует применения оборудования с более высокими прочностными и качественными характеристиками.

Наличие аномально высокого давления в продуктивном пласте способствует более эффективной и экономически выгодной эксплуатации скважины. АВПД позволяет осуществлять добычу пластового флюида без применения вторичных методов интенсификации притока, способствует более длительной эксплуатации скважины, увеличению конечного объёма добычи и дебита.

2.7 Пласты с аномально низким пластовым давлением

Аномально низкое пластовое давление (АНПД) – пластовое давление, меньшее, чем гидростатическое давление столба воды на данной глубине более чем в 1,3 раза. Выделяют следующие причины возникновения АНПД:

- разгрузка горного давления, что вызывает расширение порового пространства и снижение пластового давления;
- высокая альтитуа устья скважины, которая превышает абсолютную отметку уровня грунтовых вод;
- высокоинтенсивный отбор пластового флюида в процессе эксплуатации скважины.

При вскрытии пластов, давление в которых значительно ниже гидростатического, возникают большие риски получения поглощения бурового раствора, дифференциального прихвата и в случае, если пласт продуктивный, глубокого загрязнения порового пространства.

Совместное вскрытие зон АВПД и АНПД недопустимо, т.к. требуемая высокая репрессия для пласта с АВПД может спровоцировать поглощение в горизонте с АНПД и, тем самым, при снижении репрессии вызвать флюидопроявление из пласта с аномально высоким пластовым давлением.

2.8 Пласты с содержанием газа

На территории Российской Федерации наиболее распространены три типа добываемого пластового флюида:

- нефть;
- газ (газовый конденсат);
- вода.

К водозаборным скважинам предъявляются меньше всего требований по безопасности ведения работ, конструкции скважины, применяемому оборудованию. Это связано в первую очередь с тем, что чаще всего водозаборные скважины строятся для временного технического водоснабжения на этапе строительства скважины сроком эксплуатации до 18 месяцев и средней глубиной до 150 м. Строительство водозаборных скважин для добычи воды в целях ППД, является более ответственной и трудоемкой операцией, в связи с тем, что глубина данных скважин чаще всего превышает 1000 м, а срок их эксплуатации равен сроку разработки месторождения. Кроме того при строительстве скважин на водонапорные горизонты (давление больше гидростатического) необходимо руководствоваться всеми правилами и нормами, как для нефтегазовых скважин.

Следующими по сложности строительства и серьёзности требований безопасности являются нефтяные скважины. Главной опасностью при строительстве нефтяных скважин является вероятность воспламенения пластового флюида при контакте с огнем (искрой) на поверхности, что влечет за собой большие человеческие жертвы и потерю материальных ресурсов. Другой особенностью нефтяных пластов, является склонность к фонтанированию, т.к. нефтяные пласты чаще всего обладают пластовым давлением, большим, чем гидростатическое.

Наиболее опасными в процессе строительства и эксплуатации являются газовые скважины. Газ обладает множеством опасных свойств, которые необходимо учитывать при строительстве и эксплуатации скважин, таких как:

- высокая коррозионная агрессия;
- способность проникать в микроскопические отверстия и оказывать эрозионное воздействие, тем самым разрушая оборудование;
- способность разрушать цементный камень в процессе эксплуатации, что вызывает межколонные давления;
- оказывает воздействия на резино-технические изделия применяемого оборудования.

Кроме того, все газовые скважины относятся к первой категории скважин по степени опасности возникновения газонефтеводопроявлений. Повышенная опасность вскрытия газовых пластов объясняется следующими факторами:

- способностью газа проникать в интервале перфорации в скважину и образовывать газовые пачки;
- способностью газовых пачек к всплытию в столбе жидкости с одновременным расширением и вытеснением ее из скважины;
- способностью газовой пачки к всплытию в загерметизированной скважине, сохраняя первоначальное (пластовое) давление.

3 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СКВАЖИНЕ

Рассмотрев геологические условия, которые могут накладывать дополнительные требования на разработку проектной документации, стоит также выделить технологические требования к проекту, предъявляемые со стороны Заказчика (Недропользователя). Если геологические условия являются приблизительно одинаковыми для конкретного месторождения, то технологические требования к скважине могут меняться в значительной степени. Все технологические требования к скважине указываются и согласовываются Проектировщиком и Заказчиком на этапе разработки технического задания на проектирование.

Можно выделить следующие технологические требования к скважине:

- назначение скважины;
- профиль скважины;
- наличие пилотного ствола;
- способ заканчивания.

3.1 Назначение скважины

Назначение скважины является основным критерием, исходя из которого будут выбираться те или иные регламентирующие нормативные документы, конструкция скважины, применяемое оборудование, требования, предъявляемые к безопасности при строительстве скважины.

На сегодняшний день наиболее востребованы следующие скважины:

- **поисковые**, которые бурят на новых месторождениях с целью установления нефтегазоносности (обычно после проведения сейсморазведочных работ);
- **разведочные**, которые бурят с целью оконтуривания зон нефтегазоносности месторождения, подсчета запасов, определения

фильтрационно-емкостных свойств пласта и ожидаемого дебита (могут строиться и на уже разрабатываемых месторождениях для уточнения зон нефтегазоносности);

– **эксплуатационные**, назначение которых заключается в разработке месторождения. Выделяют два основных вида эксплуатационных скважин: **добывающие** и **нагнетательные**. Добывающие скважины предназначены для транспортировки пластового флюида на поверхность. Нагнетательные скважины применяют для закачки нагнетаемого агента в пласт для поддержания пластового давления.

3.2 Профиль скважины

Тип профиля скважины в большинстве случаев зависит от назначения скважины и утвержденной схемы разработки месторождения. В современных условиях вертикальными строят только поисковые и разведочные скважины. Более того, даже они бывают наклонно-направленными. Связано это с тем, что в большинстве случаев необходимая точка входа в пласт (геологическая цель) находится под болотом, неустойчивой местностью, где сооружение площадки строительства вертикальной скважины экономически не выгодно.

С каждым годом количество эксплуатационных скважин с горизонтальным профилем растет, что связано как с большим количеством достоинств данного профиля (большая площадь зоны дренирования, высокие дебиты), так и с тем, что строительство скважин с горизонтальным профилем становится более доступным в виду получения более квалифицированного бурового персонала и снижения стоимости строительства.

Сложность профиля оценивается отношением горизонтального смещения от устья к его вертикальной глубине, и чем больше данное соотношение, тем сложнее профиль в реализации. В первую очередь это связано с тем, что действие силы тяжести направлено не к долоту, поэтому происходит прижатие бурильной, так и обсадной колонны к стенке скважины.

Необходимость построения сложных профилей обусловлена следующим:

- оптимизация количества кустовых площадок, увеличение числа скважин на одной кустовой площадке;
- невозможность строительства кустовой площадки, ближе к точке входа в пласт (наличие моря, озера, болота, горы);
- строительство протяженного горизонтального участка, на пласт, залегающий в верхних интервалах (например Покурская свита);
- строительство скважин на море.

Тип профиля и его необходимые параметры указываются в техническом задании и подбираются исходя из схемы разработки месторождения и предпочтений недропользователя.

3.3 Пилотный ствол

Пилотный ствол скважины представляет собой продолжение участка стабилизации с перекрытием подошвы пласта не менее чем на 50 м, перед набором угла для горизонтальных, многозабойных и многоствольных скважин. Пилотный ствол бурят с целью уточнения:

- глубин залегания продуктивного пласта;
- границ водонефтяного контакта (ВНК);
- угла падения пласта;
- фильтрационно-емкостных свойств коллектора;
- оптимальной залежи для строительства горизонтального участка.

Бурение пилотного ствола целесообразно при строительстве первой скважины на кустовой площадке.

При проектировании профиля скважин с пилотным стволом стоит учитывать увеличение как временных затрат на бурение пилотного ствола, так и материальных на его ликвидацию. Стоит принимать во внимание, что с увеличением времени строительства скважины с пилотным стволом

происходит и увеличение качества пробуренного горизонтального участка и как следствие увеличение финансовой эффективности пробуренной скважины. На рисунке 3 представлен пример профиля горизонтальной скважины с пилотным стволом.

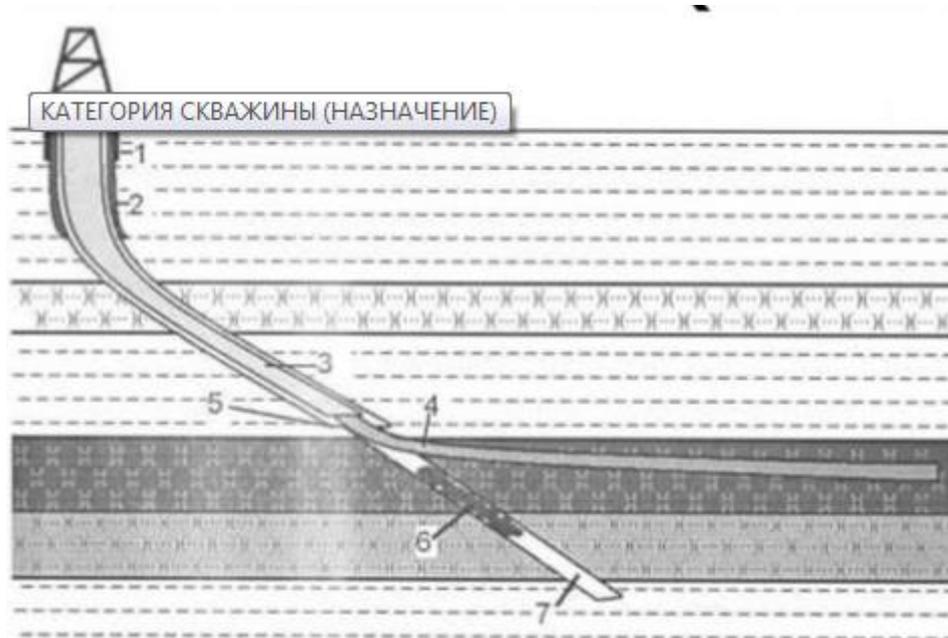


Рисунок 3 – Профиль горизонтальной скважины с пилотным стволом

1 – направление; 2 – кондуктор; 3 – эксплуатационная колонна; 4 – горизонтальный ствол; 5 – точка срезки; 6 – отсекающий цементный мост; 7 – пилотный ствол.

3.4 Способ заканчивания

Заканчивание скважин состоит из ряда операций, которые необходимы для начала первоначальной добычи. Основные способы заканчивания:

— **конструкция открытого забоя** предназначена для заканчивания скважин в условиях, когда применение тампонажного материала недопустимо из-за ухудшения коллекторских свойств пласта. Продуктивный объект остается открытым или перекрывается незацементированным фильтром. Такая конструкция возможна, если коллектор устойчивый;

— **конструкция закрытого забоя** необходима для изоляции продуктивных горизонтов друг от друга с целью обеспечения их разработки по

системе снизу вверх или для совместно-раздельной эксплуатации. Продуктивный объект перекрывается сплошной или потайной колонной с обязательным его цементированием.

— **конструкция забоя смешанного типа** сочетает элементы конструкций открытого и закрытого забоев. Такие конструкции рациональны в однородной залежи для изоляции близко расположенных от кровли объектов напорных горизонтов. С этой целью в верхнюю часть продуктивного объекта спускают и цементируют эксплуатационную колонну. Нижняя часть пласта остается открытой или перекрывается незацементированным фильтром.

— **конструкция забоев для предупреждения выноса песка** предусматривает создание в призабойной зоне искусственных барьеров, которые снижают поступление песка в скважину. С этой целью используют механические фильтры или фильтры из проницаемых материалов;

— **конструкция забоя для проведения МГРП** предназначена для изоляции интервалов стадийного ГРП друг от друга, и обеспечения осуществления гидравлического разрыва пласта в определенном интервале.

В большинстве случаев способ заканчивания скважины предопределяется в техническом задании на разработку проектной документации и зависит от ожидаемого способа интенсификации притока из пласта.

Многозабойные и многоствольные скважины

Под многоствольной скважиной понимается скважина, состоящая из основного ствола, из которого забурены один или несколько боковых стволов на разные пласты, причем точка сочленения боковых стволов с основным находится намного выше точки входа в пласт.

Многозабойная скважина состоит из основного ствола, как правило горизонтального, который пробурен по целевом пласту и из него забурены один или несколько боковых стволов. Отличие многозабойной и многоствольной скважины продемонстрировано на рисунке 4.

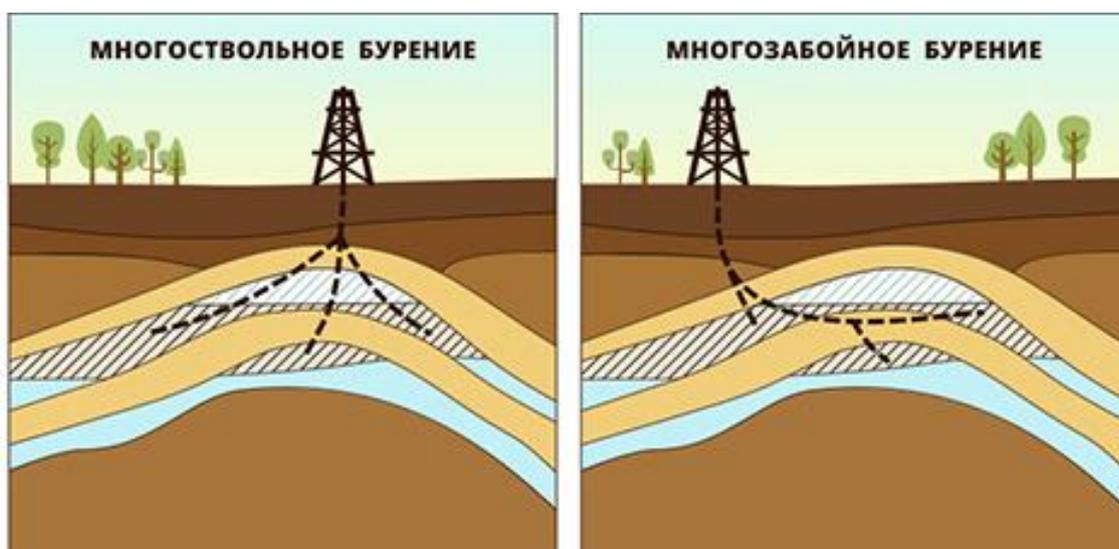


Рисунок 4 – Профиль многоствольной и многозабойной скважины

В 2002 году была сформирована классификация многоствольных скважин по способу заканчивания TAML. TAML (Technology Advancement for Multi Laterals) - некоммерческая организация, созданная для обмена опытом бурения горизонтально-разветвленных скважин, унификации подходов и определения направления дальнейшего развития этой технологии.

На территории Российской Федерации к 2019 году технология многозабойного бурения стала все более востребованной, что связано в большинстве своем с появлением более доступного оборудования для заканчивания многозабойным способом, а также возрастающего опыта строительства подобных скважин у буровых компаний и сервисных служб. В основном заканчивание осуществляется по 1 и 2 уровню по классификации TAML.

Технология многозабойного бурения позволяет без дополнительных временных и материально-технических затрат значительно увеличить зону дренирования скважины по продуктивному пласту и тем самым получить высокие показатели дебита из вновь пробуренной скважины.

Строительство многозабойных скважин осуществляется на ранее хорошо изученных и опробованных эксплуатацией месторождениях для исключения неэффективных финансовых и материальных затрат. Нередко строительство осуществляется в рамках опытно-промышленных испытаний, для оценки

целесообразности разработки проектной документации и масштабирования технологии многозабойного заканчивания для данного месторождения.

Скважины с проведением ГРП и МГРП

Под гидравлическим разрывом пласта понимается технология интенсификации притока из пласта и увеличения приемистости для нагнетательных скважин путем создания избыточного давления, большего чем давление активации трещин и закачки проппанта внутрь трещин для предотвращения их закрытия. Проведение ГРП на вновь построенной скважине позволяет получить высокие значения дебита на ранних стадиях, однако, как показывает практика, в течении года значения дебита значительно снижаются. Наиболее оптимально проведение ГРП на ранних стадиях разработки месторождения, что позволит вовлечь в разработку ранее не дренируемые зоны и увеличить коэффициент извлечения нефти из пласта.

Технология многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП) подразумевает разделение целевого пласта на несколько зон, отделенных пакерами, и проведение гидроразрыва в каждой зоне отдельно. Применение МГРП в горизонтальных скважинах является более предпочтительным традиционному ГРП в связи с большой длиной горизонтального участка (чаще всего более 500 м). При проведении классического гидроразрыва пласта не удастся достичь максимального охвата пласта. Технология МГРП позволяет по результатам геофизических исследований выделить наиболее оптимальные зоны для проведения ГРП, в интервалах данных зон установить специальные муфты и благодаря этому значительно увеличить приток из продуктивного пласта.

4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИНЫ

В связи с научной новизной результатов исследований данный раздел не представлен.

5 ПОЭТАПНЫЙ АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В связи с научной новизной результатов исследований данный раздел не представлен.

6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1 Методики определение стоимости разработки проектной документации на строительство скважины

На сегодняшний день существует два основных способа расчета стоимости разработки проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин – расчет по натуральным показателям объекта и расчет по трудозатратам.

Расчет стоимости ПИР по трудозатратам. При данном методе определяется фактическое время участия проектировщиков в разработке какого-либо тома проекта или конструктивного элемента здания сооружения и иных видов работ, отсутствующих в справочниках и сборниках базовых цен. Метод удобен для проектировщика в связи с определением фактического времени участия специалистов в разработке проекта экспертным путем, исполнитель сам решает, кто и сколько времени участвует в проектировании. Из этого вытекает стоимость проектирования. На сегодняшний день тарифные ставки человеко-часа и нормы времени на разработку проектной документации устанавливаются в проектной организации в локально-нормативных документах и согласовываются с Заказчиком. Данный метод на сегодняшний день применяется для оценки стоимости работ, которые отсутствуют в справочниках базовых цен.

Метод расчета по натуральным показателям объекта (НПО) – базируется на натуральных показателях объекта – площадь, объем, длина линейных объектов, мощность, протяженность, глубина скважины и т.п., чему в сборниках базовых цен соответствуют некие показатели базовой цены. На сегодняшний момент это самый удобный и достоверный метод определения цены проектных работ. Разработано порядка 250 сборников базовых цен на большинство видов работ. Цены, приведенные в Справочниках, установлены в

соответствии с составом и требованиями к содержанию разделов проектной документации на строительство предприятий, зданий, сооружений, предусмотренными Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию". Ценами в Справочниках учтены затраты на разработку проектной и рабочей документации, относимые без учета налога на добавленную стоимость.

Ценами Справочников учтены следующие работы и услуги:

- изготовление демонстрационных материалов (кроме демонстрационных макетов);
- участие проектной организации совместно с заказчиком в согласовании готовой проектной документации с государственными органами и органами местного самоуправления;
- защита проектной документации в экспертных и утверждающих инстанциях.

Ценами Справочников на разработку проектной и рабочей документации не учтены затраты на:

- разработку указанных в задании на проектирование проектных решений в нескольких вариантах, за исключением вариантных проработок для выбора оптимальных проектных решений;
- внесение изменений в проектную и рабочую документацию (за исключением исправления ошибок, допущенных проектной организацией);
- выполнение обследований и обмерные работы на объектах, подлежащих реконструкции, расширению и техническому перевооружению;
- служебные командировки. Базовыми ценами Справочников не учтены затраты на служебные командировки, в том числе и затраты административного персонала, если командировки этого персонала связаны непосредственно с проектированием объекта;

- разработку проектов производства работ (ППР);
- разработку рабочей документации на строительство временных зданий и сооружений для нужд, строительных организаций;
- авторский надзор;
- научно-исследовательские и опытно-экспериментальные работы;
- разработку автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП);
- разработку раздела "Мероприятия по гражданской обороне и мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера". Базовая цена разработки указанного раздела определяется по соответствующему Справочнику;
- выполнение работ по оценке воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду (ОВОС).

Распределение базовой цены на разработку проектной и рабочей документации осуществляется, как правило, в соответствии с показателями, приведенными в таблице 1, и может уточняться по согласованию между исполнителем и заказчиком.

Таблица 1 – распределение базовой цены

Виды документации	Процент от базовой цены
Проектная документация	40
Рабочая документация	60
Итого	100

При выполнении проектных работ, в сокращенном против предусмотренных действующими нормативными документами составу разделов и объемов работ, их цена, независимо от способов ее расчета, определяется по ценам на разработку проектной и рабочей документации с применением понижающего коэффициента, размер которого устанавливается исполнителем по согласованию с заказчиком, в соответствии с трудоемкостью.

Более подробно о данном методе расчета можно узнать из Методических указаний по определению ПИР, утвержденных приказом Министерства регионального развития от 29 декабря 2009 г. № 620.

При применении Справочников следует учитывать, что в Справочниках представлены рекомендуемые относительные стоимости разработки разделов проектной и рабочей документации (в процентах от базовой цены), которые могут уточняться для подразделений (отделов) проектной организации, при проектировании конкретного объекта, в пределах определенной общей стоимости проектирования, в зависимости от трудоемкости выполняемых работ.

Порядок определения базовой цены в зависимости от натуральных показателей объектов проектирования.

Базовая цена разработки проектной и рабочей документации определяется по формуле:

$$C = (a + b \cdot x) \cdot K, \quad (9)$$

где "a" и "b" - постоянные величины для определенного интервала основного показателя проектируемого объекта, в тыс. руб.;

x - основной показатель проектируемого объекта;

K - коэффициент, отражающий инфляционные процессы в проектировании на момент определения цены проектных работ для строительства объекта.

Цена разработки проектной и рабочей документации на строительство объектов, для которых цены в Справочниках не приведены и не могут быть приняты по аналогии, определяются расчетом стоимости в соответствии с калькуляцией затрат.

Цена привязки типовой или повторно применяемой проектной документации, без внесения изменений, определяется по ценам Справочников с применением коэффициентов от 0,2 до 0,35. При этом минимальный размер коэффициента принимается при привязке объекта без внесения каких-либо изменений в надземную и подземную части. Цена привязки типовой или

повторно применяемой проектной документации с внесением в нее изменений в подземную и надземную часть определяется по ценам Справочников с применением общего коэффициента до 0,8 в зависимости от трудоемкости работ.

Затраты проектных организаций, связанные с осуществлением ими функций генерального проектировщика и курированием проектных работ, переданных на субподряд, определяются в размере до 2% от цены разработки проектной и рабочей документации, передаваемой субподрядным проектным организациям, и оплачиваются дополнительно.

Ценами Справочников учитывается стоимость 4-х экземпляров проектной и рабочей документации, передаваемой заказчику. Стоимость экземпляров проектной продукции, выдаваемых по просьбе заказчика сверх указанного количества, определяется дополнительно к базовой цене.

Затраты проектных организаций, расположенных в районах, в которых в соответствии с действующим законодательством производятся выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда, в т.ч. выплаты по районным коэффициентам, а также надбавки к заработной плате за непрерывный стаж работы и другие льготы, предусмотренные законодательством в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, определяются дополнительно путем введения к итогу базовой цены повышающих коэффициентов, установленных на основании соответствующих обосновывающих расчетов, выполняемых самой проектной организацией.

Стоимость разработки на стадии "проект" мероприятий, связанных с охраной окружающей природной среды, определяется дополнительно в размере 39% к цене стадии "проект" объектов нефтедобывающей промышленности, рассчитанного в порядке, предусмотренном п.1.8.

В случае, когда заказчик поручает проектной организации сбор исходных данных для проектирования, цену этой работы следует учитывать дополнительно к базовой цене. Расчет стоимости сбора исходных данных осуществляется в соответствии с трудозатратами.

Базовая цена проектирования объектов для работы с агрессивными средами определяется по ценам с применением коэффициента 1,2. При содержании H_2S 6% во флюиде коэффициент может быть увеличен по согласованию с заказчиком.

Базовая цена проектирования наклонно-направленных скважин при кустовом разбуривании с количеством в кусте до 6 скважин определяется по ценам таблицы 1 как за одну скважину с коэффициентом 1,2. При количестве скважин в кусте свыше 6 к ценам таблицы 1 применяется коэффициент 1,35.

Базовая цена проектирования одиночных горизонтальных скважин определяется по ценам таблицы 1 с коэффициентом 1,3.

Базовая цена проектирования горизонтальных скважин при кустовом разбуривании с количеством в кусте до 6 скважин определяется по ценам таблицы 1 как за одну скважину с коэффициентом 1,42. При количестве скважин в кусте свыше 6 к ценам таблицы 1 применяется коэффициент 1,6.

При разработке проектной документации на группу скважин, имеющих одинаковые виды энергии, комплекты основного и вспомогательного оборудования, конструктивные узлы вышки и привышечных сооружений, базовая цена их проектирования определяется по ценам таблицы 1 как за одну скважину с коэффициентом 1,1.

В случае проектирования скважин для добычи воды, необходимой при бурении нефтяных, газовых или других скважин, базовая цена проектирования их определяется по ценам таблицы 1 с коэффициентом 0,8.

6.2 Определение стоимости разработки проектной документации на строительство скважин

Для определения стоимости разработки проектной документации необходимо определить необходимые вводные данные, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 - входные данные для расчета стоимости разработки проектной документации

Параметр	Значение
Состав проектной документации	В соответствии с постановлением правительства Российской Федерации № 87
Назначение скважины	Эксплуатационные
Количество скважин	12
Количество обсадных колонн	4
Тип профиля	Горизонтальные
Глубина скважины по стволу, м	4150
Глубина водозаборной скважины, м	47
Месторасположение проектной организации	г. Томск
Месторасположение организации Заказчика	г. Тюмень

В соответствии с письмом Минстроя России от 10.04.2019 N 12661-ДВ/09 индекс изменения стоимости проектных работ для строительства (по отношению к базовым ценам по состоянию на 1 января 2001 года) принимаем равным 4,09.

В соответствии с таблицей 1 [37] принимаем значения параметров $a = 301,100$ и $b=0,076$. Исходя из этого, стоимость разработки проектной документации на стадии проектирования определим по формуле:

$$C_{\text{ПД.осн.}} = (301,100 + 0,076 \cdot 4150) \cdot 4,09 \cdot 0,4 = 1\,008\,594 \text{ руб}$$

На стадии разработки рабочей документации определим по формуле:

$$C_{\text{РД.осн.}} = (301,100 + 0,076 \cdot 4150) \cdot 4,09 \cdot 0,6 = 1\,512\,891 \text{ руб}$$

Для определения стоимости разработки тома на строительство артезианской скважины для временного водоснабжения в соответствии с таблицей 1 [37] принимаем значения параметров $a = 133,623$ и $b=0,068$. Исходя из этого, стоимость разработки проектной документации на стадии проектирования определим по формуле:

$$C_{\text{Арт.скв.}} = (133,623 + 0,068 \cdot 47) \cdot 4,09 = 559\,589 \text{ руб}$$

Стоимость разработки мероприятий по охране окружающей среды определим в соответствии с п. 1.9 [37]:

$$C_{00c} = C_{Пд} \cdot 0,39 = 1\,008\,594 \cdot 0,39 = 393\,351 \text{ руб}$$

Стоимость разработки раздела ГОиЧС определим в соответствии с требованиями “Справочника базовых цен на проектные работы для строительства. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Защитные сооружения гражданской обороны и другие специальные сооружения.” по формуле:

$$C_{ГОЧС} = C_{ГОЧС}^Б \cdot K_{ИС} \cdot K_{ГО} \cdot K_{СЛ} \cdot K_{ОБ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{ПФ} \quad (10)$$

где $C_{ГОЧС}^Б$ - цена разработки раздела "ИТМ ГОЧС" проекта строительства условного объекта в ценах по состоянию на 01.01.2001 г. (принимается равной 30500 руб.);

$K_{ИС}$ - коэффициент, учитывающий количество источников возможных ЧС;

$K_{ГО}$ - коэффициент, учитывающий категорию объекта по ГО (принимается равным 1 для некатегорированных объектов или 1,04 для объектов, отнесенных к категориям "особой важности");

$K_{СЛ}$ - коэффициент сложности проектируемого объекта;

$K_{ОБ}$ - коэффициент, учитывающий функциональное назначение объекта (принимается равным 1 для объектов жилищно-гражданского назначения и 1,15 для объектов производственного назначения);

$K_{ПР}$ - коэффициент, учитывающий разработку мероприятий по приспособлению проектируемого объекта (его помещений, зданий или сооружений) для санитарной обработки людей, специальной обработки одежды и подвижного состава автотранспорта принимается в размере 1,5;

$K_{ПФ}$ - коэффициент, учитывающий однотипность решений по предупреждению ЧС для различных источников ЧС с одинаковыми поражающими факторами.

Исходя из приведенных выше коэффициентов, расчет стоимости разработки раздела ГОЧС принимает следующий вид:

$$C_{\text{ГОЧС}} = 30500 \cdot 1,06 \cdot 1,04 \cdot 1,5 \cdot 1,15 \cdot 0,82 \cdot 4,09 = 263\,004 \text{ руб.}$$

Полная стоимость разработки проектной документации определить по формуле

$$\begin{aligned} C_{\text{ГОЧС}} &= C_{\text{ПД.осн.}} + C_{\text{РД.осн.}} + C_{\text{Арт.скв.}} + C_{\text{ООС}} + C_{\text{ГОЧС}} \\ &= 1\,008\,594 + 1\,512\,891 + 559\,589 + 393\,351 + 263\,004 \\ &= 3\,737\,429 \text{ руб} \end{aligned}$$

Дополнительно к расходам на разработку проектной документации необходимо учитывать затраты на командировочные расходы связанные с заключением договора на разработку ПД и сдачи проектной документации.

Для расчета стоимости командировки примем следующие исходные данные:

- количество дней командировки 4;
- проживание 4500 руб/сут;
- суточные 800 руб;
- проезд по маршруту Томск-Тюмень-Томск 30 757 руб;
- количество командировок 2.

$$C_{\text{КОМ}} = (30\,757 + 800 \cdot 4 + 4500 \cdot 3) \cdot 2 = 94\,914 \text{ руб}$$

Сводная смета разработки проектной документации представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Смета на разработку проектной документации

Наименование работы	Стоимость работы, руб
Проект строительства скважины	2 521 485
Том на строительство артезианской скважины	559 589
Разработка мероприятий по охране окружающей среды	393 351
Разработка раздела Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации	263 004
Командировочные расходы в г.Тюмень (2 командировки)	94 914
Итого стоимость работ без НДС	3 832 343
НДС 20%	766 468
Итого с учетом НДС	4 598 811

6.3 Разработка календарного план – графика разработки проектной документации

Основным документов регламентирующим временные нормы продолжительности проектирования является СН 283-64 “Временные нормы продолжительности проектирования” утвержденный 30 июля 1964 года. Из чего можно сделать, что данные нормы устарели на сегодняшний день. Кроме того в СН 283-64 отсутствуют нормы на разработку проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин.

Проектные организации, занимающиеся разработкой проектов на строительство скважин, осуществляют нормирование сроков разработки проектной документации на основе внутренних нормативных документов, утвержденных в периметре компании.

В таблице 4 представлен усредненный график разработки проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин, который составлен с учетом производственного опыта.

Таблица 4 – Продолжительность разработки проектной документации

Вид работ	Месяцы																	
	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	10	20	31	10	20	28	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	30
Расчет стоимости, заключение договора	30 дней																	
Получение исходных данных				21 день														
Разработка основной части проекта на строительство скважины							100 дней											
Разработка раздела на строительство артезианской скважины										20 дней								
Разработка раздела ООС										20 дней								
Разработка раздела ГОЧС										20 дней								
Согласование проектной документации Заказчиком													14 дней					
Передача проектной документации Заказчику																14 дней		

Для составления графика разработки проектной документации общей продолжительностью 179 дней были выделены следующие основные этапы:

- расчет стоимости, заключение договора 30 дней;
- получение исходных данных 21 день;

- разработка основной части проекта на строительство скважины 100 дней;
- разработка раздела на строительство артезианской скважины 20 дней;
- разработка раздела ООС 20 дней;
- разработка раздела ГОЧС 20 дней;
- согласование проектной документации Заказчиком 14 дней;
- передача проектной документации Заказчику 14 дней.

Работы по разработке раздела на строительство артезианской скважины, раздела ООС и ГОЧС выполняются параллельно основным работам и в итоговую продолжительность не входят.

6.4 Сокращение времени и стоимости разработки проектной документации

В основной части выпускной квалификационной работы были разработаны рекомендации к проектированию строительства скважин. Утверждение данных рекомендаций в периметре компании поможет достичь сокращения продолжительности и стоимости разработки проектной документации на строительство скважины на 5 % для этапа разработки основных технологических решений. В таблице 5 представлен расчет ожидаемого экономического эффекта. В таблице 6 представлена ожидаемая экономия времени при разработке проектной документации.

Таблица 5 – Расчет снижения стоимости разработки проектной документации

Наименование работы	Стоимость работы, руб	Стоимость работы после внедрения, руб
1	2	3
Проект на строительство скважины	2 521 485	2 395 410
Том на строительство артезианской скважины	559 589	559 589
Разработка мероприятий по охране окружающей среды	393 351	373 683

Продолжение таблицы 5

Разработка раздела Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации	263 004	263 004
Командировочные расходы в г.Тюмень (2 командировки)	94 914	94 914
Итого стоимость работ без НДС	3 832 343	3 686 600
НДС 20%	766 468	737 320
Итого с учетом НДС	4 598 811	4 423 920
Ожидаемая экономия без НДС, руб	145 745	
Ожидаемая экономия с НДС, руб	174 891	

Таблица 6 – Ожидаемая экономия времени при разработке проектной документации

Вид работ	Месяцы																	
	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	10	20	31	10	20	28	10	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	30
Расчет стоимости, заключение договора	30 дней																	
Получение исходных данных				21 день														
Разработка основной части проекта на строительство скважины							95 дней											
Разработка раздела на строительство артезианской скважины										20 дней								
Разработка раздела ООС										20 дней								
Разработка раздела ГОЧС										20 дней								
Согласование проектной документации Заказчиком													14 дней					
Передача проектной документации Заказчику																14 дней		

Исходя из этого, ожидаемая экономия составит 145 745 руб (174 891 руб с НДС) за счет сокращения цикла продолжительности разработки проектной документации на 5 дней.

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Под социальной ответственностью понимают ответственность перед людьми и данными им обещаниями со стороны организации. Необходимо уделять внимание производственной и экологической безопасности, позволяющей минимизировать вредное воздействие на персонал и окружающую среду. Целью данной выпускной квалификационной работы студента является разработка рекомендаций к проектированию нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях.

Возможные пользователи разрабатываемого проекта – проектные организации, сервисные буровые компании, сфера деятельности которых направлена на строительство скважин.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др.

7.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. Работнику в течение рабочего дня должен предоставляться перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с письменного согласия работника. Организация обязана предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней.

Организация выплачивает заработную плату работнику. Минимальный размер оплаты труда устанавливается одновременно на всей территории Российской Федерации федеральным законом и не может быть ниже величины

прожиточного минимума трудоспособного населения. Возможно удержание заработной платы, в случаях, предусмотренных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

ТК РФ регламентирует взаимоотношения между работником и работодателем по многим аспектам, одним из них является защита и использование персональных данных работника. В соответствии со статьей 89 ТК РФ работник имеет право на полную информацию о своих персональных данных и их обработке, свободный бесплатный доступ к своим персональным данным, обжалование в суд любых неправомерных действий или бездействия работодателя при обработке и защите его персональных данных и.т.д [57].

7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При организации рабочего места должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Работа над выпускной квалификационной работой выполнялась в рабочем кабинете, оснащённом персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ). Рабочее место находится на втором этаже здания и представляет собой комнату длиной – 5 м., шириной – 4 м. и высотой – 3 м. Естественное освещение кабинета осуществляется посредством одного окна размерами 1,7 м х 1,5 м. Дверь – деревянная, одностворчатая, белого цвета. Высота двери – 2 м., ширина – 1 м. Стены комнаты окрашены водоэмульсионной краской зелёного цвета. Потолок побелен. Пол покрыт линолеумом. Площадь кабинета составляет 20 м², объём – 60 м³.

Помещение оборудовано на одно рабочее место, где установлен 1 персональный компьютер с двумя ЖК мониторами. Требования, которые определены к минимальной площади и объему на одно рабочее место – при периметральном расположении площадь одного рабочего места должна быть не менее $4,0 \text{ м}^2$ – для данного помещения выполняются [65]

7.2 Профессиональная социальная безопасность

Охрана труда занимает особое место как мире, так и в Российской Федерации. Реализация охраны труда организуется за счет уменьшения доли физического труда, улучшения качества рабочего пространства и реализации мер по сокращению травматизма и вреда здоровью на рабочих местах. В таблице 7 представлены опасные и вредные факторы на этапе разработки рекомендаций к проектированию скважин в сложных горно-геологических условиях, этапе разработки проектной документации и при строительстве скважин по разработанной проектной документации.

Таблица 7 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы по ГОСТ 12.0.003-74	Этапы работы			Нормативные документы
	Разра- ботка	Проекти- рование	Строй- тельство	
Вредные				
1 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.	-	-	+	1 ГОСТ 12.0.002-80 [41].
2 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	+	+	+	2 ГОСТ 12.0.003-74 [2].
3 Повышенный уровень шума на рабочем месте.	+	+	+	3 ГОСТ 12.1.005-88 [43].
4 Повышенный уровень вибрации на рабочем месте.	-	-	+	4 СНиП 2.04.05-91 [44].
5 Недостаточная освещенность рабочей зоны.	+	+	+	5 ГОСТ 12.1.012-90 [46].
6 Повреждения в результате контакта с насекомыми.	-	-	+	6 ГОСТ 12.1.003-83 [47].
7 Воздействие электромагнитных полей	+	+	-	7 СНиП 23-05-95 [48].
Опасные				8«Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности» [49].
1 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы.	-	+	+	9 ГОСТ 12.1.007-76 [50].
2 Повышенное значение напряжения в электрической цепи	+	+	+	10 ГОСТ 12.2.003-91 [51].
3 Расположение рабочего места на значительной высоте от земли.	-	-	+	11 ГОСТ 12.3.003-75 [52].
4 Пожара-взрывоопасность.	+	+	+	12 РД 34.21.122-87 [53].
				13 СНиП 4557-88 [58].
				14 ГОСТ 12.1.008-76 [59].
				15 МР 2.2.8.2127-06 [60].
				16 ГН 2.2.5.1313-03 [61].
				17 СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03[65]

7.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и разработке проектной документации

Для данной рабочей зоны необходимо проанализировать вредные и опасные факторы представленные в таблице 8 для этапа разработки рекомендаций к проектированию строительства скважин и этапа разработки проектной документации.

7.2.1.1 Вредные факторы Микроклимат

Микроклимат является важной характеристикой офисных помещений. К параметрам микроклимата относятся: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха. Согласно требованиям, оптимальные параметры микроклимата в офисных помещениях приведены в таблице 8 [65].

Таблица 8 – Оптимальные значения характеристик микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	40-60	0,1
Тёплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Для создания благоприятных условий труда предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

Шум

Одной из важных характеристик офисных помещений является уровень шума. Основными источниками шума в помещении являются: система охлаждения центральных процессоров, жесткие диски, шум с улицы.

Повышенный уровень шума неблагоприятно воздействует на организм человека в целом, так и на нервную систему и органы слуха в частности, что ведет к падению производительности труда и может привести к развитию заболеваний нервной системы и снижению слуха.

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ. Допустимые уровни звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ при разных значениях частот, приведены в таблице 9 [65].

Таблица 9 – Допустимые уровни звука на рабочем месте

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентного звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, программисты, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы. Для снижения уровня шума с улицы рекомендуется установка герметичных стеклопакетов, а также посадка зеленых насаждений на прилегающей территории.

Электромагнитные поля

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряженностей электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечнососудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

Работа проводилась на современном компьютере, где значения электромагнитного излучения малы и отвечают требованиям, которые приведены в таблице 10 [65].

Таблица 10 – Допустимые уровни электромагнитных полей

Наименование параметров	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. вокруг ВДГ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Напряженность электростатического поля:	15 кВ/м

Основной способ снижения вредного воздействия – это увеличение расстояния от источника (не менее 50 см от пользователя)..

Освещение

При неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых при работе ошибок.

В офисном помещении сочетаются естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения). Светильники в помещении располагаются равномерно по площади потолка, тем самым обеспечивая равномерное освещение рабочих мест.

Разряд зрительных работ программиста относится к разряду III подразряду г (высокой точности), параметры искусственного освещения указаны в таблице 11 [65].

Таблица 11 – Нормативные значения освещённости

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		При системе общего освещения
						При системе комбинированного освещения	всего	
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний и большой <<	Светлый << средний	400	200	200

7.2.1.2 Опасные факторы

Опасность возникновения пожара

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара. Неисправность электрооборудования, освещения, неправильная их

эксплуатация, наличие статического электричества неудовлетворительный надзор за пожарными устройствами и производственным оборудованием может послужить причиной пожара.

Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращения пожара, ограничение его распространения, а также создание условия для успешного тушения пожара.

Для профилактики пожара должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не загромождаться и не блокироваться эвакуационные выходы; выполняться требования правил технической эксплуатации и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должен быть установлен «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники [66].

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотным огнетушителем типа ОУ-2 или ОУ-5. Также помещение должно быть оснащено пожарной сигнализацией. Рекомендуемый тип — система на основе оптических пожарных извещателей ДИП-ЗСУ и пульта Сигнал-20П SMD.C-2000. Рекомендуется также оборудовать помещение автоматической установкой объемного газового пожаротушения, например системой азотного пожаротушения «Гарсис».

Опасность поражения электрическим током

В связи с наличием электрооборудования для данного офисного помещения характерным является возможность поражения электрическим током. Для снижения данного риска необходимо соблюдать нормы электробезопасности. Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной

опасности, так как отсутствуют следующие факторы [65]: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура; возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

7.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования

Эксплуатация объекта исследования будет производиться при строительстве нефтяных и газовых скважин.

7.2.2.1 Вредные факторы

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Для контроля за запыленностью и загазованностью используют специальные приборы (газоанализаторы). Количество вредных примесей в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно-допустимых концентраций [61]. В случае превышения ПДК, работники должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты, такими как противогазы и респираторы. В качестве коллективной защиты применять вентиляцию.

Микроклимат рабочих мест должен отвечать требованиям ГОСТ 12.1005-88 ССБТ "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования" [43]. Для исключения нежелательных последствий от запыленности и загазованности используются: индивидуальные средства защиты (респираторы) и коллективные средства защиты (вентиляция). Вентиляция должна соответствовать требованиям, изложенным в СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция, кондиционирование" [44].

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

В летний период времени при проведении полевых работ и длительном пребывании человека на открытом воздухе большая вероятность получения солнечного удара, в результате получения повышенной дозы ультрафиолетового излучения. Последствиями солнечного удара являются потеря сознания и пребывание в шоковом состоянии. Допустимая

интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при незащищенных участках поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук) общей продолжительностью воздействия излучения 50% рабочей смены не должна превышать 10 Вт/м^2 [58].

С целью профилактики перегревания организуют рациональный режим труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом. От перегрева головного мозга солнечными лучами предусматривают головные уборы.

В зимнее время температура воздуха понижается до -50°C , при проведении работ может произойти обмораживание конечностей и открытых частей тела. К спецодежде, предназначенной для защиты от пониженных температур, предъявляются особые технические требования, приведенные в ГОСТ Р 12.4.236–2011 [63]. Согласно им, вся зимняя специальная одежда делится на четыре класса защиты, каждый из которых используется в определенном климатическом поясе. Климатические зоны различаются по температуре воздуха, влажности и скорости ветра.

Основное требование к зимней спецодежде — это сохранение работоспособности и здоровья сотрудников предприятия при нахождении на морозе в течение двух часов. Предоставляемая зимняя одежда должна соответствовать ГОСТ Р 12.4.218-99 [64]. Переохлаждение организма ведёт к простудным заболеваниям, ангине, пневмонии, снижению общей иммунологической сопротивляемости.

Для защиты от переохлаждения при проведении полевых работ в зимнее время года предусматривает следующие меры: создание укрытий рабочих мест, обеспечение работников тёплой спецодеждой, сокращение продолжительности рабочей смены, прекращение работ в зависимости от погодных условий. Работодатель обязан обеспечить оборудование помещений для обогрева и отдыха работников [45].

Повышенный уровень вибрации

Источниками вибрации могут являться вибростанки, необходимые для очистки бурового раствора, центрифуги, работающие насосы. Для борьбы с вибрацией на объекте производят балансировку, установку амортизаторов, виброфундамент, увеличивают массу основания. При коллективных средствах защиты используют амортизационные подушки в соединениях блоков, оснований, эластичные прокладки, виброизолирующие хомуты на напорных линиях буровых насосов. В качестве индивидуальных средств защиты применяются: специальные виброгасящие коврики под ноги у пультов управления различными механизмами, виброобувь и виброручкавицы. Вибрация при частоте 16 Гц не должна превышать амплитуду $0 \div 28$ мм.

Вибрация должна отвечать требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ "Вибрация. Общие требования безопасности" [46].

Повышенный уровень шума

Источниками шума на буровой могут быть работающие насосы, вибростанки, необходимые для очистки бурового раствора. Шум на рабочем месте не должен превышать 85 дБА и соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности" [47]. Для уменьшения шума на объекте используются как индивидуальные (наушники, вкладыши, шлемы), так и коллективные средства защиты. К коллективным средствам защиты относятся: пневмоударники, звукоизоляция и звукопоглощение, а также предусматривается установка кожухов и глушителей.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочих мест должно отвечать требованиям, изложенным в СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение" [48]. Освещение должно равномерно распределять яркость, быть постоянным во времени, без пульсации, иметь спектр близкий к естественному. На буровой используется естественное и искусственное освещение, а также предусмотрено и аварийное. Также следует отметить, что освещенность регламентируется в соответствии с «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности» [49].

Существуют следующие нормы освещенности, измеряемые в люксах (лк): стол ротора – 100, пути движения талевого блока – 30 лк, превенторные установки – 75 лк, полаты верхового рабочего – 10 лк, приемные мостки – 30 лк, пусковые ящики насосного блока – 50 лк, буровые насосы – 25 лк.

Повреждения в результате контакта с насекомыми

Буровая установка расположена в полевых условиях и поэтому в близлежащих окрестностях обитают кровососущие насекомые (клещи, комары, мошки и т.д.). Исходя из этого работники должны быть обеспечены за счет предприятия соответствующими средствами защиты, а также накомарниками [59]. Существует два основных способа защиты от нападения и укусов насекомых: защитная одежда и применение репеллентных средств.

В полевых условиях особо опасным насекомым является клещ, как переносчик клещевого энцефалита, поэтому необходимо уделить особое влияние противоэнцефалитным прививкам, которые помогают создать у человека устойчивый иммунитет к вирусу. В случае укуса клеща необходимо немедленно обратиться в медицинское учреждение за помощью.

7.2.2.2 Опасные факторы

Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы

Травмы, связанные с этими факторами в основном связаны с несоблюдением техники безопасности и неправильное выполнение технологических операций. Поэтому для недопущения их появления травм необходимо выполнять следующее:

- Проводить первичный инструктаж при приеме на работу и ежедневные инструктажи о проводимых работах.
- Вращающиеся части механизмов должны быть максимально огорожены.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором. Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- применение средств индивидуальной защиты (резиновые перчатки, боты, инструмент с изолированными ручками) при обслуживании электроустановок;
- применение средств коллективной защиты: оградительные, автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и зануления, устройства автоматического отключения, плакаты по охране труда
- допускать к работе специально обученных лиц, имеющих группу по электробезопасности не ниже IV.

Расположение рабочего места на значительной высоте от земли

Работы непосредственно на буровой установке ведутся на определенном расстоянии от земли, которое зависит от применяемой установки. Поэтому должно быть исключено падение работников. Для этого необходимо проводить ряд мероприятий:

- работы, проводимые на высоте, должны проводиться с применением страховочного троса;
- в соответствии с «Правилами безопасности нефтяной и газовой промышленности» [49] палаты верхового должны быть оборудованы ограждениями высотой не менее 1 м.

Буровая вышка должна быть обеспечена маршевыми лестницами (угол падения их не более 60° , ширина 0,7 м). Между маршами лестниц следует устроить переходные площадки. Расстояние между ступеньками по высоте не более 25 см, они должны иметь уклон внутрь $2\div 5^\circ$. С обеих сторон ступени должны иметь планки или бортовую обшивку, высотой 15 см. Пол должен быть сделан из рифленого металла, исключающего возможность скольжения.

Пожара-взрывоопасность

Пожарная безопасность является наиболее важным фактором т.к. при несвоевременном его предупреждении и устранении пожар может перерасти в чрезвычайное происшествие. Причиной пожара могут быть: открытый огонь, короткое замыкание, молния, статическое электричество.

Для непосредственного надзора за противопожарным состоянием на буровой перед началом бурения должна быть создана пожарная дружина из членов буровой бригады. Оборудование должно соответствовать ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ "Оборудование производственное. Общие требования безопасности" [51].

Все производственные, подсобные и жилые помещения должны иметь подъездные пути и не должны располагаться вблизи емкостей с горючими материалами и складов лесоматериалов.

В целях предотвращения пожара на буровой запрещается:

- располагать электропроводку на буровой вышке в местах ее возможного повреждения буровым инструментом;
- хранение ГСМ в металлических емкостях ближе 20 метров от буровой установки.

Буровая установка должна быть обеспечена средствами пожаротушения. Противопожарные щиты располагаются: в насосной – у входа на буровую, в котельной, в роторном сарае и на складе ГСМ. В двадцати метрах от культбудки должен быть оборудован инвентарный пожарный щит. Каждый пожарный щит должен содержать: огнетушитель пенный – 2 шт.; лопата – 2 шт.; багор – 2 шт.; топор – 2 шт.; ведро – 2 шт.; ящик с песком – 1 шт.; кашма 2×2 м – 1 шт.; бочка с водой 200 л – 1 шт.

Для исключения возгорания по причине короткого замыкания в электромеханизмах должны использоваться предохранители. Для курения и разведения огня отводятся специальные места. Для проведения сварочных работ оборудуется сварочный пост. Сварочные работы проводятся согласно

требованиям представленных в ГОСТ 12.3.003-75 ССБТ "Работы электросварочные. Общие требования безопасности" [52].

Для исключения возможного возгорания от статического электричества производится установка защитного заземления.

Чтобы предупредить возгорание от удара молнии все буровые установки оснащаются молниезащитой, которая должна соответствовать РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" [53].

7.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

7.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду и обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Влияние на атмосферу

К вредным источникам воздействия на атмосферу относятся: выхлопные газы автотранспортной, строительной и дорожной техники необходимые для транспортировки разрабатываемого объекта на место использования.

Для предотвращения загрязнения атмосферы необходимо использовать только исправную технику с минимальными выхлопами углекислого газа в воздух. Регламентирование охраны атмосферы от загрязнений расписано в ГОСТ 17.2.1. 03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения [54].

Влияние на гидросферу

В процессе бурения и крепления скважин происходит загрязнение подземных водоносных горизонтов производственными водами (буровой раствор, нефтепродукты, минеральные воды, тампонажные растворы),

бытовыми стоками. При вскрытии поглощающих горизонтов буровой раствор может поступить в водоносный горизонт, тем самым произойдет загрязнение водяного пласта.

С целью защиты гидросферы необходимо проводить мероприятия:

- сооружение водоотводов, накопителей и отстойников;
- очистные сооружения для буровых стоков и бытовых стоков (канализационные устройства, септики);
- контроль за герметичностью амбара;
- предотвращение поступления бурового раствора в поглощающие горизонты;
- строго соблюдать разработанную конструкцию скважины, которая обеспечивает изоляцию водоносных горизонтов и перекрытие интервалов поглощения бурового раствора;
- создать по всей длине обсадной колонны прочное цементное кольцо.

Регламентирование охраны гидросферы от загрязнений расписано в ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. [55].

Влияние на литосферу

Источниками загрязнения почвы могут быть: отработанный буровой раствор, выбрасываемый в амбар, тампонажные и буферные жидкости; различные масла, дизельное топливо нефть. Также следует отметить, что при строительстве скважины может происходить разрушение плодородного слоя почвы. Для сохранения качества почвы необходимо:

- сократить до минимума попадание различных масел, дизельного топлива и нефти на землю. Для этого необходимо производить их транспортировку только в герметичных металлических емкостях;
- после сооружения всех скважин на кустовой площадке необходимо разровнять кустовое основание, закопать шламовые амбары, произвести рекультивацию поверхностного слоя почвы;

— необходимо исключить открытое фонтанирование для этого на устье должно устанавливаться противовыбросовое оборудование.

Регламентирование охраны почвы расписано в ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [56].

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время строительства скважин возможно, как чрезвычайные ситуации, которые могут происходить в любом месте (к таковым можно отнести стихийные бедствия – сильный ветер, лесные пожары, землетрясения и пр.), также и специфичные чрезвычайные ситуации.

Самым опасным и наиболее распространенным видом чрезвычайных ситуаций при бурении нефтяных и газовых скважин, является газонефтеводопроявления (ГНВП).

Проявление это самопроизвольный излив бурового раствора или пластового флюида (газ, нефть, вода, или их смесь) различной интенсивности (переливы, выбросы, фонтаны) через устье скважины, по кольцевому пространству, колонне бурильных труб, межколонному пространству, заколонному пространству и за пределами устья скважины (грифоны), не предусмотренный технологией работ при бурении, освоении или ремонте.

Основная причина газонефтеводопроявлений (ГНВП) – превышение пластового давления над давлением в скважине. Едиными правилами безопасности [59] предусмотрено превышение гидростатического давления в скважине ΔP над пластовым давлением $P_{пл}$ в следующих пределах:

- для скважин глубиной до 1200 м $\Delta P=(10-15\%) P_{пл}$, но не более 1,5 МПа;
- для скважин глубиной свыше 1200 м $\Delta P=(5-10\%) P_{пл}$, но не более 2,5 МПа.

Основные мероприятия по предупреждению ГНВП сводятся к следующим:

- установка противовыбросового оборудования (ПВО);
- проверка работоспособности ПВО раз в сутки;

- установка автоматической газокаротажной станции (АГКС);
- установка в КНБК клапана – отсекателя, а под ведущей трубой шарового крана;
- наличие запаса бурового раствора, равного объему скважины;
- контроль за циркуляцией раствора (расход на устье, уровень в приемных емкостях);
- при снижении плотности раствора необходимо довести ее до указанной в геолого-техническом наряде;
- долив скважины при подъеме инструмента, если объем долива сокращается, то подъем необходимо прекратить, скважину промыть.

На практике в зависимости от конкретных условий (наличие утяжелителя) используются два варианта ликвидации ГНВП:

- непрерывная задавка скважины;
- двухстадийная задавка.

При непрерывной задавке после герметизации устья сразу же в скважину закачивается раствор с постепенным увеличением его плотности до требуемой.

При двухстадийной задавке после герметизации устья начинается промывка скважины имеющимся раствором до выравнивания его параметров. Далее промывка прекращается, устье герметизируется, раствор утяжеляется, а затем закачивается в скважину.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформированный интерес со стороны Недропользователя к качественной разработке проектной документации стимулирует проектные организации к внедрению новых технологий в проектные решения, качественной разработке проекта за счет снижения переноса информации в ручную, а также к обеспечению актуализации проектных решений в соответствии с изменениями в нормативной документации. В данной магистерской диссертации было выполнено:

Осуществлена подборка сложных горно-геологических и технологических условий оказывающих влияние на принимаемые проектные решения;

Выполнен подбор мероприятий позволяющих минимизировать риск осложнения при строительстве скважин в сложных горно-геологических и технологических условиях;

Выполнен пошаговый алгоритм разработки проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважины с выделением требуемых входных данных на каждом этапе.

Для повышения эффективности проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин можно наметить следующие цели для дальнейшей работы:

- разработка обновленной нормативной документации на государственном уровне;
- разработка обновленного макета рабочего проекта на государственном уровне.

В разделе социальная ответственность были рассмотрены основные социальные, экологические и правовые вопросы разрабатываемого объекта ВКР. Рассмотрен вопрос охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности. На основе выявленных вредных и опасных факторов на этапе разработки проектного решения и этапе его эксплуатации разработаны мероприятия по

уменьшению воздействия этих факторов. Рассмотренные вопросы и разработанные решения помогут в дальнейшем вести профессиональную деятельность основываясь на них.

В финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение были рассмотрены способы ценообразования для проектной документации на строительство скважин и определена ожидаемая экономия от внедрения данных рекомендаций в качестве методических указаний.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Обзор состояния в области проектирования строительства нефтяных и газовых скважин. Тихонов А.С. / Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, «Проблемы геологии и освоения недр», посвященному 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карасев Д.В. Пути повышения эффективности проектирования скважин различного назначения// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2002. – №28.
2. Лакомых А.В. , Клиценко Г.В. Концепция интерактивного проектирования. Новый подход к разработке проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин// Булатовские чтения. – Краснодар, 2017. – №3. – с. 138 – 144.
3. Малютин Д.В., Бакиров Д.Л., Бабушкин Э.В., Святухов Д.С., Геомеханическое моделирование для решения задач строительства скважин на месторождениях ООО “Лукойл-западная сибирь” (на примере Ватьеганского месторождения)// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2016. – №11.
4. РД 39-0148052-537-87 Макет рабочего проекта на строительство скважин на нефть и газ. – Москва. – 1987.
5. РД 00158758-207-99 Методика выбора конструкции скважин в зоне мёрзлых пород. – ТюменНИИгипрогаз. – 1999.
6. РД 39-7/1-0001-97 Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. – Москва. – 1997.
7. РД 39-00147001-767-2000 Инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин. – ОАО “Газпром”. – 2000.
8. РД 39-093-91 Инструкция испытанию обсадных колонн на герметичность. – Госгортехнадзор России. – 1998.
9. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 21.04.2018) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"
10. Федеральный закон Российской Федерации №533 “О внесении изменений в ст. 49 и 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации”.

11. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (с изменениями на 12 января 2015 года).

12. Геомеханическое моделирование для решения задач пескопроявления. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://ntc.gazprom-neft.ru/research-and-development/papers/13563/> [дата обращения 03.03.2019].

13. Разработка проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин с учетом проекта разработки месторождения [Текст] : учебное пособие / Г. Т. Герасимов, Р. Ю. Кузнецов, П. В. Овчинников. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. – 528 с.

14. Линд Ю.Б., Сахаутдинова Г.Р., Байкова Д.Т. Информационные технологии в проектировании строительства скважин// Экспозиция Нефть Газ. – Москва, 2013. – с.34.

15. Линд Ю.Б., Сахаутдинова Г.Р., Байкова Д.Т. Проблемы разработки проектно-сметной документации на строительство скважин// Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – СКГТУ, 2013. – № 4 с.56-57.

16. Бронзов, А. С. Умеем, но не делаем / А. С. Бронзов // Нефть России. – 2000. – № 3.

17. Ляпин И.Н. Проектирование скважин в условиях залегания многолетнемерзлых пород// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – Москва, 2015. – № 6 с.4-6.

18. Иннес Р., Гилмор Д., Федосеев А. Проектирование скважин в сложных горно-гелогических условиях// Научные труды. – Москва, 2010. – № 4 с.58-61.

19. Оганов Г.С., Обухов С.А., Проектирование строительства скважин на морских нефтегазовых месторождениях// Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – Москва, 2007. – № с.20-23.

20. Галеев С.Р., Хашпер А.Л., Б.Л. Хашпер, Линд Б.Ю., Спивак С.И., Габбасов Б.М. Оптимизация проектирования строительства скважин на основе

статистического анализа промысловых данных// Вестник Башкирского университета. – Уфа, 2017. – № с.34-40.

21. Фефелов Ю.В., Карасев Д.В. Особенности разработки проектной документации на строительство скважин с использованием нового макета// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2007. – №9

22. Кульчитский В., Ахметшин М. Проектирование строительства горизонтальных скважин в западной сиббири// Бурение и нефть. – Москва, 2004. – №4.

23. Вовк В.С., Рабкин В.М., Оганов Г.С., Зарецкий В.С., Иванычев Р.В. Современные аспекты процесса проектирования строительства скважин на нефть и газ// Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – Москва, 2011. – № 3 с.44-48.

24. ВСН 39-86 Миннефтепрома «Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектной документации при строительстве скважин на нефть и газ».

25. Кирсанов С.А., Зинченко И.А., Красовский А.В., Голофаст С.Л. Учет геологических рисков при проектировании разработки Семаковского газового месторождения// Экспозиция Нефть Газ. – Москва, 2017. – с.94-97.

26. Киселев В.М., Кинсфатор А.Р., Бойков О.И. Прогноз оптимальных направлений горизонтальных стволов для разработки Юрубчено-Тохомского месторождения// Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – Пермь, 2015. – №15 с.20-27.

27. Семенов В.С., Орешкин Д.В., Розовская Т.А. Свойства облегчённых тампонажных растворов с полыми стеклянными микросферами и противоморозными добавками// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – Москва, 2013. – № 11 с.40-43.

28. Нор А.В. Об особенностях строительства скважин в криолитозоне// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – Москва, 2007. – № 2 с.15-17.

29. Яковлев А.А., Турицына М.В., Могильников Е.В. Анализ и обоснование выбора очистных агентов и технология их применения при бурении скважин в условиях многолетнемерзлых пород// Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – Пермь, 2014. – № 12 с.22-32.

30. М.А. Самохвалов, А.В. Ковалев, А.В. Епихин. Заканчивание скважин. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (профиль «Бурение нефтяных и газовых скважин»). Томский политехнический университет. Томск, 2016. - 92 с.

31. А.В. Епихин, А.В. Ковалев. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (профиль «Бурение нефтяных и газовых скважин»). Томский политехнический университет. Томск, 2016.-152 с.

32. В.И. Рязанов. Методические указания по проектированию и выполнению чертежа компоновки бурильной колонны. Томский политехнический университет. Томск, 2006. - 24 с.

33. С.Л. Юртаев, И.С. Юртаев, Ю.А. Петухов. Справочное руководство по техническим средствам для наклонно-направленного бурения. ТюмГНУ. Тюмень, 2008. - 109 с.

34. А.Н. Попов, А.И. Спивак, Т.О. Акбулатов и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. Под общей редакцией А.И. Спивака. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 509 с.

35. Л.Н. Долгих Крепление, испытания и освоение нефтяных и газовых скважин: Учебное пособие; Перм. Гос. Техн. Ун-т. Пермь, 2007, - 189 с

36. Справочник базовых цен на проектные работы для строительства. Объекты нефтедобывающей промышленности от 16 января 2006 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200042412> (дата обращения 10.05.2019).

37. Временные нормы продолжительности проектирования СН 283-64 [Электронный ресурс] Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/SN_28364_Vremennye_normy_prodo.html (дата обращения: 10.05.2019).

38. Методические указания по применению справочников базовых цен на проектные работы в строительстве. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/docs/10474/> (дата обращения: 10.05.2019).

39. Справочник базовых цен на проектные работы для строительства. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Защитные сооружения гражданской обороны и другие специальные сооружения. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/5419#i107542> (дата обращения 10.05.2019).

40. Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39473/ (дата обращения: 10.05.2019).

41. ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения. Электронный ресурс - Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/23141/> [дата обращения 03.05.2019].

42. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Электронный ресурс - Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/41131/> [дата обращения 03.05.2019].

43. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Электронный ресурс – Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_12100588_SSBT_Obshhie_san.html [дата обращения 03.05.2019].

44. СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция, кондиционирование".
Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/snip/20405-91/>
[дата обращения 03.05.2019].
45. Назаренко О.Б.. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. - 87 с.
46. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Электронный ресурс – Режим доступа: https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4659/ [дата обращения 03.05.2019].
47. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности". Электронный ресурс – Режим доступа: http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=838 [дата обращения 03.05.2019].
48. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение". Электронный ресурс – Режим доступа: <http://base.garant.ru/2306278/> [дата обращения 03.05.2019].
49. «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности». Электронный ресурс – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146173/ [дата обращения 03.05.2019].
50. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ "Вредные вещества, классификация и общие требования безопасности". Электронный ресурс – Режим доступа: https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4655/ [дата обращения 03.05.2019].
51. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ "Оборудование производственное. Общие требования безопасности". Электронный ресурс – Режим доступа: <http://stroysvoimirukami.ru/gost-122003-91/> [дата обращения 03.05.2019].
52. ГОСТ 12.3.003-75 ССБТ "Работы электросварочные. Общие требования безопасности". Электронный ресурс – Режим доступа: <http://weldzone.info/norms/44-defend/689-gost-123003-86-sistema-standartov->

bezopasnosti-truda-raboty-elektrosvarochnye-trebovaniya-bezopasnosti [дата обращения 03.05.2019].

53. РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений". Электронный ресурс – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/2/2794/ [дата обращения 03.05.2019].

54. ГОСТ 17.2.1. 03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-2-1-03-84> [дата обращения 03.05.2019].

55. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/4284> [дата обращения 03.05.2019].

56. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/20206/> [дата обращения 03.05.2019].

57. Трудовой кодекс Российской Федерации. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=201079&fld=134&dst=101762,0&rnd=0.3552368737169489#0> [дата обращения 03.05.2019].

58. [СНиП 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document> [дата обращения 03.05.2019].

59. ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document> [дата обращения 03.05.2019].

60. МР 2.2.8.2127-06 Гигиенические требования к теплоизоляции комплекта средств индивидуальной защиты от холода в различных климатических регионах и методы ее оценки. Электронный ресурс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100462/ [дата обращения 03.05.2019].

61. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document> [дата обращения 03.05.2019].

62. Инструкция по охране труда рабочих при бурении скважин. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://businessforecast.by/partners/646/1142> (дата обращения 03.05.2019 г.).

63. ГОСТ Р 12.4.236-2011 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200085214> (дата обращения 03.05.2019 г.).

64. ГОСТ Р 12.4.218-99 ССБТ. Одежда специальная. Общие технические требования. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008470> (дата обращения 03.05.2019 г.)

65. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

66. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с.12.

Приложение А
(обязательное)

Схема разработки проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин

В связи с научной новизной результатов исследований данный раздел не представлен.

Приложение Б
(справочное)

The current state in the design of the construction of oil and gas wells

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ73	Тихонов Алексей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Ковалев А.В.	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения иностраннных языков	Лысунец Т.Б.	-		

1 THE CURRENT STATE IN THE DESIGN OF THE CONSTRUCTION OF OIL AND GAS WELLS

Today, in the field of designing oil and gas well construction, we can trace a transition process from the concept of “building permit” that appeared in the early 2000s to the concept of a working project. On the basis of the concept of a working project the material and technical resources are purchased and a plan-program for operations is carried out in the process of well construction. This transition is possible only if the subsoil Customer is interested in obtaining qualitative project documentation which will serve the bases for the work to be carried out on the construction of the well.

Next, we will consider the main activities that make the implementation of the transition possible, and the problems that hinder this transition.

1.1 Implementation of a monitoring system and designer supervision of well construction

According to the safety measures in oil and gas industry [7], the organization that has developed the design of the documentation must perform the supervision of Constructors wells. In reality, the majority of the work on the author's supervision is carried out on reports and reports from the well which are not always reliable and do not allow the introduction of the relevant solutions into the development of project documentation.

Field supervision is a useful tool for both the project organization and the customer. When a project organization as a disinterested party is involved, the Customer may be exposed to an unscrupulous contractor, including the application of penalties. When conducting field supervision, the project organization gains access to the actually applied technologies and equipment used in the construction of wells, which allows, if necessary, to carry out operational adjustments to the project documentation, as well as to take this into account while developing the new project documentation.

Conducting field supervision allows you to create a reliable system for monitoring and storing information on actually constructed wells, based on which you can compare the complications and the parameters of the drilling regimes at which they were obtained. This will eliminate systematic violations in the selection of drilling fluid formulations, drilling mode parameters and drilling equipment.

1.2 Automation of calculations in the design

The introduction of modern software complex engineering calculations in drilling allows to significantly improve the quality of project documentation, as well as to obtain high accuracy of design calculations, such as the calculation of the drill string, the well flushing program, and well cementing. Software engineering complexes in drilling allow us to build a well profile in the shortest possible time, to determine its critical convergence with other wells and on the well pad and to make adjustments online.

Modern calculation systems allow the determination of parameters based on actual values. For example, it is possible to adjust the friction coefficient of a drill casing string in a well, based on the actual weight of the string and the load on the hook, which in turn allows a high degree of confidence to estimate the probability of the casing's descent to the design face and correctly select its tooling.

Lakomyh A.V. in his work [2] considers the need to reduce labor costs in the design for the transfer of data from one tabular form to another, for example, the design of geological and technical order and the schedule of combined pressure. It was not until recently that most of the time was spent on transferring data from one Excel spreadsheet to another for calculations and drawing up graphs. By automating the calculations, both in tabular Excel and in software complexes, the automatic filling of the associated tables was achieved. There also was achieved the formation of a schedule of combined pressure and geological engineering order, which significantly reduces the work of the designer and , as a result , the development time of project documentation.

1.3 Insufficiency and inaccuracy of geological data

One of the main problems of both design organizations and drilling enterprises is the unreliability of geological data. This is due to the fact that the correctness of geophysical surveys of a well and geological data obtained from them directly depends on the error of the instrument and the type of drilling fluid in the well. From experience it can be said that the difference between data obtained on the basis of core geophysical studies and research data, can be up to 50%.

Problems in the unreliability of geological data can be solved with the help of actively introducing territory and the Russian Federation of geomechanical modeling. The method consists in analyzing the obtained geophysical information from drilled wells, conducting geomechanical studies of the core, determining its strength properties and calibrating the geological information throughout the entire well section. The use of geomechanical studies is especially necessary in the construction of wells with large waste. This is due to the fact that, based on geomechanical dependencies, it is possible to determine the optimal azimuthal and zenith angles of unstable formations.

Malyutin D.V. The dependence of clay stability on the zenith angle was obtained. [3]. And the second was the conclusion that when opening the unstable clays of the Pokachevo pack at a zenith angle of more than 80 °, their stability is broken.

The problem of insufficient geological data arises from the fact that different organizations are involved in storing, processing and issuing geological information. Therefore, if it is necessary to correct geological data, or to refine them, a lot of time is spent on creating and redirecting requests.

There is a need to create a single geological center in the company perimeter, which will contact the project organizations directly.

1.4 Lack of a unified state-level expert body

In 2014, The Government Decree No. 533 “On Amending Art. 49 and 51 of the Urban Planning Code of the Russian Federation ”[6] cancelled the the state

expertise in the development of project documentation for the construction of wells. On the one hand, this amendment has reduced the time needed to develop project documentation and its cost. On the other hand, with the approval of this decree, there was no single state expert body in the field of well construction that would allow to resolve controversial issues in terms of the development of project documentation and give competent comments on the safety of decisions made.

To solve this problem, the company hires the expert bodies of technical and technological expertise to make the decisions on the construction of wells. First of all, this examination is carried out for technologically complex facilities and facilities that are being built in difficult mining and geological conditions. In addition to the examination within the company, the examination of projects is carried out within the subsidiaries (design organizations), by the technological control departments (internal examination departments). Also, the developed project documentation is subject to verification by the normative control for compliance with the requirements of GOST in terms of design.

1.5 Construction of wells for group working projects

Nowadays, the production of wells is based on group work projects. A group working project is being developed with an average well plan and well path for a group of wells of one field, which are drilled in similar geological conditions and have the same technical requirements for drilling.

Karasev D.V. [1] considers the main problems of group working projects, such as a large difference of well depth, project obsolescence during the field drilling (2-10 years), absence of technological solutions for a specific well path. The author sees the solution to this problem in the development of individual work projects.

Taking into account the increasing volumes of production drilling (from 10 to 1000 wells per year), this solution is impossible. This is due to the fact that design organizations do not have the capacity to develop individual work projects for the construction of wells in such a volume.

The solution to this problem today is in the development of work programs for the well drilling by a drilling contractor which based on a group work project. It is also necessary to update the design solutions in accordance with changes in regulatory documents.

1.6 Obsolete regulations in the field of well construction

The document RD 39-0148052-537-87 “Model of working project for construction of oil and gas wells” is the main document of the state level, which regulates the composition of the technological part of the project documentation for the construction of wells. This directive document was published in 1987. The resolution No. 87 of the Government of the Russian Federation [5] was approved in 2008, and it regulates the composition of project documentation for capital construction projects.

In this regard, the general explanatory note, carried out on the directive document of 1987, was divided into the part “Technological Solutions”, which contained the main decisions on the construction of the well, and the part of the sections that went to other parts, such as “Explanatory Note”, “Constructive and planning solutions”, and “Project of the organization of construction”. In addition, about 20–30% of the tables have lost their relevance, some of them require remaking. Also, various instructions relating to drilling calculations, such as instructions for casing strings calculation, instructions for well casing and instructions for drill pipes calculation were published in 1997-2000 and in conjunction with the development technological and material development, which is used in construction well, in some requirements have lost their relevance.

The main volume for the construction of wells is Design Section 5 “Information on engineering equipment, engineering networks, a list of engineering and technical measures, content of technological solutions”, Subsection 7. Technological solutions.

Today, the following instructions are valid in the field of well construction design.

- RD 39-7 / 1-0001-89 “Instructions for casing strings calculation”;
- RD 39-00147001-767-2000 “Instructions for well casing”;
- RD 39-0147014-502-85 “Instructions for drill pipes calculation”.

These instructions were issued before the 2000s and due to the development of technologies and materials used in the construction of wells, in some requirements have lost their relevance. Proceeding from this, they do not meet the modern geological and technological conditions of drilling wells, do not take into account the possibilities of modern drilling equipment in the construction of wells.

The development of regulatory documents at the company level is the solution to this problem today.

This allows to achieve standardization in the application of modern technologies and equipment at the well drilling, to ensure trouble-free construction and further operation of the well.

Based on the experience and the literature review, it can be concluded that the main reason for the stagnation in the field of design is the lagging of technical documentation in the field of well construction and the modern geological conditions of drilling and technological capabilities during drilling and fastening.

Based on the experience and the literature review, it can be concluded that the main reason for the stagnation in the field of well design is the lagging of technical documentation in the field of well construction and the modern geological conditions of drilling and technological capabilities during drilling and well casing.

2 ANALYSIS OF COMPLEX MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF WELL DRILLING

Under the complex geological conditions of well construction there is understood the geological features of the section, which can trigger a complication or an accident in the absence of measures taken to prevent them.

The complex mining and geological conditions include:

- incision incompatible under drilling conditions;
- absorbing horizons;
- unstable rocks;
- abnormally high reservoir pressure;
- abnormally low reservoir pressure;
- permafrost;
- drilling at the salt formations;
- type of produced fluid .

Let us consider in more detail each of the geological factors.

2.1 Section incompatible under drilling conditions

Under incompatible drilling conditions we understand such a combination, when the specified parameters of the technological drilling processes the underlying interval cause complications in the drilled upper interval, if the latter is not fixed by the casing, and additional special technological measures to prevent these complications are impossible.

An assessment of the geological profile for compatibility is carried out by plotting the combined pressure, on which the equivalent pressure lines, mud density and rock fracture gradient are laid. Based on the constructed lines, the designer makes a decision about the possibility (impossibility) of drilling to the project bottom without changing the technological parameters of the well construction. Figure 1 shows an example of a zone incompatible with drilling conditions.

Incorrect estimation section on compatibility of drilling conditions leads to complicated drilling problems affecting the mud absorbing, wellbore collapse and gas, oil and water inflow walls.

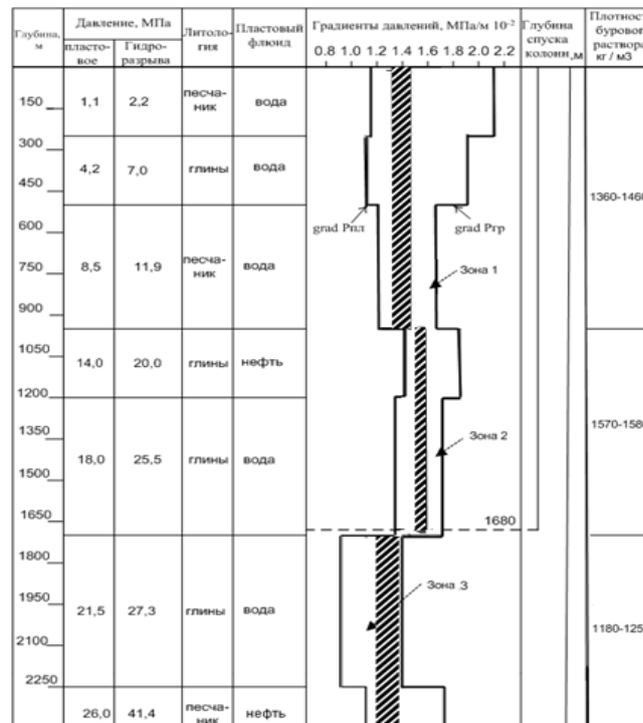


Figure 1 - Incompatible Drilling Conditions

2.2 Absorbing horizons

Mud absorbing is movement of the drilling fluid into the formation under the influence of the mud hydrostatic pressure and hydrodynamic circulation pressure which is greater than the absorption pressure of the layer. In the process of mud absorption, the volume of drilling fluid in the tanks decreases.

All mud absorption is divided into:

- **partial** - the circulation of drilling mud occurs;
- **full** - there is no circulation, but the level of the mud is at the wellhead ;
- **catastrophic** - there is no circulation, the level of mud is below the wellhead ;

Causes of mud absorption can be divided into Geological and Technological

Geological reasons for mud absorption include:

- high reservoir permeability;
- the presence of tectonic faults;
- the presence of fractured formations in a section with a low pressure of activation of cracks;
- bedding with a low gradient of hydraulic fracturing.

Technological reasons for the absorption of drilling mud include:

- excess the permissible launching speed;
- excess of permissible mud flow rate;
- non-compliance (incorrectly selected parameters) of drilling mud parameters - density, viscosity, static shear stress of gel, dynamic shear stress;
- implementation of a sharp start of the pumps;
- incorrectly selected type and fractional composition of clogging for the absorbing horizon.

In well drilling process, the absorption of drilling fluid can cause a number of other complications. These include: the collapse of the borehole walls, oil and gas inflow, drill string hooks, poor cementing, casing collapses, etc.

Based on the above, it can be concluded that if there are any geological factors in the section that can trigger the absorption of drilling mud, it is necessary to control over the technological regimes in the drilling process, since geological conditions are an external factor that cannot be changed.

2.3 Unstable rocks

Unstable rocks are rocks prone to shedding, swelling and bulging in the wellbore.

Scree landslides, most often occur in process of drilling. They are the shale, compacted clay, and mudstone.

In addition, rocks that occur in the upper part of the geological section, due to their unformed structure, are prone to debris and collapses.

The main reason for the occurrence of debris and collapses is not sufficiently high repression on the formation, wetting of the rocks with a washing liquid and its filtrate, as well as mechanical impact.

Catastrophic collapses can occur as a result of sharp and a significant decrease in hydrostatic pressure caused by the absorption of the drilling fluid and gassing of drilling mud.

Swelling of rocks also occurs in clay rocks, this is especially pronounced for clays that contain montmorillonite in their composition. The main reason for the swelling of clays is the wetting of clays with a washing liquid and its filtrate. The degree of clay swelling, in addition to repression, will also be influenced by the time it takes for the mud column to affect the open borehole.

Bulging of rocks in the wellbore occurs at the drilling of highly plastic rocks, such as mudstones, shale, sandy clay and shale, prone under the pressure of overlying rocks to deform over time and bulge in the wellbore (crawl). The main cause of buckling is the insufficient hydrostatic pressure of the mud on the open borehole.

The diameter of the wellbore at the drilling of clay deposits is unstable, then decreases (with buckling and swelling), then increases (with scree and collapses of the walls of the well).

2.4 Abnormally high reservoir pressure

Abnormally high reservoir pressure (AHRP) - reservoir pressure exceeding more than 1.3 times the hydrostatic pressure of the water at a given depth. There are the following causes of AHRP:

- the presence of a hydraulic connection with a deep-seated formation, which have a higher pressure than that of an overlying formation;
- high groundwater level compared with the mouth altitude (the zone of reservoir feeding is higher than the depth of the reservoir in absolute elevation);

- the emergence of new minerals in the process of diagenesis, which have a greater volume and because of this, stresses in the rock skeleton, some of which are transferred to the fluid.

The main complication during the drilling of the formations with the abnormally high formation pressure is fluid manifestation and, as a result, open flowing, if the requirements specified in the project documentation are not followed. In addition, the presence in the geological section of the layers with AHRP requires the use of equipment with higher strength and quality characteristics.

The presence of abnormally high pressure in the reservoir contributes to more efficient and cost-effective well operation. AHRP allows the production of formation fluid without the use of secondary methods of stimulation, contributes to a more long-term operation of the well, increasing the final production volume and flow rate.

2.5 Abnormally low reservoir pressure

Abnormally low reservoir pressure (ALRP) is the reservoir pressure that is 1.3 times less than the hydrostatic pressure of the water at a given depth. There are the following causes of ALRP:

- the discharge of rock pressure, which causes the expansion of the threshold space and a decrease in reservoir pressure;
- high altitude of the wellhead, which exceeds the absolute level of the groundwater level;
- high-intensity selection of formation fluid during well operation.

While drilling the layers, the pressure in which is significantly lower than the hydrostatic, there are big risks of obtaining mud absorption, differential sticking and if the formation is productive then there is a risk of deep contamination of the pore space.

Joint drilling of AHRP and ALRP zones is unacceptable, since the required high repression for a reservoir with abnormally high reservoir pressure can trigger

absorption in the horizon with ALRP and, thereby, with a decrease in repression, it can cause fluid appearance from the formation with abnormally high reservoir pressure.

2.6 Permafrost

Permafrost are rocks that occur in the frozen state for more than a few thousand years. The upper part of the permafrost is characterized by cyclical freezing that is the thawing with the arrival of the warm season and freezing with decreasing temperature below zero. Below this level, the rock constantly contains up to 90% of ice in its composition, due to which it has specific properties. More than 60% of the territory of the Russian Federation is located in areas with permafrost, the thickness of which varies from 10 to 2000 meters, and the temperature from 0 to -16°C . The average depth of the permafrost is 500 m at a temperature of -5°C .

Based on the accumulated production experience in the development of deposits in the MMP zone, it can be concluded that with prolonged or incorrect operation of capital construction objects, the permafrost rocks are subject to changes in their physical and mechanical properties due to changes in their state of aggregation (transition from frozen to melted), which causes the occurrence of emergency situations.

Drilling of permafrost has specific features based on the temperature factor. As a result of the thermal effect of the drilled well, there is a thawing of near-wellbore rocks, which leads to the occurrence of scree and collapses of the borehole walls and is the cause of cavern formation. The presence of caverns predetermines a number of complications, the main of which are the wellhead failures of the soil, the erosion of wellheads during drilling, the poor quality of cementing, the collapse of casing strings, and the sticking of drill pipes and casing. Figure 2 shows an example of thawing of permafrost in the mouth part and the formation of a funnel.



Figure 2 - Fragment of the throat funnel at the Yamburgskoe field

2.7 Drilling at the salt formations

The salt formations that have to be drilled during well construction are represented by mono- and polymineral salts. Monomineralic are usually layers of halite NaCl with insignificant admixtures of anhydrite and clay rocks. Polymineral are mainly potash and potassium-magnesium rocks.

The presence of salt deposits in the section, as a rule, creates significant complications in the drilling of wells, since salts easily dissolve in the aqueous medium of the drilling fluid, as a result, the diameter of the well increases, there is a danger of salt flow.

The dissolution of salts in the water and liquid phase of drilling fluids increases with increasing temperature and pressure. The amount of salt in the solution is proportional to the time of contact with the salt, the solubility of salt rocks is minimal at full saturation (for given temperatures) of the liquid phase of solutions with the same salts. Dissolution of salts leads to the formation of cavities with a radius of up to 3-4 m and more.

2.8 Type of produced fluid

In the territory of the Russian Federation, three types of produced formation fluid are most common:

- oil ;
- gas (gas condensate);
- water.

The minimum requirements for work safety, well design, and equipment used are imposed on water wells. This is primarily due to the fact that most water wells are built for temporary technical water supply during the well construction phase with a service life of up to 18 months and an average depth of up to 150 m. Building water wells for extracting water for the purposes of screw up water injection is a more dangerous and time-consuming operation, due to the fact that the depth of these wells often exceeds 1000 m, and the term of their operation is equal to the period of development of the field. In addition, it should be born in mind that in the construction of wells on water-bearing horizons (the pressure is greater than hydrostatic) it is necessary to be guided by all the rules and regulations as for oil wells.

Next on the complexity of the construction and the seriousness of the requirements of the security are oil wells. The main danger in the construction of oil wells is the likelihood of ignition of reservoir fluid in contact with fire (spark) on the surface, which entails large human and material victims. Another feature of the oil reservoir is the tendency to spouting, because oil reservoirs often have a reservoir pressure greater than hydrostatic.

The most dangerous in the process of construction and operation are gas wells. Gas has many hazardous properties that must be considered during the construction and operation of wells/ They are high corrosive aggression, the ability to penetrate microscopic holes and exert erosive effects, thereby destroying equipment, the ability to destroy cement stone during operation, which causes intercolumn pressures.