

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

---

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): «Нефтегазовое дело» («Бурение нефтяных и газовых скважин»)

Кафедра бурения скважин

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

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

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

| Тема работы                                                                                                                                                            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Технологические решения для строительства вертикальной поисково-оценочной скважины глубиной 4000 метров на Кузубинском лицензионном участке (Красноярский край)</b> |  |

УДК-622.276.05:622.243.2(571.51)

Студент

| Группа | ФИО                     | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 3-2801 | Пельт Евгений Андреевич |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
|           | Ковалев А. В. |                        |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| доцент    | Романюк В. Б. | К. э. н.               |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| доцент    | Алексеев Н. А. |                        |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|--------------|------------------------|---------|------|
|               | Минаев К. М. | К.х.н.                 |         |      |

Томск – 2016 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 117 с., 16 рис., 43 табл., 34 источника, 1 прил.

Ключевые слова: бурение, скважина, давление, буровой раствор, поглощение, долото, буровая установка, заканчивание скважин, охрана окружающей среды.

Объектом разработки является скважина под номером К-237 (Куюмбинский лицензионный участок).

Цель работы: применения теоретических знаний и совершенствование навыков решения задач по проектированию заданной скважины.

В процессе написания данной работы, были произведены технические расчеты, обусловленные строительством скважины.

В результате проектировки, был получен идеалистичный выбор и обоснование необходимого промыслового оборудования и инструмента, изучена углубленная схема методов решения проблем с критическим поглощением бурового раствора.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: современные методики расчета проектирования скважины

Особое внимание, было уделено главе, отвечающей за социальную ответственность, вопросам безопасности труда, и экологии.

Экономическая эффективность/значимость работы: данная работа выполнена на основе современных, широко - применяемых технологических и технических достижений при строительстве нефтяных скважин.

## **Перечень сокращений, условных обозначений, символов, терминов**

БР – буровой раствор

БК – бурильная колонна

УБТ – утяжеленные бурильные трубы

СБТ – стальные бурильные трубы

ВЗД – винтовой забойный двигатель

АВПД – аномально высокое пластовое давление

АНПД – аномально низкое пластовое давление

БУ – буровая установка

УВ – условная вязкость

СНС – статическое напряжение сдвига

ДНС – динамическое напряжение сдвига

ПФ – показатель фильтрации

ЦА – цементируочный агрегат

ЦСМ – цементосмесительная машина

БМ – блок манифольдов

ОЛКС – оборудование для локального крепления скважин

ЛЭП – линия электропередачи

СПО – спускоподъемные операции

ПВО – противовыбросовое оборудование

ЭРУО - эмульсионный раствор на углеводородной основе

ГНВП – газонефтеводопроявления

ММП – многолетнемерзлые породы

ПРИ – породоразрушающий инструмент

ВУР – вязкоупругий раствор

МСЦ – муфта ступенчатого цементирования

ПАВ – поверхностно активные вещества

ПЦТ – портландцемент тампонажный

НКТ – насосно-компрессорные трубы

РРМ – расширитель раздвижной многошарошечный

ОРШ – одношарошечный развальцеватель

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>РЕФЕРАТ .....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>                                                                   | <b>9</b>  |
| <b>1 ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>                                                | <b>10</b> |
| 1.1 Географо-экономическая характеристика района работ .....                            | 10        |
| 1.2 Геологические условия бурения .....                                                 | 10        |
| 1.3 Характеристика газонефтеводоносности по разрезу скважины .....                      | 12        |
| 1.4 Давление и температура по разрезу скважины .....                                    | 12        |
| 1.5 Зоны возможных осложнений .....                                                     | 12        |
| <b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>                                                    | <b>19</b> |
| 2.1 Обоснование и расчет профиля (траектории) проектной скважины .....                  | 19        |
| 2.2 Обоснование конструкции скважины .....                                              | 19        |
| 2.2.1 Выбор конструкции эксплуатационного забоя .....                                   | 19        |
| 2.2.2 Построение совмещенного графика давлений .....                                    | 20        |
| 2.2.3 Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска .....                       | 21        |
| 2.2.4 Выбор интервалов цементирования .....                                             | 24        |
| 2.2.5 Расчет диаметров скважины и обсадных колонн .....                                 | 24        |
| 2.2.6 Разработка схем обвязки устья скважины .....                                      | 25        |
| 2.3 Углубление скважины .....                                                           | 26        |
| 2.3.1 Выбор способа бурения .....                                                       | 26        |
| 2.3.2 Выбор породоразрушающего инструмента .....                                        | 27        |
| 2.3.3 Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород .....                 | 29        |
| 2.3.4 Расчет частоты вращения долота .....                                              | 30        |
| 2.3.5 Выбор и обоснование типа забойного двигателя .....                                | 31        |
| 2.3.6 Расчет требуемого расхода бурового раствора .....                                 | 32        |
| 2.3.7 Выбор компоновки и расчет бурильной колонны .....                                 | 34        |
| 2.3.8 Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов .....                 | 36        |
| 2.3.9 Выбор гидравлической программы промывки скважины .....                            | 39        |
| 2.3.10 Технические средства и режимы бурения при отборе керна .....                     | 41        |
| 2.4 Проектирование процессов заканчивания скважин .....                                 | 42        |
| 2.4.1 Расчёт обсадных колонн .....                                                      | 42        |
| 2.4.1.1 Расчёт наружных избыточных давлений .....                                       | 44        |
| 2.4.1.2 Расчёт внутренних избыточных давлений .....                                     | 46        |
| 2.4.1.3 Конструкция обсадной колонны по длине .....                                     | 48        |
| 2.4.2 Расчет процессов цементирования скважины .....                                    | 48        |
| 2.4.2.1 Выбор способа цементирования обсадных колонн .....                              | 48        |
| 2.4.2.2 Расчет объема тампонажной смеси и количества составных компонентов .....        | 48        |
| 2.4.2.3 Обоснование типа и расчет объема буферной, продавочной жидкостей .....          | 49        |
| 2.4.3 Гидравлический расчет цементирования скважины .....                               | 50        |
| 2.4.3.1 Выбор типа и расчет необходимого количества цементировочного оборудования ..... | 50        |
| 2.4.3.2 Расчет режима закачки и продавки тампонажной смеси .....                        | 50        |
| 2.4.4 Выбор технологической оснастки обсадных колонн .....                              | 51        |
| 2.4.5 Проектирование процессов испытания и освоения скважин .....                       | 54        |
| 2.5 Выбор буровой установки .....                                                       | 55        |

|                                                                                                                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ, ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНОЙ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 4000 МЕТРОВ НА КУЮМБИНСКОМ ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ). .....</b> | <b>56</b>  |
| 3.1. Производственная безопасность.....                                                                                                                                              | 56         |
| 3.1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов.....                                                                                                                       | 56         |
| 3.1.2 Мероприятия по устранению опасных и вредных факторов.....                                                                                                                      | 57         |
| Вентилятор вытяжной радиальный .....                                                                                                                                                 | 65         |
| 3.2. Экологическая безопасность .....                                                                                                                                                | 67         |
| 3.2.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению .....                                                                                                     | 67         |
| 3.2.2 Противопожарная безопасность .....                                                                                                                                             | 71         |
| 3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....                                                                                                                                     | 74         |
| 3.3.1 Перечень возможных ЧС на объекте .....                                                                                                                                         | 75         |
| 3.3.2 Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС .....                                                                                                                         | 75         |
| 3.3.3 Разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС.....                                                                                                              | 76         |
| 3.3.4 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.....                                                                                          | 77         |
| <b>4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>                                                                                                      | <b>78</b>  |
| 4.1. Структура и организационные формы работы бурового предприятия .....                                                                                                             | 78         |
| 4.2 Расчет нормативной продолжительности сооружения скважины .....                                                                                                                   | 82         |
| 4.3 Расчет сметной стоимости сооружения скважины .....                                                                                                                               | 87         |
| 4.3.1 Сметный расчет на бурение скважины .....                                                                                                                                       | 89         |
| 4.3.2 Сметный расчет на крепление скважины .....                                                                                                                                     | 93         |
| 4.3.3 Расчет плановых накоплений .....                                                                                                                                               | 96         |
| 4.3.4 Норма накладных расходов .....                                                                                                                                                 | 97         |
| 4.3.5 Техничко-экономические показатели .....                                                                                                                                        | 98         |
| <b>5 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ КРИТИЧЕСКИХ ПОГЛОЩЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН.....</b>                                                                                  | <b>99</b>  |
| 5.1 Понятие поглощения .....                                                                                                                                                         | 99         |
| 5.2 Предупреждение поглощений .....                                                                                                                                                  | 100        |
| 5.3 Ликвидация поглощения при помощи профильных перекрывателей.....                                                                                                                  | 102        |
| 5.3.1 Оборудование для локального крепления скважин .....                                                                                                                            | 103        |
| 5.3.2 Состав ОЛКС.....                                                                                                                                                               | 105        |
| 5.4 Организационно-подготовительные работы и технология установки .....                                                                                                              | 108        |
| 5.5 Инструмент для обеспечения установки пластовых перекрывателей .....                                                                                                              | 109        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>                                                                                                                                                              | <b>114</b> |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>                                                                                                                                          | <b>115</b> |

## Введение

Основываясь на фондовых материалах Байкитской нефтегазоразведочной экспедиции, а также используя специальные информационные ресурсы, было спроектировано, строительство поисково-оценочной скважины К-237 на Куюмбинском лицензионном участке Юрубчено-тохомской зоны нефтегазонакопления. Бурение ведется на площади Байкитского района Красноярского края. Поставленная задача, требуется для поиска и доступа к полезным ископаемым в рифейском ярусе (куюмбинский нефтяной пласт).

В районах Эвенкийского автономного округа с помощью поискового и разведочного бурения, были обнаружены, огромные залежи нефти и газа. В сумме площадь осваиваемых территорий составляет 18000 квадратных километров, а высота залежи около 250 метров.

Основная часть нефтегазонакоплений приурочена к природному резервуару рифея, к его доломитовым породам-коллекторам возрастом около 1 миллиона лет.

Условия для добычи нефти и газа крайне благоприятны. Об этом свидетельствуют, ранее пробуренные и введенные в эксплуатацию скважины, средний дебит которых, составляет от 50 до 80 тонн в сутки, при минимальных депрессиях.

Прогнозы Куюмбинского месторождения, сулят огромные перспективы для районного центра, Красноярского края и всей нефтяной и газовой отрасли Российской Федерации. Так, ежегодный объем добычи нефти к 2029 году на своем пике ориентировочно будет равен 10,8 миллионов тонн.



Таблица 1.1 - Литологический разрез скважины

| Индекс<br>стратиграфического<br>подразделения | Интервал по<br>вертикали, м |             | Стандартное описание горной породы: полное<br>название, характерные признаки (структура,<br>текстура, минеральный состав и т.п.)                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | от<br>(верх)                | до<br>(низ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1                                             | 2                           | 3           | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| O/pr                                          | 0                           | 120         | Известняки, водорослевые и оолитовые с прослоями глинистых известняков, песчаников и алевролитов                                                                                                                                                                                                                              |
| Є <sub>2-3</sub> /ev                          | 120                         | 620         | Переслаивание алевролитов, глинистых алевролитов, аргиллитов с редкими прослоями известняков и прослойками гипсов, цвет пород преимущественно красноцветная с прослоями зеленоватых                                                                                                                                           |
| Є <sub>1-2</sub> /an                          | 620                         | 1177        | Переслаивание доломитов, ангидрито-доломитов, солей с редкими прослоями известняков                                                                                                                                                                                                                                           |
| Є <sub>1</sub> /bul                           | 1177                        | 1266        | Доломиты, известняки, темно-серые, средне- и мелкозернистые                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Є <sub>1</sub> /bls <sub>2</sub>              | 1266                        | 1667        | Каменная соль бесцветная, прозрачная, иногда белая и розовато-белая, крупнокристаллическая. Доломиты серые, темносерые и светло-серые, иногда зеленовато-серые неравномерно ангидритистые и неравномерно глинистые.                                                                                                           |
| Є <sub>1</sub> / bls <sub>1</sub>             | 1667                        | 1914        | Доломиты и известняки серые, темно-серые, иногда коричневатые серые, мелко- и среднезернистые, массивные, слоистые со стиллолитовыми швами. Глинистые доломиты серые, зеленовато-серые, редко коричневатые-серые, волнистослоистые, тонкоплитчатые                                                                            |
| Є <sub>1</sub> /us                            | 1914                        | 2333        | Доломиты часто ангидритистые и глинистые, редко встречаются прослои ангидритов и доломито-ангидритов. Породы серые, светло-серые, темно-серые и зеленовато-серые, часто засоленные. Каменная соль бесцветная, прозрачная. Доломиты и известняки осинского горизонта серые, темно-серые, коричневатые-серые, зеленовато-серые. |
| V- Є <sub>1</sub> /ttr                        | 2333                        | 2382        | Доломиты, глинистые доломиты, ангидритистые доломиты серые, зеленовато-серые, иногда темно-серые, коричневатые-серые. Породы плотные, редко трещеноватые                                                                                                                                                                      |
| V/sb                                          | 2382                        | 2434        | Доломиты серые, коричневатые-серые тонко- и мелко зернистые прослоями массивные, прослоями глинистые и ангидритистые.                                                                                                                                                                                                         |
| V/ktg                                         | 2434                        | 2495        | Неравномерно переслаивающиеся породы серые, темно-серые, красновато-коричневые и зеленовато-серые, слоистые,                                                                                                                                                                                                                  |

Продолжение таблицы 1.1

|      |      |      |                                                                                                                  |
|------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V/os | 2495 | 2502 | Карбонатно-сульфатно-терригенные породы серого, зеленовато-серого, иногда розоватого и красно-коричневого цветов |
|------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|   |      |      |                                                                                                                 |
|---|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R | 2502 | 4000 | Доломиты представляют собой чередование различных по мощности пачек светло-серого, серого и темно-серого цветов |
|---|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В таблице 1.2 представлены физико-механические свойства горных пород.

### **1.3. Характеристика газонефтеводоносности по разрезу скважины**

Характеристики газонефтеводоносности по разрезу скважины представлены в таблицах 1.3 – 1.5.

В таблице 1.3 представлена нефтеносность.

В таблице 1.4 представлена газоносность.

В таблице 1.5 представлена водоносность.

### **1.4. Давление и температура по разрезу скважины**

В таблице 1.6 представлены давление и температура по разрезу скважины.

### **1.5. Зоны возможных осложнений**

Краткая характеристика возможных осложнений представлена в таблице 1.7.

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства горных пород

| Индекс<br>стратигра-<br>фического<br>подраздел<br>ения | Интервал по<br>вертикали |             | Краткое название горной породы                            | Минераль-<br>ная<br>плотность<br>, кг/м <sup>3</sup> | Глинистос-<br>ть,<br>% | Карбонат-<br>ность,<br>% | Соленость<br>Породы, % | Твердость<br>,<br>кгс/ м <sup>2</sup> | Категория<br>абразивност-<br>и | Категория<br>породы по<br>промысло-<br>вой<br>классифи-<br>кации |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                        | от (верх)                | до<br>(низ) |                                                           |                                                      |                        |                          |                        |                                       |                                |                                                                  |
| 1                                                      | 2                        | 3           | 4                                                         | 5                                                    | 6                      | 7                        | 8                      | 9                                     | 10                             | 11                                                               |
| O/pr                                                   | 0                        | 120         | Известняки                                                | 2600                                                 | 5                      | 80                       | -                      | 5,5-7,0                               | 5,0                            | СТ                                                               |
| Є <sub>2-3</sub> /ev                                   | 120                      | 620         | Алевролиты<br>Доломиты                                    | 2600<br>2600                                         | 20<br>20               | 30<br>70                 | -<br>-                 | 4,0<br>4,0                            | 4,0<br>4,0                     | С<br>С                                                           |
| Є <sub>1-2</sub> /an                                   | 620                      | 1177        | Доломиты<br>Каменная соль<br>Известняки                   | 2600<br>2200<br>2600                                 | 5<br>-<br>5            | 50<br>-<br>80            | -<br>100<br>-          | 3,5-7,0<br>3,5<br>5,5-7,0             | 5,5<br>2,0<br>5,0              | СТ<br>СТ<br>СТ                                                   |
| Є <sub>1</sub> /bul                                    | 1177                     | 1266        | Доломиты<br>Известняки                                    | 2600<br>2600                                         | 15<br>5                | 80<br>80                 | -<br>-                 | 6,5<br>5,5-7,0                        | 5,5<br>5,0                     | СТ<br>СТ                                                         |
| Є <sub>1</sub> /bls <sub>2</sub>                       | 1266                     | 1667        | Доломиты, доломито-ангидриты<br>Каменная соль<br>Долериты | 2600<br>2200<br>2800                                 | 10<br>-<br>-           | 80<br>-<br>-             | -<br>100<br>-          | 5,5-7,0<br>3,5<br>9,0                 | 5,5<br>2,0<br>8,0              | СТ<br>СТ<br>К                                                    |
| Є <sub>1</sub> / bls <sub>1</sub>                      | 1667                     | 1914        | Доломиты<br>Известняки                                    | 2600<br>2600                                         | 5<br>5                 | 80<br>80                 | -<br>-                 | 5,5-7,0<br>5,5-7,0                    | 5,5<br>5,0                     | СТ<br>СТ                                                         |
| Є <sub>1</sub> /us                                     | 1914                     | 2333        | Доломиты<br>Каменная соль<br>Известняки                   | 2600<br>2200<br>2600                                 | 5<br>-<br>5            | 80<br>-<br>80            | -<br>100<br>-          | 6,0<br>3,5<br>6,0                     | 5,5<br>2,0<br>5,5              | СТ<br>СТ<br>СТ                                                   |
| V- Є <sub>1</sub> /ttr                                 | 2333                     | 2382        | Доломиты глини-е и ангидри-е                              | 2600                                                 | 15                     | 80                       | -                      | 7,5                                   | 6,0                            | Т                                                                |
| V/sb                                                   | 2382                     | 2434        | Доломиты глини-е и ангидри-е                              | 2800                                                 | 15                     | 80                       | -                      | 7,5                                   | 6,0                            | Т                                                                |
| V/ktg                                                  | 2434                     | 2495        | Доломиты глинистые<br>Аргиллиты                           | 2800<br>2600                                         | 15<br>70               | 80<br>30                 | -<br>-                 | 8,0<br>3,5                            | 8,0<br>4,5                     | Т<br>Т                                                           |
| V/os                                                   | 2495                     | 2502        | Алевролиты<br>Песчаники                                   | 2500<br>2600                                         | 30<br>20               | 15<br>10                 | -<br>-                 | 6,0<br>7,5                            | 6,0<br>7,0                     | Т<br>Т                                                           |
| R                                                      | 2502                     | 4000        | Доломиты                                                  | 2800                                                 | 10                     | 85                       | -                      | 7,5                                   | 6,0                            | Т                                                                |

Таблица 1.3 - Нефтеносность

| Индекс<br>стратиграфического<br>подразделения | Интервал<br>по<br>вертикали,<br>м |          | Тип<br>коллектора | Плотность,<br>кг/м <sup>3</sup> |                    | Подвижность,<br>д/спз | Содержание серы,<br>% | Содержание<br>парафина, % по весу | Суточный дебит,<br>м <sup>3</sup> /сут. | Параметры растворенного газа                      |                              |                        |                                    |                                                 |                                                    |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|----------|-------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                               | от (верх)                         | до (низ) |                   | в пластовых<br>условиях         | после<br>дегазации |                       |                       |                                   |                                         | газовый<br>фактор, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> | содер.<br>сероводорода,<br>% | содер. угл.<br>газа, % | коэффициент<br>сжимаемости<br>газа | плотность газа<br>по воздуху, г/см <sup>3</sup> | давл.<br>насыщения<br>в пластовых<br>условиях, МПа |
| 1                                             | 2                                 | 3        | 4                 | 5                               | 6                  | 7                     | 8                     | 9                                 | 10                                      | 11                                                | 12                           | 13                     | 14                                 | 15                                              | 16                                                 |
| R                                             | 2535                              | 2590     | Кав-<br>трещ      | 0,633                           | 0,825              | 0,03                  | 0,17                  | 1,1                               | до<br>105                               | 200                                               | -                            | 0,07                   | 1,05                               | 0,663                                           | 206                                                |
|                                               | 3300                              | 3370     | Кав-<br>трещ      | -                               | 0,824              | 0,03                  | 0,17                  | 1,59                              | до 50                                   | 250                                               | -                            | -                      | -                                  | -                                               | -                                                  |

Таблица 1.4 - Газоносность

| Индекс<br>стратиграфиче<br>ского<br>подразделения | Интервал         |                 | Тип<br>коллект<br>ора | Пористос<br>ть,<br>%   | Содержа<br>ние<br>углекисл<br>ого газа,<br>% | Относитель<br>ный вес по<br>воздуху | Свободн<br>ый<br>дебит,<br>тыс. м <sup>3</sup> /с | Сжимаемо<br>сть газа в<br>пластовы<br>х<br>условиях | Фазовая<br>проницаем<br>ость мкм <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                   | от<br>(вер<br>х) | до<br>(ни<br>з) |                       |                        |                                              |                                     |                                                   |                                                     |                                               |
| 1                                                 | 2                | 3               | 4                     | 5                      | 6                                            | 7                                   | 8                                                 | 9                                                   | 10                                            |
| R                                                 | 2502             | 253<br>5        | Кав-трещ              | Газ +<br>конденса<br>т | 0,07                                         | 0,663                               | 60                                                | 1,05                                                | 0,1                                           |
|                                                   | 3270             | 328<br>0        | Кав-трещ              | Газ +<br>конденса<br>т | 0,07                                         | 0,663                               | -                                                 | -                                                   | 0,1                                           |

Примечание: Газоносные пласты в геологическом разрезе Кулумбинского лицензионного участка отсутствуют.

Таблица 1.5 - Водоносность

| Индекс<br>стратиграфического<br>подразделения | Интервал<br>по<br>вертикали,<br>м |             | Тип коллектора | Плотность,<br>кг/м <sup>3</sup> | Свободный дебит,<br>м <sup>3</sup> /сут | Фазовая проницае-<br>мость, мДарси | Химический состав воды в мг/л |                 |                  |                                    |                  |                  | Степень минерализации,<br>г/л | Тип воды по Сулину | Относится к источнику<br>питьевого водо-снаб-<br>жения (да, нет) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                               | от<br>(верх)                      | до<br>(низ) |                |                                 |                                         |                                    | анионы                        |                 |                  | катионы                            |                  |                  |                               |                    |                                                                  |
|                                               |                                   |             |                |                                 |                                         |                                    | Cl                            | SO <sub>4</sub> | HCO <sub>3</sub> | Na <sup>+</sup><br>+K <sup>+</sup> | Mg <sup>++</sup> | Ca <sup>++</sup> |                               |                    |                                                                  |
| 1                                             | 2                                 | 3           | 4              | 5                               | 6                                       | 7                                  | 8                             | 9               | 10               | 11                                 | 12               | 13               | 14                            | 15                 | 16                                                               |
| Є <sub>2-3</sub> /ev                          | 130                               | 330         | Поровый        | 1050                            | 200*                                    | -                                  | -                             | -               | -                | -                                  | -                | -                | 10,0                          | ХКН                | Да                                                               |
| Є <sub>1</sub> /us-ttr                        | 2207                              | 2350        | Кав-трещ       | 1097                            |                                         | -                                  | 2510,21                       | 37,27           | 13,96            | 485,91                             | 834,7            | 883,8            | 137,01                        | ХКН                | Нет                                                              |
| R                                             | 2590                              | 2600        | Кав-трещ       | 1097                            | 10                                      | -                                  | 2510,21                       | 37,27           | 13,96            | 485,91                             | 834,7            | 883,8            | 137,01                        | ХКН                | Нет                                                              |
| R                                             | 3380                              | 4000        | Кав-трещ       | 1097                            | 10                                      | -                                  | 2510,21                       | 37,27           | 13,96            | 485,91                             | 834,7            | 883,8            | 137,01                        | ХКН                | Нет                                                              |

Примечание: - дебит артезианской скважины при насосной эксплуатации. Тип воды по Сулину: СФН-сульфатонатриевый; ГКН-гидрокарбонатнатриевый; ХЛМ-хлормagneиный; ХЛК-хлоркальциевый; ХКН- хлоркальциевонатриевые.

Таблица 1.6 – Давление и температура по разрезу скважины

| Индекс<br>стратигра-<br>фического<br>подраз-<br>деления | Интервал, м  |             | Градиенты давлений, МПа/м |             |               |                    |             |          |              |             |          | Температура в<br>конце<br>интервала |               |
|---------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|----------|--------------|-------------|----------|-------------------------------------|---------------|
|                                                         | от<br>(верх) | до<br>(низ) | пластового                |             |               | гидроразрыва пород |             |          | горного      |             |          | С <sup>0</sup>                      | источ-<br>ник |
|                                                         |              |             | от<br>(верх)              | до<br>(низ) | источ-<br>ник | от<br>(верх)       | до<br>(низ) | источник | от<br>(верх) | до<br>(низ) | источник |                                     |               |
| 1                                                       | 2            | 3           | 4                         | 5           | 6             | 7                  | 8           | 9        | 10           | 11          | 12       | 13                                  | 14            |
| O/pr                                                    | 0            | 120         | 0,0                       | 0,0085      | РФЗ           | 0,0                | 0,226       | РФЗ      | 0,0          | 0,26        | РФЗ      | 3(-2)                               | ПГФ           |
| Є <sub>2-3</sub> /ev                                    | 120          | 620         | 0,0085                    | 0,0085      | РФЗ           | 0,226              | 0,226       | РФЗ      | 0,26         | 0,26        | РФЗ      | 10                                  | ПГФ           |
| Є <sub>1-2</sub> /an                                    | 620          | 1177        | 0,0085                    | 0,0108      | РФЗ           | 0,226              | 0,218       | РФЗ      | 0,26         | 0,26        | РФЗ      | 13                                  | ПГФ           |
| Є <sub>1</sub> /bul                                     | 1177         | 1266        | 0,0108                    | 0,0100      | РФЗ           | 0,218              | 0,226       | РФЗ      | 0,26         | 0,26        | РФЗ      | 13                                  | ПГФ           |
| Є <sub>1</sub> /bls <sub>2</sub>                        | 1266         | 1667        | 0,0100                    | 0,0104      | РФЗ           | 0,226              | 0,222       | РФЗ      | 0,26         | 0,28        | РФЗ      | 15                                  | ПГФ           |
| Є <sub>1</sub> / bls <sub>1</sub>                       | 1667         | 1914        | 0,0104                    | 0,0104      | РФЗ           | 0,222              | 0,226       | РФЗ      | 0,28         | 0,26        | РФЗ      | 17                                  | ПГФ           |
| Є <sub>1</sub> /us                                      | 1914         | 2333        | 0,0104                    | 0,0110      | РФЗ           | 0,226              | 0,218       | РФЗ      | 0,26         | 0,26        | РФЗ      | 20                                  | ПГФ           |
| V- Є <sub>1</sub> /trr                                  | 2333         | 2382        | 0,0110                    | 0,0100      | РФЗ           | 0,218              | 0,226       | РФЗ      | 0,26         | 0,28        | РФЗ      | 24                                  | ПГФ           |
| V/sb                                                    | 2382         | 2434        | 0,0100                    | 0,0100      | РФЗ           | 0,226              | 0,244       | РФЗ      | 0,28         | 0,28        | РФЗ      | 24                                  | ПГФ           |
| V/ktg                                                   | 2434         | 2495        | 0,0100                    | 0,0100      | РФЗ           | 0,244              | 0,235       | РФЗ      | 0,28         | 0,26        | РФЗ      | 24                                  | ПГФ           |
| V/os                                                    | 2495         | 2502        | 0,0100                    | 0,0100      | РФЗ           | 0,235              | 0,266       | РФЗ      | 0,26         | 0,26        | РФЗ      | 28                                  | ПГФ           |
| R                                                       | 2502         | 4000        | 0,0100                    | 0,0091      | РФЗ           | 0,266              | 0,244       | РФЗ      | 0,26         | 0,28        | РФЗ      | 33                                  | ПГФ           |

Примечание: Градиент пластового давления должен уточняться по данным фактических замеров во вновь пробуренных скважинах. Для проектных расчетов принято начальное значение градиента. РФЗ-расчет по фактическим замерам в скважинах; ПГФ-прогноз по геофизическим данным.

Таблица 1.7 – Возможные осложнения по разрезу скважины

| Индекс стратиграфического подразделения | Интервал, м |      | Тип осложнения               | Характеристика и условия возникновения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|-------------|------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | От          | До   |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| O/pr – $\epsilon_{1-2}/an$              | 0           | 1177 | Поглощение бурового раствора | Интенсивность – 100 м <sup>3</sup> /час, потери циркуляции – да. Слабосцементированные, раздробленные терригенные отложения ордовика и эвенкийской свиты; пластовые давления ниже на 15%.                                                                                                                                                                                                                     |
| $\epsilon_1/bul$ - $\epsilon_1/bls_2$   | 1177        | 1667 |                              | Интенсивность – 50 м <sup>3</sup> /час, потери циркуляции – да. Низкое давление гидроразрыва пород На контактах вмещающих пород с долеритами                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $\epsilon_{2-3}/ev$                     | 130         | 330  | водопроявление               | Снижение давления в скважине ниже гидростатического. Пренебрежение к постоянному доливу жидкости в скважине во время подъема инструмента. превышение скорости СПО, свабиrowание инструментом, создание депрессии на водоносные пласты. Несоблюдение параметров бурового раствора.                                                                                                                             |
| $\epsilon_1/us$ - $\epsilon_1/ttr$      | 2207        | 2350 | газоводопроявление           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| R                                       | 2502        | 4000 | нефтегазоводопроявление      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| O/pr - $\epsilon_{2-3}/ev$              | 0           | 600  | Осыпи и обвалы горных пород  | Несоответствие параметров бурового раствора проектным значениям, недостаточное противодействие столба бурового раствора на стенки скважины, повышенная водоотдача бурового раствора, неудовлетворительная ингибирующая способность раствора по отношению к глинистым, растепленным, слабосцементированным породам разреза, подъем бурильного инструмента с поршневанием, несоблюдение режима долива скважины. |

## **2 Технологическая часть**

### **2.1 Обоснование и расчет профиля (траектории) проектной скважины**

В настоящем проекте профиль ствола скважины – вертикальный. Следовательно, расчет профиля не требуется.

### **2.2 Обоснование конструкции скважины**

#### **2.2.1 Выбор конструкции эксплуатационного забоя**

Коллектор однородный и неоднородный по литологическому составу пород, по фильтрационной характеристике относится к коллекторам трещинного типа, характеризуется чередованием устойчивых и неустойчивых пород.

Для такого вида коллектора характерна конструкция забоя закрытого типа имеющая цель изоляции продуктивных горизонтов друг от друга хвостовиком с последующим цементированием за колонного пространства и перфорацией. Необходимое условие выбора такой конструкции – высокие значения пористой ( $k_p$ ) или трещинной ( $k_T$ ) проницаемости пород продуктивных отложений. Конструкция забоя представлена на рисунке 2.

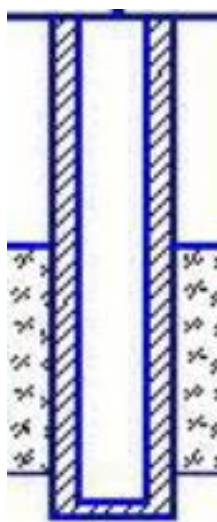
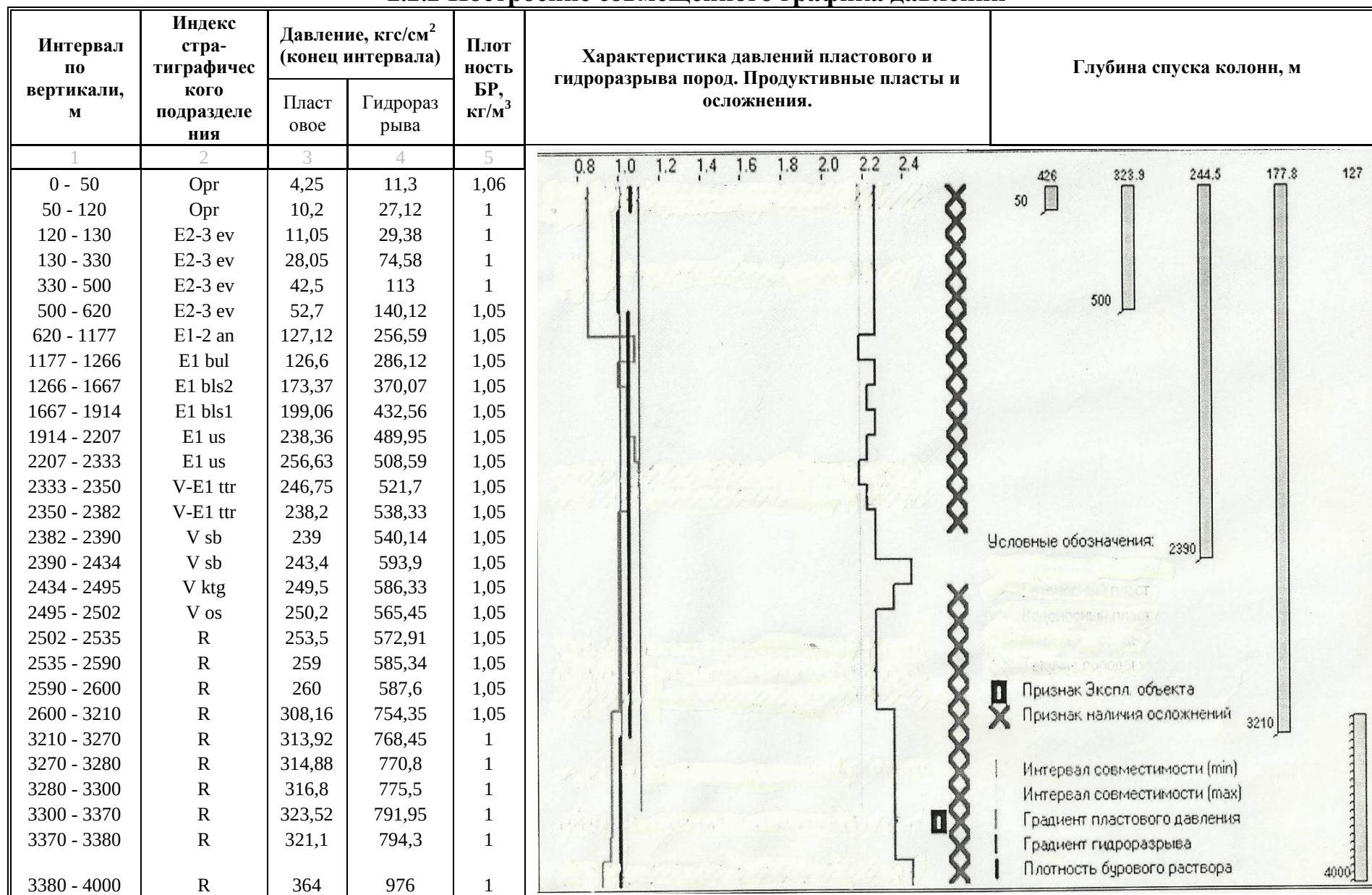


Рисунок 2 – Конструкция забоя закрытого типа.



## 2.2.2 Построение совмещенного графика давлений



### **2.2.3 Определение числа обсадных колонн и глубины их спуска**

Исходя из геологических особенностей разреза и проектируемого комплекса исследований, получается следующая конструкция скважины:

Направление диаметром 426 мм. спускается на глубину 50 м.

Кондуктор диаметром 323,9 мм. спускается на глубину 500 м. по вертикали. Данная глубина выбрана, согласно условиям недопущения гидроразрыва пород, при ликвидации возможных нефтегазопрооявлений. На кондуктор предусмотрена установка противовыбросового оборудования.

Промежуточная колонна диаметром 244,5 мм. спускается на глубину 2390м. Крепление ствола скважины промежуточной колонной, целесообразна для предотвращения возможных водопрооявлений и осложнений в неустойчивых отложениях Усольской свиты.

Спуск промежуточной колонны необходим с целью предотвращения возможных газопрооявлений в нижней части разреза, важна установка на промежуточную колонну противовыбросового оборудования, учитывая опыт бурения глубоких скважин.

Эксплуатационная колонна диаметром 177,8 мм. спускается на глубину 3210 м. по вертикали с установкой башмака в горизонте  $R_1$ , служит для разобщения вышележащих перспективных пластов и изоляции от других горизонтов геологического разреза скважины, предназначена для проведения испытаний перспективных отложений на нефть.

Хвостовик диаметром 127 мм., устанавливается в интервале 2770 – 4000м.

В таблице 1.9 представлены глубина спуска и характеристика обсадных колонн.

Таблица 1.9 - Глубина спуска и характеристика обсадных колонн

| № колонны в порядке спуска | Название колонны | Интервал по стволу скважины (установка колонны или открытый ствол) по стволу, м |          | Номинальный диаметр ствола скважины (долота) в интервале, мм | Расстояние от устья скважины до уровня подъема тампонажного раствора за колонной, м | Количество отдельно спускаемых частей колонны, шт | Номер отдельно спускаемой части в порядке спуска | Интервал установки отдельно спускаемой части, м |          | Глубина забоя при повороте секции, установки надставки или заменяющей, м | Необходимость (причина) спуска колонны (в том числе в один прием или секциями), установки надставки, смены или поворота секции |
|----------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                  | от (верх)                                                                       | до (низ) |                                                              |                                                                                     |                                                   |                                                  | от (верх)                                       | до (низ) |                                                                          |                                                                                                                                |
| 1                          | 2                | 3                                                                               | 4        | 5                                                            | 6                                                                                   | 7                                                 | 8                                                | 9                                               | 10       | 11                                                                       | 12                                                                                                                             |
| 1.                         | Направление      | 0                                                                               | 50       | 490,0                                                        | 0                                                                                   | 1                                                 | 1                                                | 0                                               | 50       | -                                                                        | Перекрытие верхних неустойчивых интервалов, интервалов ММП, с целью предотвращения газопроявлений, растепления                 |
| 2.                         | Кондуктор        | 0                                                                               | 500      | 393,7                                                        | 0                                                                                   | 1                                                 | 1                                                | 0                                               | 500      | -                                                                        | Перекрытие верхних неустойчивых интервалов, установка ПВО                                                                      |

Продолжение таблицы 1.9

|    |                          |      |      |       |      |   |   |      |      |   |                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------|------|------|-------|------|---|---|------|------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Промежуточная колонна    | 0    | 2390 | 295,3 | 0    | 1 | 1 | 0    | 2390 | - | Перекрытие водоносных и предполагаемых газonosных горизонтов, интервалов подвижных пород, установка ПВО                                                                               |
| 4. | Эксплуатационная колонна | 0    | 3210 | 215,9 | 2190 | 1 | 1 | 0    | 3210 | - | Вскрытие пластов с АНПД. Разобшение вскрытых горизонтов, в том числе нефтеносных, создание надежного и долговечного канала, связывающего продуктивный горизонт с дневной поверхностью |
| 5. | Хвостовик                | 2770 | 4000 | 152,6 | 2770 | 1 | 1 | 2770 | 4000 | - |                                                                                                                                                                                       |

## 2.2.4 Выбор интервалов цементирования

Интервал цементирования для направления 0 - 50 м (предупреждения размыва устья и связанных с ним осложнений).

Интервал цементирования для кондуктора 0 – 500 м (обеспечения надежного перекрытия интервала залегания ММП, предотвращения их растепления, перекрытия верхних неустойчивых, склонных к обвалообразованию пород и изоляции водоносных горизонтов, содержащих пресные воды хозяйственно-питьевого назначения).

Интервал цементирования для промежуточной колонны 0 - 2390 м.

Интервал цементирования для эксплуатационной колонны 2190 - 3210 м.

Интервал цементирования для хвостовика 2770 – 4000 м.

## 2.2.5 Расчет диаметров скважины и обсадных колонн

Диаметр эксплуатационной колонны выбирается в соответствии с ожидаемым дебитом многопластовой залежи (75 м<sup>3</sup>/сут нефти), предусматривается применение потайной колонны (хвостовика) с наружным диаметром 127мм.

Диаметры обсадных колонн и скважин под каждую представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Диаметры обсадных колонн и скважин под каждую

| Обсадная колонна | Диаметр колонны, мм | Диаметр скважины, мм |
|------------------|---------------------|----------------------|
| Направление      | 426                 | 490                  |
| Кондуктор        | 323.9               | 393.7                |
| Промежуточная    | 244.5               | 295.3                |
| ЭК               | 177.8               | 215.9                |
| Хвостовик        | 127                 | 152.4                |

## 2.2.6 Разработка схем обвязки устья скважины

Величина максимального устьевого давления составляет 28 МПа.

С учетом конструкции скважины и рабочего давления подходит обвязка колонной головки типа ОКК1-350-178х245-324ХЛ.

Выбираем схему ПВО №1, так как рабочее давление не превышает 35 МПа, – схема монтажа ПВО изображена на рисунке 3.

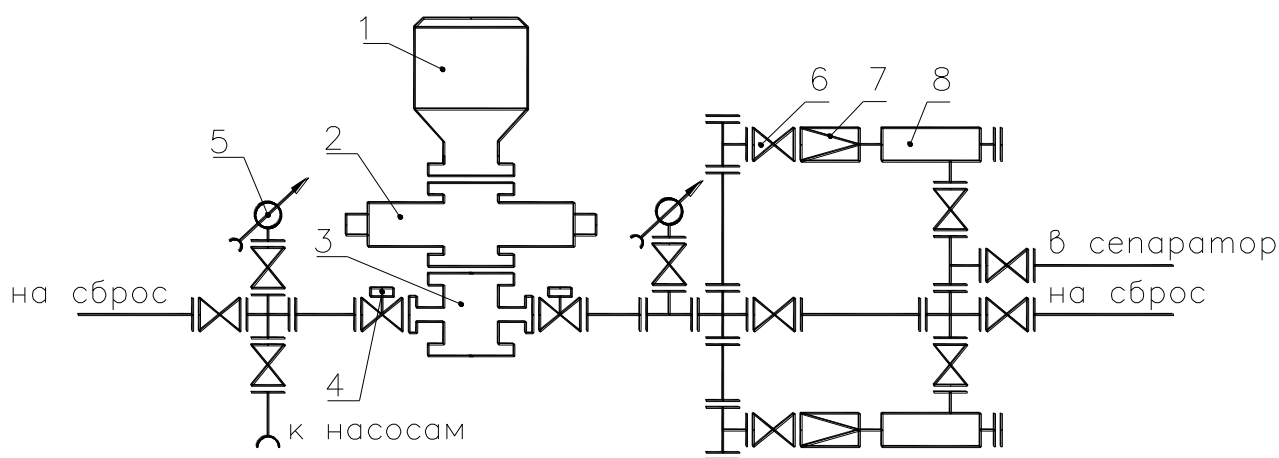


Рис. 3 Схема монтажа ПВО:

- 1, 2 – универсальный и плашечный превенторы;
- 3 – устьевая крестовина;
- 4, 6 – задвижки с гидравлическим и ручным управлением;
- 5 – манометр с запорным и разрядным устройствами;
- 7 – регулируемые дроссели с гидравлическим и ручным управлением;
- 8 – отбойная камера с разрядным устройством.

Данный комплект ПВО имеет номинальный диаметр проходного сечения 350 мм., а, следовательно, в случае выброса может загерметизировать устье как при спущенной буровой колонне, так и при колонне обсадных труб.

## 2.3 Углубление скважины

### 2.3.1 Выбор способа бурения

Запроектированные способы бурения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Способы бурения по интервалам скважины

| Интервал, м | Обсадная колонна            | Способ бурения                                        |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|
| 0-50        | Направление                 | Роторный                                              |
| 50-500      | Кондуктор                   | С применением ВЗД<br>(винтовой забойный<br>двигатель) |
| 500-2390    | Промежуточная<br>колонна    | С применением ВЗД<br>(винтовой забойный<br>двигатель) |
| 2390-3210   | Эксплуатационная<br>колонна | С применением ВЗД<br>(винтовой забойный<br>двигатель) |
| 3210-4000   | Хвостовик                   | С применением ВЗД<br>(винтовой забойный<br>двигатель) |

Способ бурения скважины выбраны на основе анализа статистического материала по уже пробуренным скважинам, на основе данных, особенностей геолого-технических условий проходки скважин на Куюмбинском месторождении, с учетом наличия зон осложнений, технологических особенностей силового и насосного оборудования, показывают, что наиболее эффективным и приемлемым способом бурения является роторный и бурение винтовым забойным двигателем.

### 2.3.2 Выбор породоразрушающего инструмента

Размеры долот, рассчитаны и выбраны в соответствии с конструкцией скважины, и на основании рекомендаций по величинам кольцевого зазора между стенкой скважины и муфтой обсадных колонн.

Выбор долот произведен в соответствии с физико-механическими свойствами, буримостью пород, фактическими данными о работе различных долот для сплошного бурения на площадях данного района.

Потребное количество элементов КНБК представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Потребное количество элементов КНБК

| Типоразмер<br>долот                            | Вид<br>технологической<br>операции | Интервал<br>работы по<br>стволу, м |         | Норма проходки |                   | Потребное<br>количество<br>на<br>интервале,<br>шт |
|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------|----------------|-------------------|---------------------------------------------------|
|                                                |                                    | от(верх)                           | до(низ) | Величина,<br>м | Источник<br>нормы |                                                   |
| 1                                              | 2                                  | 3                                  | 4       | 5              | 6                 | 7                                                 |
| III 490 С-ЦВ<br>III 490 С-ЦВ                   | Бурение                            | 0                                  | 50      | 200            | Местные           | 0,25                                              |
|                                                | Проработка                         | 0                                  | 50      | 500            |                   | 0,1                                               |
| Итого: III 490 С-ЦВ                            |                                    | 0                                  | 50      |                |                   | 1                                                 |
| 393,7 СЗ-ЦГВУ<br>R357<br>393,7 СЗ-ЦГВУ<br>R357 | Бурение                            | 45                                 | 500     | 800            | Местные           | 0,57                                              |
|                                                | Проработка                         | 50                                 | 500     | 3000           |                   | 0,15                                              |
| Итого: 393,7 СЗ-ЦГВУ R357                      |                                    | 50                                 | 500     |                |                   | 1                                                 |
| 295,3 SKH 517G                                 | Бурение                            | 490                                | 620     | 400            | Местные           | 0,33                                              |
| 295,3 SKH 547G                                 | Бурение                            |                                    | 1266    | 500            |                   | 1,3                                               |
| 295,3 SKH 517G                                 | Бурение                            |                                    | 1914    | 400            |                   | 1,62                                              |
| 295,3 SKH 547G                                 | Бурение                            |                                    | 2333    | 500            |                   | 0,83                                              |
| 295,3 СЗ-ГНУ<br>R23                            | Проработка                         |                                    | 2390    | 300            |                   | 0,19                                              |
| 295,3 СЗ-ГНУ                                   |                                    |                                    | 2390    | 4000           |                   | 0,47                                              |
| R23                                            |                                    |                                    |         |                |                   |                                                   |
| Итого: 295,3 SKH 517G                          |                                    | 490                                | 2390    |                |                   | 2                                                 |
| 295,3 SKH 547G                                 |                                    |                                    |         |                |                   | 3                                                 |
| 295,3 СЗ-ГНУ R23                               |                                    |                                    |         |                |                   | 1                                                 |



| Продолжение таблицы 2.2 |             |      |      |       |         |      |
|-------------------------|-------------|------|------|-------|---------|------|
| 215,9 НР-621            | Бурение     | 2370 | 2434 | 200,0 | Местные | 0,32 |
| 215,9НJTG547GL          | Бурение     | 2434 | 2510 | 500   |         | 0,15 |
| БИТ 212,7/80 В913       | Отбор керна | 2510 | 2590 | 200   |         | 0,4  |
| 215,9 НJTG547GL         | Бурение     | 2590 | 2830 | 500   |         | 0,48 |
| БИТ 212,7/80 В913       | Отбор керна | 2830 | 2870 | 200   |         | 0,2  |
| 215,9 НJTG547GL         | Бурение     | 2870 | 2990 | 500   |         | 0,24 |
| БИТ 212,7/80 В913       | Отбор керна | 2990 | 3030 | 200   |         | 0,2  |
| 215,9 НJTG547GL         | Бурение     | 3030 | 3210 | 500   |         | 0,36 |
| 215,9 НJTG547GL         | Проработка  | 2390 | 3210 | 3000  |         | 0,27 |
| Итого: 215,9 НР-621     |             |      |      |       |         | 1    |
| 215,9НJTG547GL          |             |      |      |       |         | 2    |
| БИТ 212,7/80 В913       |             | 2390 | 3210 |       |         | 1    |
| 52,4МЗ-ГНУР472          | Бурение     | 3190 | 3260 | 400   | Местные | 0,18 |
| БИТ-151/80 В913         | Отбор керна | 3260 | 3320 | 200   |         | 0,3  |
| 152,4МЗ-ГНУР472         | Бурение     | 3320 | 3400 | 400   |         | 0,2  |
| БИТ-151/80 В913         | Отбор керна | 3400 | 3440 | 200   |         | 0,2  |
| 152,4МЗ-ГНУР472         | Бурение     | 3440 | 3670 | 400   |         | 0,58 |
| БИТ-151/80 В913         | Отбор керна | 3670 | 3700 | 200   |         | 0,15 |
| 152,4МЗ-ГНУР472         | Бурение     | 3700 | 3780 | 400   |         | 0,2  |
| БИТ-151/80 В913         | Отбор керна | 3780 | 3820 | 200   |         | 0,2  |
| 152,4МЗ-ГНУР472         | Бурение     | 3820 | 3890 | 400   |         | 0,18 |
| БИТ-151/80 В913         | Отбор керна | 3890 | 3920 | 200   |         | 0,15 |
| 152,4МЗ-ГНУР472         | Бурение     | 3920 | 3960 | 400   |         | 0,1  |
| БИТ-151/80 В913         | Отбор керна | 3960 | 4000 | 200   |         | 0,2  |
| 152,4МЗ-ГНУР472         | Проработка  | 3210 | 4000 | 4000  |         | 0,2  |
| Итого: 152,4МЗ-ГНУР472  |             | 3190 | 4000 |       |         | 2    |
| БИТ-151/80 В913         |             |      |      |       |         | 2    |

### 2.3.3. Расчет осевой нагрузки на долото по интервалам горных пород

Осевая нагрузка для всех интервалов рассчитывается по статическому методу, затем расчётное значение сравнивается с допустимой нагрузкой по паспорту долота и принимается осевая нагрузка в пределах вычисленных величин.

Значения удельных нагрузок для шарошечных долот при бурении пород категории СТ go = 0,4-1 кН/мм (под направление);

Для PDC, алмазных и ИСМ долот удельные осевые нагрузки принимаются в пределах от 50 до 400 кг/см (0,05-0,4 кН/мм). Большие значения берутся в более твердых породах.

Осевая нагрузка по интервалам бурения представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Осевая нагрузка по интервалам бурения

| Интервал, м | Осевая нагрузка, кН | Удельная нагрузка, кН/мм |
|-------------|---------------------|--------------------------|
| 0 – 50      | 196                 | 0,4                      |
| 50 – 500    | 118,1               | 0,3                      |
| 500 – 2390  | 118,12              | 0,4                      |
| 2390– 3210  | 129,5               | 0,6                      |
| 3210-4000   | 91,4                | 0,6                      |

### 2.3.4 Расчет частоты вращения долота

В таблице 2.4 сведены расчеты частот вращения долот.

Таблица 2.4 – частоты вращения долот

| Интервал                        |    | 0-50                   | 50-500                           | 500-2390             |                      |                            | 2390-3210           |                            |                          | 3210-4000               |                            |
|---------------------------------|----|------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                 |    | III<br>490<br>С-<br>ЦВ | 393,7<br>СЗ-<br>ЦГВ<br>У<br>R357 | 295,3<br>SKH<br>517G | 295,3<br>SKH<br>547G | 295,3<br>СЗ-<br>ГНУ<br>R23 | 215,9<br>HP-<br>621 | 215,9<br>HJTG<br>547G<br>L | БИТ<br>212,7/8<br>0 B913 | 152,4МЗ<br>-ГНУ<br>R472 | БИТ-<br>151/8<br>0<br>B913 |
| Исходные данные                 |    |                        |                                  |                      |                      |                            |                     |                            |                          |                         |                            |
| V <sub>л</sub> , м/с            |    | 1,5                    | 1,5                              | 1,8                  | 1,5                  | 1,5                        | 1,5                 | 1,5                        | 1,5                      | 1,8                     | 1,5                        |
| D <sub>д</sub>                  | м  | 0,4<br>9               | 0,393<br>7                       | 0,295<br>3           | 0,295<br>3           | 0,295<br>3                 | 0,215<br>9          | 0,215<br>9                 | 0,2159                   | 0,1524                  | 0,152<br>4                 |
|                                 | мм | 490                    | 393,7                            | 295,3                | 295,3                | 295,3                      | 215,9               | 215,9                      | 215,9                    | 152,4                   | 152,4                      |
| τ, мс                           |    | 6                      | 6                                | 6                    | 6                    | 6                          | 6                   | 6                          | 6                        | 6                       | 6                          |
| z                               |    | 28                     | 26                               | 24                   | 24                   | 24                         | 22                  | 22                         | 22                       | 20                      | 20                         |
| α                               |    | 0,5                    | 0,5                              | 0,5                  | 0,5                  | 0,5                        | 0,5                 | 0,5                        | 0,5                      | 0,5                     | 0,5                        |
| Результаты проектирования       |    |                        |                                  |                      |                      |                            |                     |                            |                          |                         |                            |
| n <sub>1</sub> ,<br>об/мин      |    | 58                     | 73                               | 116                  | 97                   | 97                         | 132                 | 132                        | 132                      | 225                     | 188                        |
| n <sub>2</sub> ,<br>об/мин      |    | 232                    | 250                              | 270                  | 270                  | 270                        | 295                 | 295                        | 295                      | 325                     | 325                        |
| n <sub>3</sub> ,<br>об/мин      |    | 916                    | 736                              | 552                  | 552                  | 552                        | 404                 | 404                        | 404                      | 285                     | 285                        |
| n <sub>проект</sub> ,<br>об/мин |    | 58                     | 73                               | 116                  | 97                   | 97                         | 132                 | 132                        | 132                      | 225                     | 188                        |

Расчет частоты вращения для шарошечных долот производится из условий:

- создания оптимальной линейной скорости на периферийном венце шарошки;
- по времени контакта зубьев долота с горной породой;
- по стойкости опор.

### 2.3.5 Выбор и обоснование типа забойного двигателя

При проектировании характеристик ВЗД определение удельного момента на долоте проводится для расчетного рабочего (экстремального) режима двигателя, соответствующего максимуму его мощности.

Для указанных условий бурения выбран ВЗД типа Д1-240, удовлетворяющий заданным условиям.

Исходя из расчетов, для бурения кондуктора и технической колонны выбираем один вид забойного двигателя типа Д1-240.

Технические характеристики ВЗД Д1-240 в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Основные параметры ВЗД типа Д1-240

| Обозначение двигателя | Диаметр, мм | Длина, мм | Вес, кг | Расход жидкости, л/с | Крутящий момент, Н.м | Частота вращения, об/мин | Перепад давления, МПа |
|-----------------------|-------------|-----------|---------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Д1-240                | 240         | 7570      | 1750    | 30-50                | 10000-14000          | 70-130                   | 6,0-8,0               |

Исходя из расчетов, для бурения под эксплуатационную колонну выбираем забойный двигатель типа ДЗ-195.

Технические характеристики ВЗД ДЗ-195 в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Основные параметры ВЗД типа ДЗ-195

| Обозначение двигателя | Диаметр, мм | Длина, мм | Вес, кг | Расход жидкости, л/с | Крутящий момент, Н.м | Частота вращения, об/мин | Перепад давления, МПа |
|-----------------------|-------------|-----------|---------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| ДЗ-195                | 195         | 6535      | 1020    | 25-35                | 9000-11000           | 90-120                   | 4,4-5,9               |

### 2.3.6 Расчет требуемого расхода бурового раствора

Количество подаваемого в скважину бурового раствора в единицу времени определяется из необходимости:

- отрыва частиц выбуренной породы от забоя;
- транспортировки шлама на поверхность;
- исключения размыва (эрозии) стенок скважины;
- предупреждения прихватов в результате скопления шлама в кольцевом пространстве;
- обеспечения необходимой скорости истечения раствора из гидромониторных насадок долота;
- соответствия технической характеристике забойного двигателя и насосной группы.

В табл. 2.7 приведены исходные данные для расчёта расходов по интервалам бурения.

Таблица 2.7 – Исходные данные для расчетов расхода

| Параметр                                    | Направление | Кондуктор | Тех.колонна | ЭК    | хвостовик |
|---------------------------------------------|-------------|-----------|-------------|-------|-----------|
| K,<br>м³/сек                                | 0,3 - 0,65  |           |             |       |           |
| V <sub>КП</sub><br>MAX, м/с                 | 1,3         |           | 1,5         |       |           |
| V <sub>КП MIN</sub> ,<br>м/с                | 0,5         |           |             |       |           |
| S <sub>MAX</sub> ,<br>м²                    | 0.27        | 0.146     | 0.066       | 0.031 | 0.014     |
| V <sub>КР</sub> , м/с                       | 0,14        | 0,13      | 0,11        | 0,1   | 0,1       |
| V <sub>МЕХ</sub> , м/с                      | 0,008       | 0,022     | 0,016       | 0,007 | 0,003     |
| ρ <sub>П</sub> , г/см³                      | 2,2         | 2,3       | 2,55        | 2,62  | 2,7       |
| ρ <sub>Р</sub> , г/см³                      | 1,06        | 1,00      | 1,05        | 1,05  | 1,00      |
| S <sub>ЗАБ</sub> , м²                       | 0,188       | 0,122     | 0,068       | 0,037 | 0,018     |
| ρ <sub>СМ</sub> - ρ <sub>Р</sub> ,<br>г/см³ | 0,2         |           |             |       |           |

Результаты расчётов сводим в таблицу 2.8, из которой определяется область допустимого расхода бурового раствора. При этом расход должен быть меньше  $Q_3$ , но больше большего из значений  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_4$ ,  $Q_5$ , или равно ему. Также расход бурового раствора должен находиться в диапазоне  $Q_6$ .

Таблица 2.8 - Расчетные значения расхода бурового раствора

| Параметр                   | Направление | Кондуктор | Тех.колонна | ЭК    | Хвостовик |
|----------------------------|-------------|-----------|-------------|-------|-----------|
| $Q_1, \text{м}^3/\text{с}$ | 0,056       | 0,055     | 0,031       | 0,016 | 0,008     |
| $Q_2, \text{м}^3/\text{с}$ | 0,046       | 0,036     | 0,015       | 0,005 | 0,002     |
| $Q_3, \text{м}^3/\text{с}$ | 0,314       | 0,147     | 0,05        | 0,028 | 0,013     |
| $Q_4, \text{м}^3/\text{с}$ | 0,135       | 0,073     | 0,033       | 0,015 | 0,007     |
| $Q_5, \text{м}^3/\text{с}$ | 0,039       | 0,034     | 0,032       | 0,025 | 0,021     |
| $Q_6, \text{м}^3/\text{с}$ | -           | 0,03-0,05 | 0,03-0,05   | -     | -         |

$Q_1$  - расход раствора для эффективной очистки забоя скважины от выбуренной породы.

$Q_2$  - расход раствора, при котором обеспечивается вынос шлама на поверхность.

$Q_3$  - расход раствора, предотвращающего размыв стенок скважины.

$Q_4$  - расход раствора, с целью предотвращения прихватов.

$Q_5$  - расход раствора, исходя из условия создания гидромониторного эффекта.

$Q_6$  - расход раствора, исходя из устойчивой работы гидравлического двигателя.

Таблица 2.9 - Расход промывочной жидкости по интервалам бурения

|                                       | Направление        | Кондуктор         | Тех.<br>колонна    | ЭК                 | Хвостовик          |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| $Q_{\text{опт}}, \text{м}^3/\text{с}$ | $0,050 \div 0,055$ | $0,045 \div 0,05$ | $0,040 \div 0,045$ | $0,025 \div 0,028$ | $0,010 \div 0,013$ |

### 2.3.7 Выбор компоновки и расчет бурильной колонны

Расчет компоновки для бурения под направление и кондуктор проектом не предусматривается.

Параметры разработанной и рассчитанной бурильной колонны приведены в таблице 2.9.1.

Таблица 2.9.1 – Конструкция бурильной колонны

| Элемент КНБК                    | Длина, м |        | Вес, кН  |        | Резьба    |           |
|---------------------------------|----------|--------|----------|--------|-----------|-----------|
|                                 | элемента | общая  | элемента | общая  | верх      | низ       |
| <i>Бурение под направление:</i> |          |        |          |        |           |           |
| Долото 490 мм                   | 0.51     | 0.51   | 3.2      | 3.2    | 3-171     |           |
| РЛ-501 (5РШ-550)*               | 1.15     | 1.66   | 4        | 7.2    | 3-171     | 3-171     |
| УБТС1-229                       | 26       | 27.66  | 71.08    | 78.28  | 3-171     | 3-171     |
| переводник                      | 0,4      | 28.06  | 1.072    | 79.35  | 3-161     | 3-171     |
| переводник                      | 0,4      | 28.46  | 0.84     | 80.19  | ЗП-162-95 | 3-161     |
| ТБПК-127 Е                      | 24       | 52.46  | 6.48     | 86.67  | ЗП-162-95 | ЗП-162-95 |
| <i>Бурение под кондуктор:</i>   |          |        |          |        |           |           |
| Долото 393,7 мм                 | 0.5      | 0.5    | 2        | 2      | 3-171     |           |
| КЛСН-393,7                      | 1.3      | 1.8    | 4.5      | 6.5    | 3-171     | 3-171     |
| Д1-240                          | 7.57     | 9.37   | 23.2     | 29.7   | 3-161     | 3-171     |
| Обратный клапан<br>КОБ-203      | 0.4      | 9.77   | 0.7      | 30.4   | 3-161     | 3-161     |
| УБТС1-203                       | 13       | 22.77  | 27.87    | 58.27  | 3-161     | 3-161     |
| переводник                      | 0,4      | 23.17  | 0.84     | 59.11  | ЗП-162-95 | 3-161     |
| ТБПК-127 Е                      | 480      | 503.17 | 129.81   | 188.92 | ЗП-162-95 | ЗП-162-95 |

Продолжение таблицы 2.9

| Бурение под промежуточную колонну:                   |      |         |        |         |           |           |
|------------------------------------------------------|------|---------|--------|---------|-----------|-----------|
| Долото 295,3 мм                                      | 0.4  | 0.4     | 0.88   | 0.88    | 3-152     |           |
| КЛСН-295,3                                           | 1.3  | 1.7     | 3.15   | 4.03    | 3-171     | 3-152     |
| Д1-240                                               | 7.57 | 9.27    | 23.2   | 27.23   | 3-161     | 3-171     |
| Обратный клапан<br>КОБ-203                           | 0.4  | 9.67    | 0.7    | 27.93   | 3-161     | 3-161     |
| переводник                                           | 0,4  | 10.07   | 0.84   | 28.77   | 3-147     | 3-161     |
| УБТС1-178                                            | 108  | 118.07  | 165.24 | 194.01  | 3-147     | 3-147     |
| Продолжение таблицы 2.14                             |      |         |        |         |           |           |
| переводник                                           | 0,4  | 118.47  | 0.84   | 194.85  | 3П-162-95 | 3-147     |
| ТБПК-127 Е                                           | 2274 | 2392.47 | 709.94 | 904.79  | 3П-162-95 | 3П-162-95 |
| Бурение под эксплуатационную колонну                 |      |         |        |         |           |           |
| Долото 215,9 мм                                      | 0.35 | 0.35    | 0.36   | 0.36    | 3-117     |           |
| КС 215,9 СТК                                         | 0.4  | 0.75    | 0.6    | 0.96    | 3-117     | 3-147     |
| УБТС1-178                                            | 108  | 108.75  | 165.24 | 166.2   | 3-147     | 3-147     |
| переводник                                           | 0,4  | 109.15  | 0.84   | 167.04  | 3П-162-95 | 3-147     |
| ТБПК-127 Е                                           | 3102 | 3211.15 | 960.95 | 1143.11 | 3П-162-95 | 3П-162-95 |
| Бурение под эксплуатационную колонну с отбором керна |      |         |        |         |           |           |
| БИТ-212,7/80 В913                                    | 0.17 | 0.17    | 0.22   | 0.22    | 3-117     |           |
| УКР1-127/80                                          | 16.1 | 16.27   | 14.05  | 14.27   | 3-117     | 3-147     |
| УБТС1-120                                            | 24   | 40.27   | 15.12  | 29.39   | 3-147     | 3-147     |
| переводник                                           | 0,4  | 40.67   | 0.84   | 30.23   | 3П-162-95 | 3-147     |
| ТБПК-127 Е                                           | 3170 | 3210.67 | 982.7  | 1012.93 | 3П-162-95 | 3П-162-95 |



Продолжение таблицы 2.9

| Бурение под хвостовик                 |      |         |        |        |           |           |
|---------------------------------------|------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
| Долото 152.4 мм                       | 0.15 | 0.15    | 0.16   | 0.16   | 3-101     |           |
| ССН-151,7                             | 0.4  | 0.55    | 0.35   | 0.51   | 3-101     | 3-147     |
| УБТС1-120                             | 192  | 192.55  | 120.96 | 121.47 | 3-147     | 3-147     |
| переводник                            | 0,3  | 192.85  | 0.44   | 121.91 | ЗП-108-44 | 3-147     |
| ТБПВ-89 Е                             | 3808 | 3210.97 | 677.82 | 799.73 | ЗП-108-44 | ЗП-108-44 |
| Бурение под хвостовик с отбором керна |      |         |        |        |           |           |
| БИТ-151/80 В913                       | 0.17 | 0.17    | 0.22   | 0.22   | 3-117     |           |
| УКР1-127/80                           | 16.1 | 16.27   | 14.05  | 14.27  | 3-117     | 3-147     |
| УБТС1-120                             | 192  | 208.27  | 120.96 | 135.23 | 3-147     | 3-147     |
| переводник                            | 0,3  | 208.57  | 0.44   | 135.67 | ЗП-108-44 | 3-147     |
| ТБПВ-89 Е                             | 3792 | 4000.57 | 675    | 810.67 | ЗП-108-44 | ЗП-108-44 |

### 2.3.8 Обоснование типов и компонентного состава буровых растворов

В таблице 3 представлены параметры бурового раствора по интервалам бурения.

Таблица 3 - Параметры бурового раствора на интервалах бурения

| Интервал бурения, м |      | Удельный вес, г/см <sup>3</sup> | СНС <sub>1</sub> , дПа | СНС <sub>10</sub> , дПа | Условная вязкость, сек | Водоотдача, см <sup>3</sup> /30 мин |
|---------------------|------|---------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| от                  | до   |                                 |                        |                         |                        |                                     |
| 0                   | 50   | 1.06                            | 40-45                  | 50-55                   | 23                     | 9                                   |
| 50                  | 500  | 1.00                            | 25-30                  | 30-35                   | 21                     | 9                                   |
| 500                 | 2390 | 1.05                            | 15-20                  | 20-25                   | 23                     | 9                                   |
| 2390                | 3210 | 1.05                            | 10-15                  | 15-20                   | 23                     | 9                                   |
| 3210                | 4000 | 1.00                            | 10-15                  | 20-25                   | 21                     | 9                                   |

Схема расположения и обвязка оборудования для приготовления и очистки бурового раствора при бурении скважины по типовой приведена на рисунке 4. Буровой раствор из скважины поступает на вибросита (1-3), на которых происходит отделение основной массы выбуренной породы (шлама) от раствора. Шлам с вибросит сбрасывается с помощью винтового конвейера (4) в шламоборник, а буровой раствор через сетки вибросит стекает в шламовую емкость (1), из которой насосом ШН подается для удаления газа в дегазатор (10) и дальше в емкость дегазированного раствора. Из этой емкости насосом ШН раствор подается на пескоотделитель ситогидроциклонной установки (5, 12). На пескоотделителе буровой раствор разделяется на пульпу с повышенным содержанием песка и на основную массу раствора, содержащего твердые частицы размером менее 74мк. Пульпа с пескоотделителя подается на вибросито ситогидроциклонной установки, где происходит разделение пульпы на концентрат песка и жидкую часть раствора, поступающего в приемные емкости. Концентрат песка сбрасывается с помощью конвейера в шламоборник, а жидкая часть пульпы, пройдя сеток вибросит, стекает в емкость предварительной очистки раствора (2). Жидкая часть бурового раствора из этой емкости с помощью центробежного насоса через ситогидроциклонную установку подается в приемные емкости (3-5).

Приемные емкости для удаления шлама обвязаны илоотделителем (6). Пульпа стекает на сетку вибросит: Концентрат частиц размером менее 25мк сбрасывается на конвейер и далее в шламоборник, а жидкая часть раствора стекает в емкость (2) предварительной очистки раствора. Раствор с илоотделителей с помощью центробежного насоса направляется в приемные емкости насосноемкостного блока буровой установки.

|        |                                                                                                                               |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-3    | Водорозлив АДС-Н Расход 3 мм.                                                                                                 |
| 4      | Шланг для подключения                                                                                                         |
| 5-6    | Соединительная труба из полипропилена (соединительная труба ГПК-340 М 2 мм, соединительная труба III-4.5 соединительная ЕС-1) |
| 7      | Шланг для подключения ПНС 4 мм.                                                                                               |
| 8      | Шланг для подключения                                                                                                         |
| 9      | Шланг для подключения ПНС-2 4 мм.                                                                                             |
| 10     | Соединительная труба ГПК-340 М                                                                                                |
| 11     | Шланг для подключения                                                                                                         |
| 12     | Шланг для подключения ПНС-2 4 мм.                                                                                             |
| 13     | Шланг для подключения                                                                                                         |
| 14     | Шланг для подключения                                                                                                         |
| 15     | Шланг для подключения                                                                                                         |
| I-VIII | Шланг для подключения                                                                                                         |

### **2.3.9 Выбор гидравлической программы промывки скважины**

Для выполнения гидравлической программы бурения скважины под эксплуатационную колонну, создания оптимальных режимов бурения, обеспечения наиболее полной очистки забоя ствола скважины от выбуренной породы, при минимальных гидравлических потерях, необходима подача следующего количества бурового раствора: 18 л/с.

При бурении скважины потери давления в циркуляционной системе, под эксплуатационную колонну диаметром 177.8 мм. В интервале 2390-3210м.

Производительность насоса 18л/с, бурильные трубы ТБПК-127 – 3170м, УБТС1- 178-108м, УБТС1-120-24м, удельный вес промывочной жидкости 1,05г/см<sup>3</sup>.

Общие потери в циркуляционной системе при бурении интервала 11.14Мпа.

Этому давлению соответствует работа насоса У8-6МА2 с цилиндрическими втулками диаметром 150мм с числом двойных ходов поршня - 45, коэффициентом наполнения 0,9.

Гидравлическая программа скважины приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Гидравлическая программа скважины по интервалам

| <b>Интервал бурения, м</b> | <b>Производительность грязевых насосов, л/с</b> | <b>Суммарные гидропотери давления в циркуляционной системе, МПа</b> | <b>Диаметр цилиндровых втулок насоса, мм</b> | <b>Кол-во работающих насосов, шт</b> | <b>Число двойных ходов поршня в мин</b> | <b>Коэфф. наполнения цилиндров насоса</b> |
|----------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0-50                       | 60                                              | -                                                                   | 180                                          | 2                                    | 65                                      | 0.8                                       |
| 50-500                     | 35                                              | 1,61                                                                | 170                                          | 1                                    | 65                                      | 0.8                                       |
| 500-2390                   | 30                                              | 7.66                                                                | 170                                          | 1                                    | 65                                      | 0.8                                       |
| 2390-3210                  | 18                                              | 6.71                                                                | 150                                          | 1                                    | 45                                      | 0.9                                       |
| 3210-4000                  | 9                                               | 11.4                                                                | 150                                          | 1                                    | 45                                      | 0.9                                       |

### 2.3.10 Технические средства и режимы бурения при отборе керна

С целью изучения литологической характеристики перспективных в нефтегазоносном отношении пластов, изучения ФЕС коллекторов, уточнения стратиграфических границ, а также лабораторного изучения физических свойств горных пород, в проектируемой скважине предусматривается отбор керна. Интервалы отбора керна по данной скважине приведены в таблице 3.2.1.

Настоящим проектом предусматривается отбор керна осуществлять роторным способом со снарядами «Кембрий» -172/80; КИМ-195/80 (КИМ2-195/80) или УКР1-127/80 «Недра» с бурильными головками БИТ 212,7/80 В913, В1208 (С2, С12, С92, С99) в нижних интервалах БИТ 151/80 В910, В1208 (С12, С92, С99) по коду IADC S442; S443; S442; S432.

Режимы бурения при отборе керна приведены в табл. 3.2.

С целью предупреждения заклинивания инструмента при спуске на дальнейшее углубление, ствол, пройденный с отбором керна бурголовкой 212,7 мм (151мм), необходимо расширить до 215,9мм (152,4мм).

Таблица 3.2 - Режимы бурения при отборе керна

| Типоразмер колонкового снаряда                  | Типоразмер бурильной головки                                 | Код IADC             | Диаметр керна, мм | Параметры режима бурения |                               |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                                                 |                                                              |                      |                   | осевая нагрузка, кН      | расход бурового раствора, л/с |
| 1                                               | 2                                                            | 3                    | 4                 | 5                        | 6                             |
| «Кембрий»-172/80<br>КИМ-195/80<br>(КИМ2-195/80) | БИТ 212,7/80 В913<br>БИТ 212,7/80 В1208<br>БИТ 212,7/80 В913 | S433<br>S442<br>S432 | 80                | 20-50                    | 18-25                         |
| УКР1-127/80<br>“Недра”                          | БИТ 151/80 В910<br>БИТ 151/80 В1208                          | S443<br>S442         | 80                | 20-50                    | 18-25                         |

Таблица 3.2.1 - Проектируемые интервалы отбора керна

| Индекс пласта | Интервал отбора, по вертикали, м | Длина участка отбора, м | Примечания |
|---------------|----------------------------------|-------------------------|------------|
| 1             | 2                                | 3                       | 4          |
| R             | 2510-2590                        | 80                      | -          |
| R             | 2830-2870                        | 40                      | -          |
| R             | 2990-3030                        | 40                      | -          |
| R             | 3260-3320                        | 60                      | -          |
| R             | 3400-3440                        | 40                      | -          |
| R             | 3670-3700                        | 30                      | -          |
| R             | 3780-3820                        | 40                      | -          |
| R             | 3890-3920                        | 30                      | -          |
| R             | 3960-4000                        | 40                      | -          |

Примечание: Интервалы отбора керна уточняется геологической службой недропользователя.

## 2.4 Проектирование процессов заканчивания скважин

### 2.4.1 Расчёт обсадных колонн

Исходные данные к расчету представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные к расчету обсадных колонн

| Параметр                                                                         | Значение | Параметр                                                                               | Значение |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| плотность продавочной жидкости $\rho_{prod}$ , кг/м <sup>3</sup>                 | 1050     | плотность буферной жидкости $\rho_{буф}$ , кг/м <sup>3</sup>                           | 1050     |
| плотность облегченного тампонажного раствора $\rho_{тр обь}$ , кг/м <sup>3</sup> | 1400     | плотность тампонажного раствора нормальной плотности $\rho_{тр н}$ , кг/м <sup>3</sup> | 1850     |
| плотность нефти $\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup>                                     | 700      | глубина скважины, м                                                                    | 3210     |
| высота столба буферной жидкости $h_1$ , м                                        | 517      | высота столба тампонажного раствора нормальной плотности $h_2$ , м                     | 1020     |
| высота цементного стакана $h_{ст}$ , м                                           | 20       | динамический уровень скважины $h_{\partial}$ , м                                       | 1673     |

Для того чтобы выбрать обсадные трубы т. е. группу прочности стали и толщину их стенки необходимо рассчитать избыточное наружное и внутреннее давление в период ввода их в эксплуатацию, а так же по окончании срока их эксплуатации, а так же растягивающее напряжение в колонне за счёт их собственного веса.

Исходные данные для расчета давлений под эксплуатационную колонну диаметром 177,8 мм:

Расстояние от устья скважины, м :

- до башмака колонны  $L = 3210$
- до уровня цементного раствора  $h = 2190$
- до уровня жидкости в колонне в конце эксплуатации,  $H = 0$
- до пласта в котором возможно газопроявления  $l = 2502$

Плотность, г/см<sup>3</sup> :

- цементного раствора за колонной,  $\gamma_{\text{цр}} = 1,85$
- бурового раствора в колонне,  $\gamma_p = 1,05$
- испытательной жидкости,  $\gamma_{\text{ж}} = 1,05$
- газа по воздуху,  $\gamma = 1,05$
- пластовое давление  $P_{\text{пл}} = 25,9 \text{ МПа}$
- коэффициент сжимаемости газа  $m = 1,05$

Коэффициенты запаса прочности:

- $[n_1]$ , наружное избыточное давление 1,0
- $[n_2]$ , на внутреннее давление 1,15
- $[n_3]$ , на растяжение 1,3



### 2.4.1.1 Расчёт наружных избыточных давлений

На рисунке 5 представлена схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора при снятом устьевом давлении (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности) для эксплуатационной колонны.

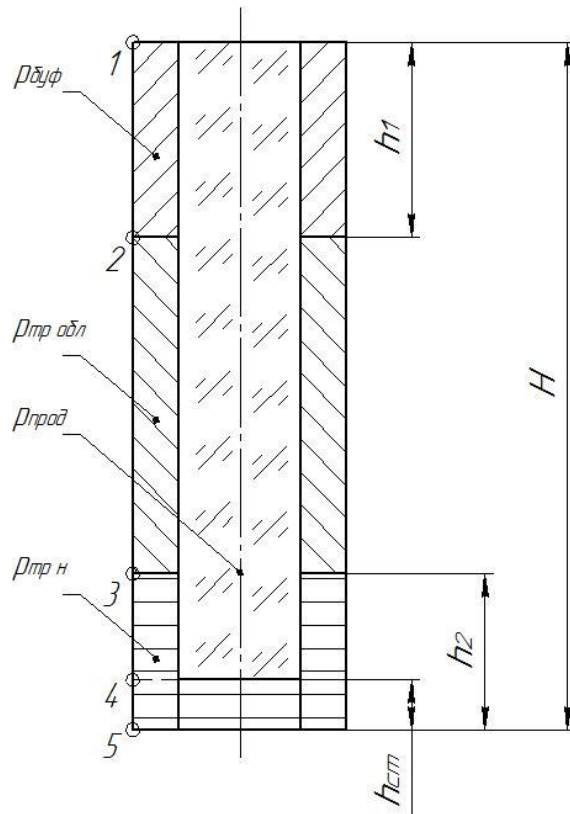


Рисунок 5 – Схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора при снятом устьевом давлении

На рисунке 6 представлена схема расположения жидкостей в конце эксплуатации нефтяной скважины (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности) для эксплуатационной колонны.

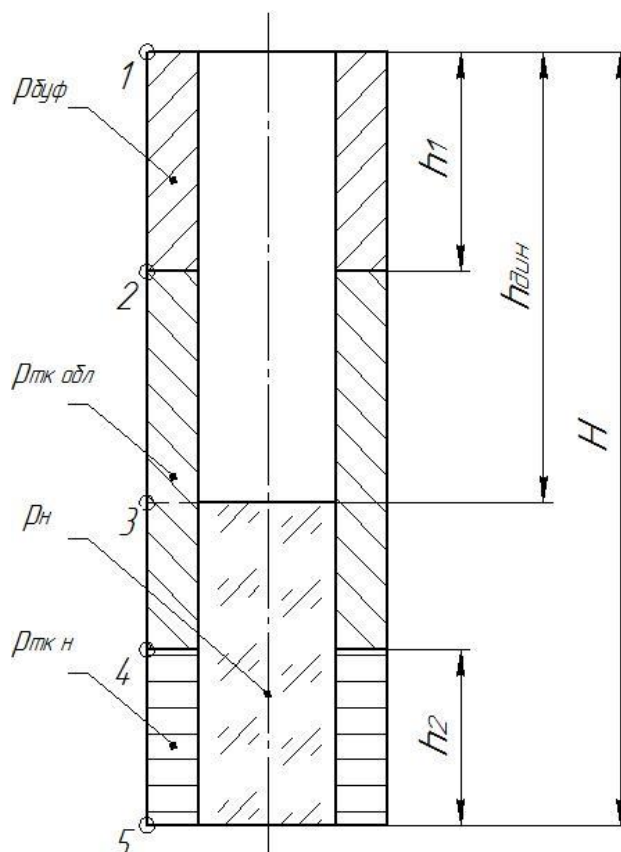
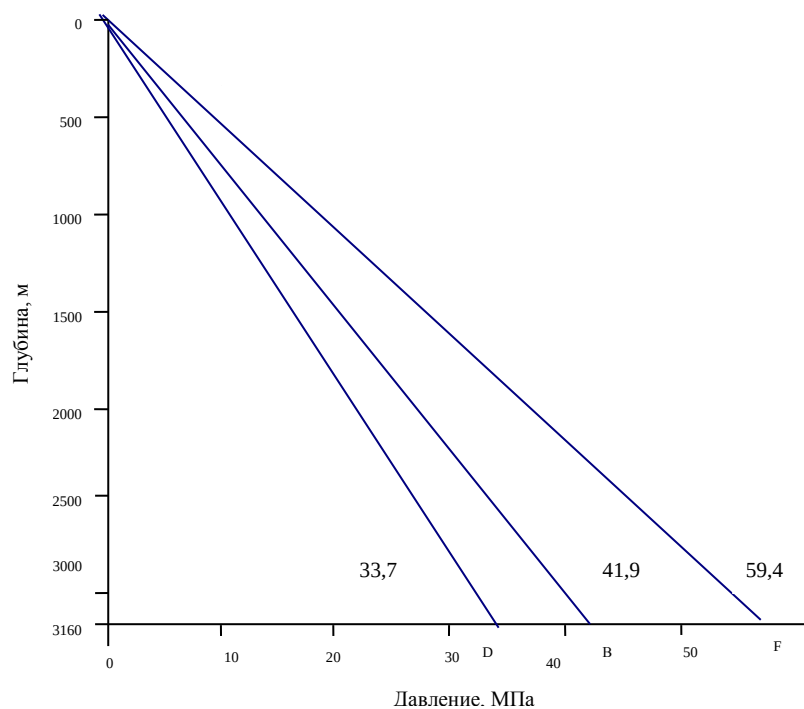


Рисунок 6 – Схема расположения жидкостей в конце эксплуатации нефтяной скважины

Эпюра наружных избыточных давлений представлена на рисунке 7.



A,C,E

Рисунок 7 – Эпюры наружных давлений

AB- наружное давление при окончании цементирования;

CD-наружное давление в период ввода скважины в эксплуатацию;

EF- наружное давление при окончании эксплуатации.

### 2.4.1.2 Расчёт внутренних избыточных давлений

На рисунке 8 представлена схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора, когда давление на цементировочной головке достигает максимального значения (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности) для эксплуатационной колонны.

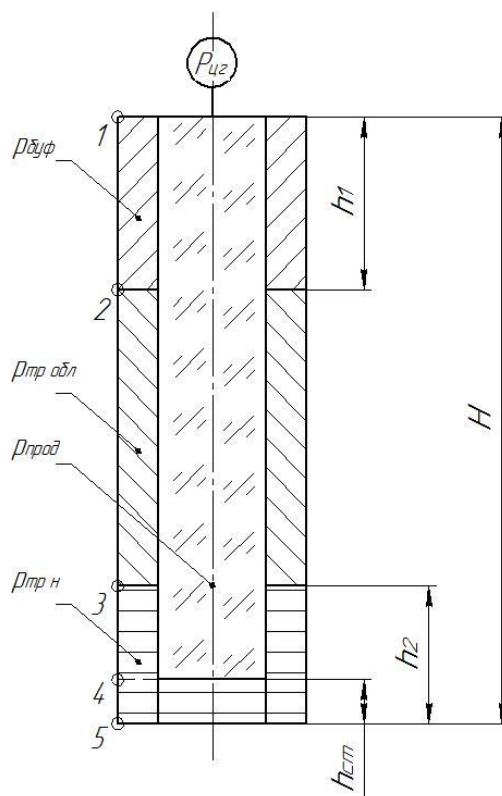


Рисунок 8 – Схема расположения жидкостей в конце продавки тампонажного раствора, когда давление на цементировочной головке достигает максимального значения

На рисунке 9 представлена схема расположения жидкостей при опрессовке эксплуатационной колонны (с учетом выхода буферной жидкости до поверхности).

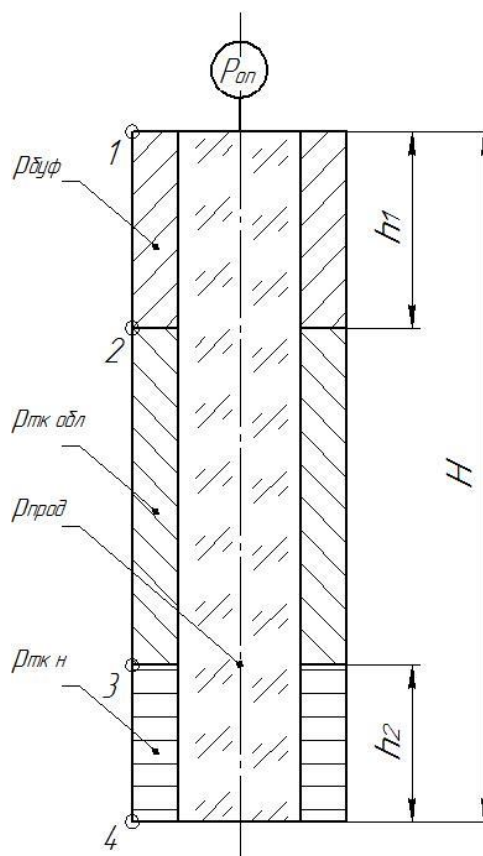


Рисунок 9 – Схема расположения жидкостей при опрессовке обсадной колонны

Эпюра внутренних избыточных давлений представлена на рисунке 10.

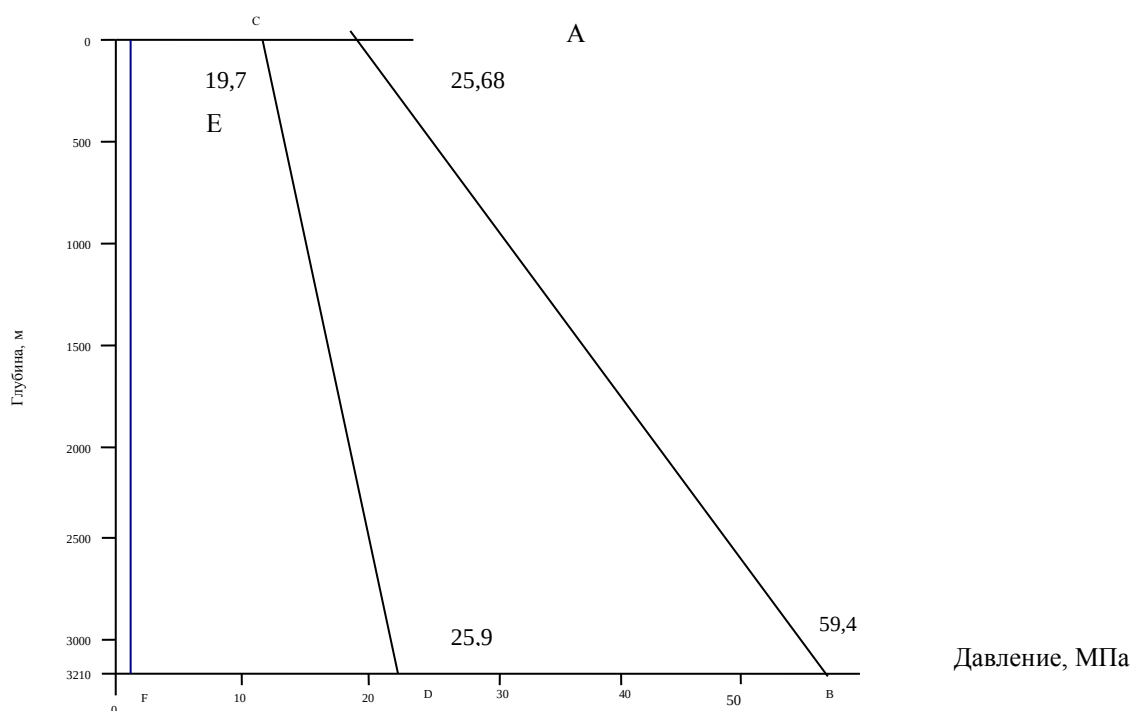


Рисунок 10 - Эпюры внутренних давлений

AB- внутреннее давление при окончании цементирования;

CD- внутреннее давление в период ввода скважины в эксплуатацию;

EF- внутреннее давление при окончании эксплуатации.

### 2.4.1.3 Конструкция обсадной колонны по длине

Рассчитанные параметры секций представлены в таблице 3.4

Таблица 3.4 – Конструкция эксплуатационной колонны диаметром 177,8 мм

| Номер секции | Интервал установки, | Толщина трубки, мм | Группу прочности | Длина секции, | Вес секции, кН |
|--------------|---------------------|--------------------|------------------|---------------|----------------|
| 1            | 0-2390              | 8,1                | Е                | 2390          | 805,4          |
| 2            | 2390-2810           | 8,1                | Е                | 420           | 141,5          |
| 3            | 2810-3210           | 9,2                | Е                | 400           | 152,8          |
| Всего:       |                     |                    |                  | 3210          | 1099,7         |

### 2.4.2 Расчет процессов цементирования скважины

#### 2.4.2.1 Выбор способа цементирования обсадных колонн

Эксплуатационная колонна 177,8 мм цементируется в одну ступень, т.к. цементирование происходит на интервал 2190-3210, на 200 м выше башмака предыдущей колонны.

#### 2.4.2.2 Расчет объема тампонажной смеси и количества составных компонентов

В качестве буферной жидкости при цементировании эксплуатационной колонны предусматривается использование технической воды с добавлением (0,2% - 0,5 % НТФ – и ПАВ (типа сульфонола и других)).

В таблице 3.5 представлены тампонажные смеси их компоненты, и их характеристика для цементирования эксплуатационной колонны.

Таблица 3.5 – Компонентный состав жидкостей для цементирования и характеристики компонентов

| Название колонны         | Номер части колонны в порядке спуска | Тип или название жидкости для цементирования | Название компонента | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | ГОСТ, ОСТ, МРТУ, ТУ, МУ и т.п. на изготовление |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------------------------|
| Эксплуатационная колонна | 1                                    | Буферная                                     | Вода                | 1000                         | С водной скважины                              |
|                          |                                      |                                              | НТФ                 | 1000                         | ТУ 6-095283-96                                 |
|                          |                                      |                                              | Сульфатол           | 238                          | ТУ 2484-004-                                   |
|                          |                                      | Тампонаж-2                                   | ПЦТ I-50            | 3150                         | 8482528-99                                     |
|                          |                                      |                                              | Вода                | 1000                         | ГОСТ 1581-96                                   |
|                          |                                      |                                              | CaCl <sub>2</sub>   | 2512                         | С водной скважины                              |
|                          |                                      | Продавочная                                  | Буровой раствор     | 1050                         | ГОСТ 450-77                                    |
|                          |                                      |                                              |                     |                              | От бурения                                     |

#### 2.4.2.3 Обоснование типа и расчет объема буферной, продавочной жидкостей

Расход материалов на цементирование всех обсадных колонн представлен в таблице 3.6

Таблица 3.6 - Расход материалов на цементирование обсадных колонн.

| Наименование колонны | Расход сухого цемента, т | Объем воды для затворения, м <sup>3</sup> | Объем продавочной жидкости, м <sup>3</sup> | Объем цементного раствора, м <sup>3</sup> | Количество ЦА-320М, шт. | Количество 2СМН-20, шт. | Общее время цементирования, мин | Максимальное давление перед осадкой верхней пробки на упорное кольцо, МПа |
|----------------------|--------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Эксплуатационная     | 19,2                     | 9,6                                       | 64,9                                       | 14,8                                      | 2                       | 1                       | 78,8                            | 11,7                                                                      |

### 2.4.3 Гидравлический расчет цементирования скважины

#### 2.4.3.1 Выбор типа и расчет необходимого количества цементирующего оборудования

На рисунке 11 приведен пример спроектированной технологической схемы с применением осреднительной емкости.

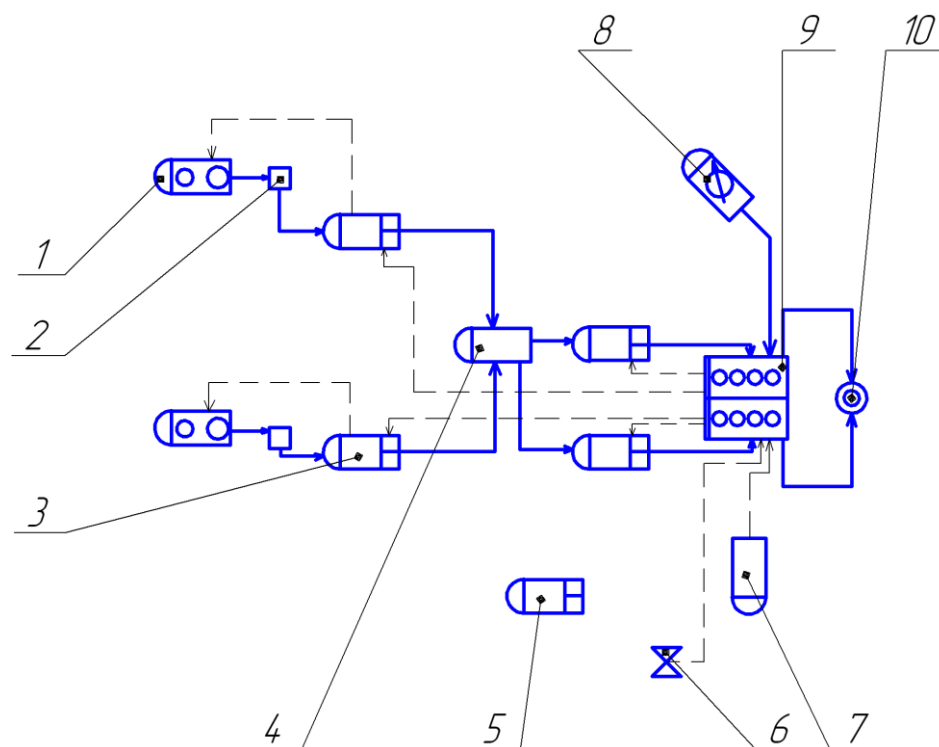


Рисунок 11 – Технологическая схема обвязки цементируочного оборудования:

- 1 – цементосмесительная машина 2СМН-20; 2 – бачок затворения;
- 3 – цементируочный агрегат ЦА-320М; 4 – осреднительная емкость УО-16;
- 5 – цементируочный агрегат ЦА-320М (резервный);
- 6 – подводная водная линия; 7 – автоцистерна; 8 – станция КСКЦ 01;
- 9 – блок манифольдов СИН-43; 10 – устье скважины.

#### 2.4.3.2 Расчет режима закачки и продавки тампонажной смеси

Пример графика изменения давления на цементировочной головке представлен на рисунке 12.

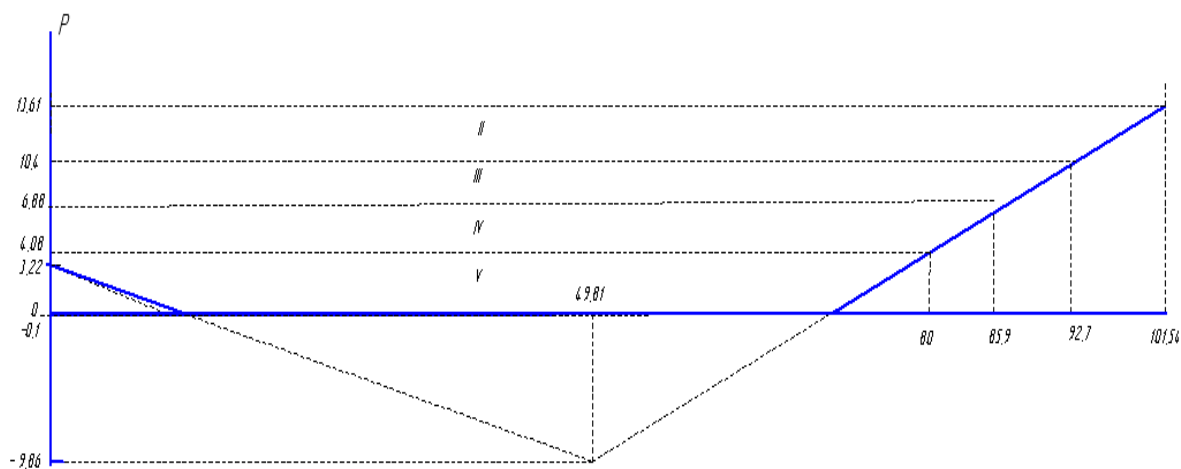


Рисунок 12 – График изменения давления на цементировочной головке

#### 2.4.4 Выбор технологической оснастки обсадных колонн

Комплектуется из труб с резьбовыми соединениями типа НОРМКБ.

Башмаком типа БК-426 и обратным клапаном ЦКОД 426-2.

Кондуктор комплектуется из труб с резьбовыми соединениями типа ОТТМА.

Башмаком типа БК-324 и обратным клапаном ЦКОД 324-2 для обсадных труб с резьбой ОТТМА центраторы типа ЦЦ-1 324/394 устанавливаются на трёх нижних и второй и третьей сверху трубе.

В колонне предусматривается использовать МСЦ-245. Низ оборудуется башмаком типа БК-245 и обратным клапаном ЦКОД 245-2 для обсадных труб с резьбой ОТТМА центраторы типа ЦЦ-1 245/295.

Эксплуатационная колонна комплектуется из труб с резьбовыми соединениями типа ОТТМА, с тефлоновыми уплотнениями.

Низ оборудуется башмаком типа БК-178 и обратным клапаном ЦКОД 178-1 для обсадных труб с резьбой ОТТМА центраторы типа ЦЦ-1 178/216.

Потайная колонна— 127 мм спускается в интервал 2770-4000 м.

Комплектуется из труб с резьбовыми соединениями типа ОТТМА.



Низ оборудуется башмаком типа БК-127 и обратным клапаном ЦКОД 127-1 для обсадных труб с резьбой ОТТМА центраторы не предусматриваются. Колонна труб подвешивается на ПМПЦ-127/178.

В промежуточной и эксплуатационной колоннах, центраторы устанавливаются по всей длине эксплуатационной колонны для обеспечения концентричного ее размещения в скважине, для получения последующего качественного цементирования.

Независимо от расчетной частоты расстановки центраторов, центраторы устанавливаются:

- в флюидонасыщенном пласте, над каждым центратором и под ним устанавливается по одному турбулизатору и одному скребку.

- выше кровли и ниже подошвы изолируемых пластов на расстоянии не менее 15-25м уточняемом в зависимости от возможных градиентов перепада давления, центраторы устанавливаются так же в сочетании с турбулизаторами и скребками.

В таблицу 3.7 сведена технологическая оснастка обсадных клон.

Таблица 3.7 - Технологическая оснастка обсадных колонн

| № колонны | Название колонны | № части колонны в порядке спуска | Элементы технологической оснастки колонны |                                                |                    |                       |          |                      | Суммарная на колонну |           |
|-----------|------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|----------|----------------------|----------------------|-----------|
|           |                  |                                  | наименование, шифр, типоразмер            | ГОСТ, ОСТ, МРТУ, ТУ, МУ и т.п. на изготовление | масса элемента, кг | интервал установки, м |          | количество элементов | количество, шт.      | масса, кг |
|           |                  |                                  |                                           |                                                |                    | от (верх)             | до (низ) |                      |                      |           |
| 1         | 2                | 3                                | 4                                         | 5                                              | 6                  | 7                     | 8        | 9                    | 10                   | 11        |
| 1         | Направление      | 1                                | БК-426<br>ЦКОД-426-2                      | ОСТ 39-011-74                                  | 90                 | -                     | 50       | 1                    | 1                    | 90        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-282-77                             | 90                 | -                     | 45       | 1                    | 1                    | 90        |
| 2         | Кондуктор        | 1                                | БК-324<br>ЦКОД-324-2<br>ЦЦ-1 324/394      | ОСТ 39-011-74                                  | 85                 | -                     | 500      | 1                    | 1                    | 85        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-282-77                             | 85                 | -                     | 490      | 1                    | 1                    | 85        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-283-77                             | 18,7               | 5                     | 490      | 5                    | 5                    | 18,7      |
| 3         | Промежуточная    | 1                                | БК-245<br>ЦКОД-245-2<br>ЦЦ-1 245/295-320  | ОСТ 39-011-74                                  | 60                 | -                     | 2390     | 1                    | 1                    | 60        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-282-77                             | 60                 | -                     | 2370     | 1                    | 1                    | 60        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-283-77                             | 14,2               | 15                    | 2370     | 15                   | 15                   | 14,2      |
| 4         | Эксплуатационная | 1                                | БК-178<br>ЦКОД-178-1<br>ЦЦ-1-168(178)/216 | ОСТ 39-011-74                                  | 32                 | -                     | 3210     | 1                    | 1                    | 32        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-282-77                             | 35                 | -                     | 3190     | 1                    | 1                    | 35        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-283-77                             | 9,9                | 30                    | 1780     | 30                   | 30                   | 9,9       |
| 5         | Потайная         | 1                                | БК-127<br>ЦКОД-127-1<br>ПМПЦ-127/178      | ОСТ 39-011-74                                  | 15                 | -                     | 4000     | 1                    | 1                    | 15        |
|           |                  |                                  |                                           | ТУ 39-01-08-282-77                             | 15,2               | -                     | 3990     | 1                    | 1                    | 15,2      |
|           |                  |                                  |                                           | ОАО НПО «Буровая техника»                      | 80                 | 2770                  | 2772     | 1                    | 1                    | 80        |

**Примечания:**

1. Глубина спуска обсадных труб и элементов компоновки низа колонн уточняются по результатам геофизических исследований в открытом стволе по согласованию с геологическими службами Подрядчика и Заказчика и в соответствии с рекомендациями «Инструкции по креплению...» [6].
2. Проектом предусматривается при поглощении в промежуточной колонне установка МСЦ-245.
3. Проектом допускается применение оснастки в эксплуатационных колоннах производства зарубежных компаний, например, такие как “Halliburton”, “TOP-CO” при условии выполнения требований “Правил безопасности в НГП”.

## 2.4.5 Проектирование процессов испытания и освоения скважин

Технология освоения скважины предусматривает последовательное выполнение следующих видов операций:

- оборудование устья скважины фонтанной арматурой;
- спуск колонны НКТ 73 мм с долотом до искусственного забоя скважины, разбуривание цементного стакана;
- подъем компоновки на НКТ 73 мм на поверхность;
- спуско-подъем скрепера на НКТ 73 мм;
- СПО колонны НКТ с воронкой, смена бурового раствора на перфосреду;
- перфорация эксплуатационной колонны;
- вызов притока свабированием и при необходимости, дренирование пласта (при отсутствии фонтанного притока) струйный насос, азото-бустерная установка;
- кислотная обработка призабойной зоны;
- гидродинамическое исследование пласта, запись КВУ, КВД;
- при необходимости эксплуатации скважины с помощью ГНО скважина вновь заполняется жидкостью глушения.

Как видно из вышеизложенного, на стадии освоения скважина может быть заполнена жидкостью глушения. Поскольку в качестве жидкости глушения в наиболее часто используется раствор KCL, загрязненный механическими примесями (при поглощениях раствор загущают добавкой полиакриламида или биополимера), вследствие чего существенно снижается продуктивность скважин, особое внимание должно быть уделено типу и составу предлагаемых к применению жидкостей глушения. Также следует стремиться к уменьшению количества операций по глушению скважины и применять при этом жидкость глушения, минимально вызывающую снижение нефтепроницаемости коллектора.

## 2.5 Выбор буровой установки

Тип буровой установки для бурения скважины выбран с учетом конкретных геологических, климатических, энергетических, дорожно-транспортных условий, с учетом технико-технологических требований для бурения скважины (глубины и конструкции скважины, веса бурильных и обсадных колонн), с учетом основных параметров комплекса буровых Установок согласно ГОСТ 16293-82.

Буровая установка БУ-3Д-76 предназначена для бурения разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ турбинным и роторным способом и обеспечивает эффективное бурение скважин бурильными трубами 4 1/2" (114мм).

Высокая грузоподъемность установки – 2250 кН. позволяет ликвидировать осложнения в процессе бурения без дополнительных средств.

Проверяется соответствие допускаемой нагрузки на крюке талевой системы БУ расчётным нагрузкам от массы бурильной и обсадной колонн и нагрузке при ликвидации прихвата по формулам:

$$P_{бк} \leq 0,6 \cdot Q_{\max} \quad (2.67)$$

$$P_{ок} \leq 0,9 \cdot Q_{\max} \quad (2.68)$$

где  $P_{бк}$  – вес бурильной колонны;  $P_{ок}$  – вес наиболее тяжёлой обсадной колонны.  $Q_{\max}$  – допускаемая нагрузка на крюке выбираемой буровой установки

$$2250 \leq 0,6 \cdot 1143 = 685,8 \text{ кН.}$$

$$2250 \leq 0,9 \cdot 1099,7 = 989,73 \text{ кН.}$$

Подготовительные и вышкомонтажные работы проводить с учетом требований Правил безопасности НГП [2].

Бурение и крепление скважины будет осуществляться буровой установкой БУ-3Д-76 с дизельным приводом СА-30 в количестве 3 штук. Все основное и вспомогательное оборудование смонтировано в блоках полной заводской готовности, что обеспечивает его высокую монтажеспособность.

Настоящим проектом предусматривается первичное строительство и монтаж буровой установки БУ-3Д-76 (вышка ВБ-53-320М). Перевозка оборудования осуществляется по агрегатно. Дизель-электростанции перевозятся и монтируются вместе с буровым станком отдельными блоками.

Технология бурения скважины предусматривается малоотходная, со сбором бурового шлама в шламонакопителе.

### **3. Социальная ответственность при строительстве вертикальной, поисково-оценочной скважины глубиной 4000 метров на Куюмбинском лицензионном участке (Красноярский край).**

Строительство поисково-оценочной скважины № 237 сопровождается неизбежным техногенным воздействием на объекты природной среды. С целью исключения или сведения к минимуму вредного воздействия буровых работ на окружающую среду при строительстве поисково-оценочной скважины № 237 на Куюмбинском лицензионном участке в настоящем рабочем проекте предусмотрен комплекс специальных мероприятий по охране окружающей природной среды.

#### **3.1. Производственная безопасность**

##### **3.1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов**

В случае несоблюдения мер безопасности в нефтяной и газовой промышленности возможны следующие опасности:

1. Механические травмы. Они возможны при проведении спуско - подъемных операций, при монтаже и демонтаже буровой установки при ведении работ на высоте. Также механические травмы могут возникнуть при неправильной эксплуатации оборудования, механизмов и их вращающихся частей, при захламленности пола и т.д.

2. Поражение электрическим током. Этот вид травм возникает при контакте с токоведущими частями, находящимися под напряжением (провода, выключатели), при контакте с металлическими конструкциями, по каким-либо причинам оказавшимися под напряжением (повреждение электропроводки).

3. Взрыв. Опасность возникновения взрыва и поражения сжатым воздухом высокого давления появляется в связи с применением на буровой пневматических систем, обвязка которых состоит из труб, работающих под высоким давлением, также на буровых применяются резервуары высокого давления и воздухохранилища. Кроме того, возникновение взрыва возможно из-за неосторожного обращения с огнем вблизи емкостей, содержащих взрывоопасные вещества.

#### 4. Пожар.

Также возможно появление следующих вредностей:

Климатические условия, шум, вибрация, состояние воздушной среды, освещение.

### **3.1.2. Мероприятия по устранению опасных и вредных факторов**

1. Механические травмы. В целях недопущения механических травм все работы необходимо проводить согласно правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности.

оградить вращающиеся части механизмов;

обеспечить наличие средств индивидуальной защиты сотрудникам.

осуществление проверки состояния ремней, цепей, тросов и их натяжения;

проведение плановых и неплановых проверок пусковых и тормозных устройств;

обязательное наличие страхового пояса при работе на высоте.

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

2. Поражение электрическим током. Проектирование, монтаж, наладка, испытание и эксплуатация электрооборудования буровых установок должны проводиться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главэнергонадзором 21.12.2001 г.

Предупреждение на объектах электротравматизма достигается выполнением следующих мероприятий:

- изоляция токопроводящих частей (проводов) и её непрерывный контроль;

- установка оградительных устройств;

- применение блокировочных устройств;

- применение защитного заземления буровой установки;

- применение изолирующих, защитных средств (резиновые перчатки, боты, инструмент с изолированными ручками) при обслуживании электроустановок.

Защитное заземление - преднамеренное соединение с землей металлических не токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением в случае аварии.

При занулении установка автоматически выключается. Зануление - подключение корпусов электрооборудования к нулевому проводу. На буровой заземляются все корпуса электромеханизмов. Система заземления представляет собой контур шнуровых заземлений.

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

При расчете, используем схему, для расчета контура заземления представленной на рисунке 13.

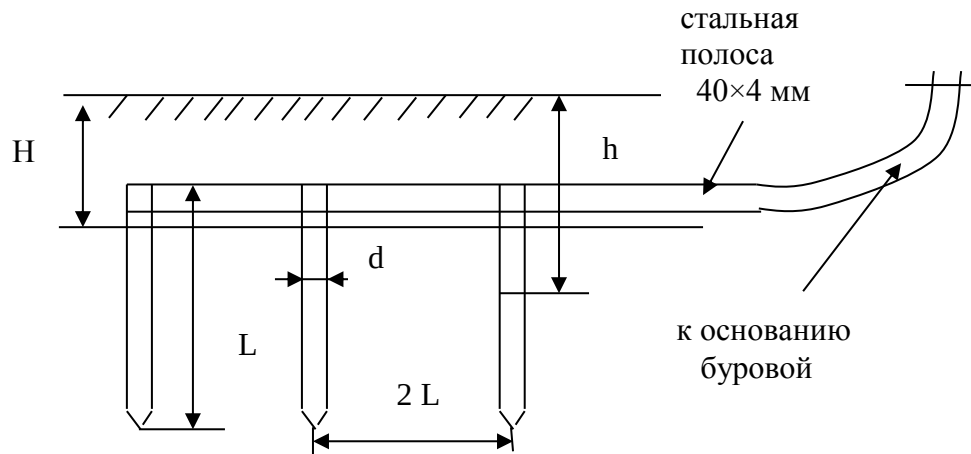


Рисунок 13 - Схема для расчета контура заземления

Исходные данные:  $l = 2,5$  м;  $d = 0,05$  м;  $h = 2$  м.

1. Расчетное сопротивление контура заземления не должно превышать 4 Ом.

$$R_{\text{зк}} \leq 4 \text{ Ом}$$

2. Определим сопротивление одного электрода.

В

качестве электрода используется труба диаметра 0,05 м.

$$R_{\text{Т}} = 0,366 * \rho / l * [\lg (2 * l/d) + \frac{1}{2} * \lg (4 * h + l / 4 * h - l) ] \quad (3.1)$$

где  $R_{\text{Т}}$  – сопротивление одного электрода, Ом;

$\rho$  - удельное электрическое сопротивление грунта, Ом \* м. В расчетах для песка, принять  $\rho = 60$  Ом \* м;

$l$  – длина электрода, м;

$d$  – диаметр электрода, м;

$h$  – расстояние от середины электрода до поверхности земли, м.

$$R_{\text{Т}} = 0,366 * 60 / 2,5 * [\lg (2 * 2,5/0,05) + \frac{1}{2} * \lg (4 * 2 + 2,5/4 * 2 - 2,5)] = 21 \text{ Ом.}$$

3. Определяем необходимое число электродов по формуле:

$$n = R_{\text{Т}} * \eta_{\text{с}} / R_{\text{зк}} * \eta_{\text{эт}} \quad (3.2)$$

где  $n$  – количество электродов;

$\eta_{\text{с}}$  – коэффициент сезонности. В расчетах принят  $\eta_{\text{с}} = 2$ ;

$\eta_{\text{эт}}$  – коэффициент экранирования труб.  $\eta_{\text{эт}} = 0,2 - 0,9$ .



$$n = 21 * 2 / 4 * 0,5 = 21 \text{ шт.}$$

4. Рассчитаем сопротивление полосы.

$$R_{\text{п}} = 0,366 * \rho / l_{\text{п}} * \lg (2 * l_{\text{п}2} / l * h_{\text{п}}) * \eta_{\text{с}} \quad (3.3)$$

где  $h_{\text{п}}$  – ширина полосы, м. В расчетах принять  $h_{\text{п}} = 0,7$  м.

$l_{\text{п}}$  – длина полосы, м.

Длина полосы определяется из выражения:

$$l_{\text{п}} = (n - 1) * 2 * l * 1,05 \quad (3.4)$$

$$l_{\text{п}} = (21 - 1) * 2 * 2,5 * 1,05 = 105 \text{ м.}$$

$$\text{тогда } R_{\text{п}} = 0,366 * 60 / 105 * \lg (2 * 1052 / 2,5 * 0,7) * 2 = 1.59 \text{ Ом.}$$

5. Находим результирующее сопротивление контура заземления:

$$R_{\text{зк}} = 1 / (\eta_{\text{эт}} / R_{\text{т}} * n + \eta_{\text{эп}} / R_{\text{п}}) \quad (3.5)$$

где  $\eta_{\text{эп}}$  – коэффициент экранирования полосы ( $\eta_{\text{эп}} = 0,2 - 0,7$ )

$$R_{\text{зк}} = 1 / (0,5 / 21 * 21 + 0,25 / 1.59) = 1.52 \text{ Ом.}$$

Расчетное сопротивление заземляющего контура соответствует правилам безопасности электроустановок.  $1.52 < 4 \text{ Ом.}$

3. Взрывопожаробезопасность при строительстве скважины обеспечивается следующими мероприятиями:

3.1 Монтаж, наладка, испытание и эксплуатация электрооборудования буровых установок должны проводиться в соответствии с требованиями:

-«Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ 016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, М.,

-«Правил устройства электроустановок». ПУЭ-2000 (ПУЭ), Минэнерго, 2000г.

3.2 Электрооборудование буровой установки (эл.двигатели, машины, аппараты, устройства), контрольно-измерительные приборы, электрические светильники, средства блокировки, сигнальные устройства и телефонные аппараты, устанавливаемые во взрывоопасных зонах площадки строительства скважины, должны быть во взрывозащищенном исполнении и иметь уровень взрывозащиты, соответствующий классу взрывоопасной зоны, виду взрывозащиты - категории и группе взрывоопасной смеси.

3.3 Отечественное электрооборудование должно иметь взрывозащитную маркировку, импортное - сертификат изготовителя о допустимости эксплуатации его во взрывоопасной зоне и среде.

3.4 Эксплуатация электрооборудования при неисправных средствах взрывозащиты, блокировках, нарушениях схем управления не допускается.

3.5 Ячейки распределительных устройств буровой установки должны быть оборудованы блокировкой, исключающей возможность:

- проведения операций с разъединителем при включенном масляном выключателе или при высоковольтном контакторе;
- включения разъединителя, при открытой задней дверки ячейки;
- открытия задней двери при включенном разъединителе.

3.6 На взрывопожароопасных объектах должен быть разработан план ликвидации возможных аварий, с учетом специфических условий необходимо предусматривать оперативные действия персонала по предотвращению аварии и ликвидации аварийных ситуаций, исключению возгораний или взрывов, безопасной эвакуации людей, не занятых в ликвидации аварий.

3.7 Согласно «Правил пожарной безопасности в РФ (ППБ-01-93, МВД РФ, с дополнениями и изменениями) каждая строящаяся буровая должна быть обеспечена первичными средствами пожаротушения (см. табл. 3.7). На буровой должна находиться инструкция для «боевого расчета» бригады, с указанием конкретных действий с табелем боевого расчета.

Здание насосно-емкостного блока, в котором расположены приемные емкости бурового раствора, оборудуется приточно-вытяжной вентиляцией с автоматическим включением от стационарных газоанализаторов при концентрации углеводородов в воздухе помещения выше ПДВК (предельно-допустимых взрывобезопасных концентраций).

В процессе строительства скважины (вышкомонтажные работы, бурение, крепление, испытание скважины) должны осуществляться следующие мероприятия, повышающие безопасность:

### 3.7.1 Вышкомонтажные работы:

- все работы по монтажу и демонтажу буровой установки, перетаскиванию блоков оборудования могут быть начаты только при выдаче бригаде наряда на их проведение;
- трасса перетаскивания блоков и оборудования буровой установки должна быть определена и согласована с организациями-пользователями подземных и наземных коммуникаций-трубопроводов нефти и газа, ЛЭП, с разработкой необходимых мер по обеспечению пожаровзрывобезопасности при их пересечениях и приближениях на расстояния менее допустимых;
- проведение электрогазосварочных работ при монтаже и демонтаже буровой установки во взрывоопасных зонах должны проводиться только при наличии нарядов на проведение этих работ, утвержденных главным инженером предприятия;
- рабочие бригады вышкомонтажного управления (ВМУ), подготовительной бригады, управления технологического транспорта (УТТ), специализированного строительного управления (ССУ) должны выполнять работы, соответствующие их квалификации и допуску.

### 3.7.2 Строительство скважины:

- устье скважины при бурении должно быть обвязано и герметизировано в соответствии с утвержденной схемой обвязки ПВО и оборудованием устья, предусмотренном в проекте;
- должен осуществляться постоянный контроль за исправностью заземляющих устройств буровой установки, а также должна производиться установка временных заземлений передвижной техники, используемой в технологических процессах (каротажной станции, подъемников, агрегатов при цементировании, освоении и пр.);
- при необходимости, в зависимости от геологических условий, должен осуществляться контроль наличия газа в буровом растворе с использованием газокаротажной станции, контроль за исправностью работы дегазатора, герметичностью его газоотводящих трубопроводов;

- должен осуществляться постоянный контроль за исправностью вентиляционных систем, устройств на всех блоках буровой установки и вспомогательных сооружениях;

- во всех взрывоопасных зонах должно быть исключено использование открытого огня, ремонтные и аварийные работы в этих зонах необходимо производить с использованием обмедненного инструмента и пара;

- работы, связанные с ликвидацией возможных нефтегазопроявлений, должны производиться по утвержденным планам работ и под руководством инженерно-технических работников.

### 3.7.3 Испытание скважины:

- перфорационные работы должны производиться при обвязке устья скважины превенторной установкой;

- для скважины, подлежащей испытанию, должен составляться план работ по испытанию с учетом технологических регламентов на эти работы и назначением ответственных лиц за их выполнение. План утверждается главным инженером и главным геологом предприятия;

- устье скважины, манифольдный блок и выкидные линии обвязываются с емкостями для сбора флюидов только жесткими трубопроводами в соответствии с утвержденной схемой.

3.8 Молниезащита нефтепромысловых объектов должна осуществляться в соответствии с требованиями «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений». РД 34.21.122-87.

3.9 Для организации безопасного обслуживания электроустановок должны быть четко определены и оформлены распоряжением руководства предприятия границы обслуживания их электротехническим персоналом и назначены ответственные по электрохозяйству предприятия и его структурных подразделений.

4. Климатические условия. Чтобы климатические условия не приносили вред здоровью, предлагаются меры по улучшению жизни и быта работающих:

выдача спецодежды в зависимости от характера работ и климатического пояса;

запрет на работу при ненормальных метеоусловиях;

чередование труда и отдыха;

место для отдыха.

5. Шум. Допустимые уровни производственного шума нормируются по ГОСТ 12.1.003-83. Шум на рабочем месте не должен превышать 85 дБА

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

применение пневмударников звукоизолирующих и звукопоглощающих преград;

установка кожухов, применение глушителей;

применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны).

6. Вибрация. Уровни вибрации регламентируются ГОСТ 12.1.012-90. Вибрация при частоте 16 Гц не должна превышать амплитуду  $0\div 28$  мм.

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

производят уравнивание, балансировку;

производят установку амортизаторов;

жёсткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы;

применение средств индивидуальной защиты (виброгасящие коврики, виброобувь и виброрукавицы).

7. Состояние воздушной среды. Предельно допустимые концентрации химических реагентов регламентируются для воздуха рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88. Микроклимат рабочих мест должен отвечать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования". Мероприятия по защите от вредного воздействия воздушной среды:

установка вентиляции по СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция, кондиционирование";

применение средств индивидуальной защиты (распираторы, противогазы);

склад химреагентов необходимо располагать по розе ветров;

В таблице 3.8 приведены результаты расчетов по режиму вентиляции.

Таблица 3.8 - Вентиляция рабочих мест

| №п/п | Наименование, тип, вид, шифр                                                                                         | Количество,<br>шт. | Место<br>установки            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1    | 2                                                                                                                    | 3                  | 4                             |
| 1.   | Вентилятор вытяжной радиальный<br>Электродвигатель ВАО-12-4N=0,8<br>кВт n=1400об/мин.                                | 1                  | Блок очистки<br>ЦСГО          |
| 2.   | Вентилятор вытяжной радиальный<br>В-Ц4-70 N3<br>Электродвигатель ВАО- 071-<br>4N=0,27кВт<br>n=1380 об/мин.           | 1                  | (Для аварийной<br>вентиляции) |
| 3.   | <u>Вентилятор вытяжной радиальный</u><br><u>В-Ц4-70N5</u><br>Электродвигатель ВАО-31-<br>4N=2.2кВт<br>n=1425 об/мин; | 1                  | Емкостной блок                |
| 4.   | Вентилятор вытяжной радиальный<br>В-Ц4-70N4<br>Электродвигатель ВАО-12-<br>4N=0.8кВт<br>n=1400 об/мин.               | 1                  |                               |
| 5.   | Вентилятор вытяжной радиальный<br>В-Ц4-70N5                                                                          | 1                  | Насосный блок                 |

8. Освещенность рабочих мест должна быть равномерной и исключать возникновение слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не разрешается.

Измерение освещенности внутри помещений проводится при вводе сети освещения в эксплуатацию в соответствии с нормами освещенности, а также при изменении функционального назначения помещений.

Во всех производственных помещениях, кроме рабочего, необходимо предусматривать аварийное освещение, а в зонах работ в ночное время на открытых площадках - аварийное или эвакуационное освещение.

Светильники аварийного и эвакуационного освещения должны питаться от независимого источника. Выбор вида освещения участков, цехов и вспомогательных помещений ОПО должен производиться с учетом максимального использования естественного освещения.

В таблице 3.9 приведены нормы освещенности.

Таблица 3.9 - Нормы освещенности

| Рабочие места, подлежащие освещению   | Разряд и подразряд зрительно й работы | Места установки светильников                                                                                                               | Норма освещенности, Лк |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1                                     | 2                                     | 3                                                                                                                                          | 4                      |
| Роторный стол                         | 2                                     | На ногах вышки на высоте 4м(для вышки 41м) и 6м (для вышки 53м), под углом 45-50°. Над лебедкой на высоте 4м, под углом 25-30° к вертикали | 100                    |
| Щит контрольно измерительных приборов | 2                                     | Перед приборами                                                                                                                            | 200                    |
| Полати верхового рабочего             | 2                                     | На ногах вышки, на высоте не менее 2,5 м от пола полатей, под углом не менее 50°                                                           | 75                     |
| Путь талевого блока                   | 3                                     | На лестничных площадках, по высоте вышки, под углом не менее 65-70°                                                                        | 30                     |
| Кронблок                              | 3                                     | Над кронблоком                                                                                                                             | 25                     |
| Приемный мост, лестницы, марши, сходы | 4                                     | На передних ногах вышки на высоте не менее 6м                                                                                              | 10                     |
| Насосное помещение                    | 2                                     | На высоте не менее 3м                                                                                                                      | 75                     |
| Превентор                             | 3                                     | Под полом буровой                                                                                                                          | 75                     |
| Желобная система                      | 5                                     | На высоте не менее 3 м на всем протяжении желобов                                                                                          | 10                     |

9. Промсанитария и гигиена. В процессе бурения скважины возможно распределение загрязненных стоков, поэтому территория вокруг буровой установки должна быть организована так, чтобы полностью исключить подобные случаи. Под туалеты и свалки должно быть отведено специальное место, на расстоянии 30 метров с подветренной стороны жилого поселка, для предотвращения попадания нечистот в источник водоснабжения.

Буровые бригады должны быть обеспечены аптечками с инструкциями по их применению. По мере расхода медикаментов из аптечки они должны пополняться.

Рабочие места, подходы к оборудованию, механизмам должны содержаться в чистоте и не загромождаться.

### **3.2. Экологическая безопасность**

#### **3.2.1 Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению**

Строительство поисково-оценочной скважины № 237 на Кулумбинском лицензионном участке осуществляется с использованием традиционных технологий и материалов с применением эффективной системы утилизации отходов бурения, исключаящую попадание их на рельеф местности. Применяемые при строительстве скважины химические реагенты и материалы должны быть малоопасные с экологической точки зрения и должны иметь установленные значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) для водоемов санитарно-бытового и рыбохозяйственного значения. При отсутствии ПДК и методов анализа веществ в буровых сточных водах, использование химреагентов и материалов для приготовления (обработки) бурового и тампонажного растворов запрещается.

Горюче-смазочные материалы (ГСМ) являются потенциально сильными загрязнителями окружающей природной среды. Проектом предусмотрены



следующие решения, исключающие попадание их в окружающую природную среду:

- доставка ГСМ на буровые должна осуществляться спецтранспортом или в герметичных металлических емкостях с последующей откачкой в обвалованные металлические емкости для ГСМ, размещенные на буровой площадке. Сбор и вывоз отработанных ГСМ, должен осуществляться также в специальные металлические емкости. В отдельном журнале должен вестись учет прихода и расхода всех видов ГСМ, в т.ч. отработанных масел;

- площадки, на которые установлены емкости с ГСМ, должны иметь гидроизоляцию и обвалование в виде сплошного земляного вала. Ширина обвалования по верху 0,5м, высота 1м, откосы 1:1. Расстояние от стенок емкости до нижней кромки внутренних откосов обвалования принято 3м;

- ёмкость объемом 50м<sup>3</sup> для хранения топлива (нефти) для теплофикационной установки ПКН-2С должна быть установлена на отдельной площадке с гидроизоляцией и сплошным обвалованием минеральным грунтом. Площадка с обваловкой должна иметь объем, равный 1,5 кратному объему нефтяной емкости. Расстояние от нефтяной емкости до котельной должно быть не менее 18 м, а до жилого поселка - не менее 24 м;

- под задвижки ёмкости с ГСМ, нефтяной емкости должны быть установлены поддоны во избежание попадания ГСМ на площадку;

- в процессе строительства скважины все стоки и утечки, а также ливневые и загрязненные воды стекают под устьевое оборудование. Для сбора стоков с рабочей площадки буровой и предупреждения загрязнения площадки при возможных флюидопроявлениях или выбросах устье скважины должно быть оборудовано шахтой и обвалованной площадкой вокруг нее;

В процессе бурения образуются три вида отходов: буровой шлам (БШ), отработанный буровой раствор (ОБР), буровые сточные воды (БСВ).

С целью сокращения объемов наработки бурового раствора, а, следовательно, уменьшения объема ОБР, подлежащего обезвреживанию и

утилизации, проектом предусмотрена 4-х ступенчатая система очистки бурового раствора от выбуренной породы.

Раствор с устья скважины попадает на вибросита. Из емкости, расположенной под виброситами, буровой раствор насосами ШН подается в пескоотделители и после очистки в них поступает в активную емкость или в мерную емкость, откуда после очистки с помощью илоотделителя поступает также в активную емкость. Из активной емкости раствор буровыми насосами подается в скважину. Отделившаяся твердая фаза сбрасывается в шламовый амбар.

Пульпа с пескоотделителей подается на крайнюю сетку вибросит для дополнительного обезвоживания. Обвязка емкостей для бурового раствора выполнена таким образом, что буровой раствор можно подавать на центрифугу из любой емкости. После очистки на центрифуге плотность бурового раствора снижается на 40-60 кг/м<sup>3</sup>. Кек из-под центрифуги имеет плотность 1550-1750 кг/м<sup>3</sup> и влажность около 40%.

В процессе строительства скважины по традиционной технологии с применением проектных рецептур бурового раствора и 4-х ступенчатой системы его очистки образуется следующее количество отходов бурения

Основными отходами при бурении скважин являются буровой шлам и отработанный буровой раствор.

Также одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды при бурении скважин являются буровые сточные воды. Согласно, при бурении скважин в Восточной Сибири, удельный объем буровых сточных вод на один метр проходки составляет 0,24 м<sup>3</sup>.

Таким образом, при строительстве поисково-оценочной скважины № 237 на Куюмбинском лицензионном участке подлежит размещению в шламовом амбаре 650,76 м<sup>3</sup> отходов бурения. При отсутствии добавления промысловой нефти в буровой раствор в качестве смазочной добавки и отсутствии работ по установке нефтяных ванн в процессе строительства скважины буровой шлам имеет 4-й класс опасности.

Все работы по охране окружающей среды и рекультивации земель проводятся в соответствии с нормативными документами.

Стандарт системы охраны природы: ГОСТ 17.0.0.01-76 (2000) смотреть приложение [1].

Экологическая безопасность процесса строительства поисково-оценочной скважины № 237 на Куюмбинском лицензионном участке обеспечивается:

- применением малоопасных химических реагентов и материалов для приготовления, обработки и очистки бурового и тампонажного растворов;
- накоплением шлама и отходов бурения в шламовом амбаре (при традиционной технологии бурения);
- откачкой сточных вод и осветленных жидких отходов (водной фазы бурового раствора) в емкости с последующим вывозом для закачки в нефтесборный коллектор;
- утилизацией скважинной жидкости и пластового флюида, при отработке скважины на стадии освоения, в специальные металлические емкости с последующей откачкой в нефтесборный коллектор;
- предупреждением загрязнения и замазученности буровой площадки;
- организованным сбором и утилизацией хозяйственных отходов;
- выполнением мероприятий по охране недр и подземных вод, включая пресные воды;
- выполнением мероприятий по рекультивации земельных участков (площадок);
- малым количеством выбросов вредных веществ в атмосферу при производстве вышкомонтажных и буровых работ;
- организацией локального экологического мониторинга окружающей природной среды.

Следует отметить, что производство буровых работ при условии выполнения запроектированных природоохранных мероприятий в целом не окажет негативного воздействия на окружающую природную среду, в

частности, не приведет к нарушениям (изменениям) атмосферы, качества поверхностных и подземных вод, почв и состояния недр.

### **3.2.2. Противопожарная безопасность**

Проектом предусматривается выполнение мероприятий по пожарной безопасности, понижающие степень риска работы оборудования и обслуживающего персонала.

При бурении и испытании скважины в отопительный период предусмотрена работа котельной установки ПКН-2С (два котла при бурении), потребляющей в качестве топлива нефть и ППУА-1200/100 при ВМР и испытании. Перед растопкой обслуживающий персонал должен тщательно проверить готовность котла, его оборудование к растопке, а также проверить исправность топочных устройств и трубопроводов, служащих для подачи топлива.

На топливопроводе жидкого топлива устанавливается 2 запорных вентиля (один около топливного бака, другой – у форсунки) для возможности прекращения подачи топлива к котлам.

Запрещается подогрев топлива выше температуры вспышки его паров. Температура нагрева должна быть не менее чем на 100 градусов ниже температуры вспышки паров нефтепродукта.

Жилые, бытовые и административные вагон-дома располагаются на расстоянии не менее 150 м от устья скважины.

До вскрытия продуктивного пласта в производственных помещениях и в рабочих зонах наружных установок, где возможно выделение взрывоопасных паров и газов, организуется постоянный контроль воздуха.

Режим работы вентиляции от момента вскрытия продуктивного горизонта до окончания строительства скважины должен быть постоянным. Автоматическая система сигнализации должна выдавать предупредительный

сигнал при концентрации нефтяных паров и газов 20% от нижнего предела воспламенения.

Запрещается для промыслово-геофизических работ пользоваться электросетью, с напряжением более 380 В. Запрещается проводить промыслово-геофизические работы во время грозы, а также в газифицирующих и поглощающих скважинах.

Перед проведением промыслово-геофизических работ необходимо проверить изоляцию электрооборудования и исправность устройства защитного заземления буровой установки или скважины. Обязательно наличие металлической связи между заземляющими устройствами скважины и источником питания, к которому подключают геофизические токоприемники.

Запрещается при проведении промыслово-геофизических работ пользоваться открытым огнем при обогревании задвижек, труб, фланцев и других деталей устьевой арматуры и геофизического оборудования. В случае замерзания ролика, отводной линии или другого оборудования обогревать его следует паром или горячей водой.

Прострелочно-взрывные работы в скважине следует производить в присутствии геолога бурового предприятия. Перед прострелочно-взрывными работами противовыбросовое устьевое оборудование тщательно проверяется и опрессовывается на давление, равное пробному фонтанной арматуры. После установки на устье противовыбросовое оборудование вновь опрессовывается на расчетное давление. Результаты испытания оформляются актом.

При продувке скважины и замерах двигателя буровой установки и находящиеся около скважины автомобили и тракторы должны быть заглушены, а топки котлов - потушены.

У места установки пожарных гидрантов устанавливается световой или флуоресцентный указатель с нанесенным буквенным индексом «ПГ», цифровыми значениями расстояния в метрах от указателя до гидранта и внутренним диаметром трубопровода.

В зимнее время пожарные гидранты необходимо утеплять во избежание замерзания.

Пожарные гидранты следует не реже, чем через 6 месяцев подвергать техническому обслуживанию и проверять на работоспособность посредством спуска с регистрацией результатов проверки в специальном журнале.

Топливные емкости для хранения ГЖ и ЛВЖ размещаются на площадке, имеющие более низкие отметки высот, чем отметки основных производств и жилого поселка. Площадка имеет обваловывание, достаточное для предотвращения разлива топлива и масла на территории буровой в случае аварии.

Сливные и наливные трубопроводы должны подвергаться регулярному осмотру и предупредительному ремонту. Обнаруженная в сливно-наливных устройствах течь должна быть немедленно устранена. Если это невозможно, неисправная часть должна быть отключена.

Для защиты от вторичных проявлений молний и разрядов статического электричества вся металлическая аппаратура, резервуары, сливно-наливные устройства и т.п., расположенные как внутри помещений, так и вне их должны быть заземлены.

Категорически запрещается налив в резервуары, цистерны и тару ЛВЖ и ГЖ свободно падающей струей. Закачка и налив производятся только под уровень жидкости в емкости.

Проверять заземление с помощью приборов необходимо не реже одного раза в год и после каждого ремонта оборудования.

При строительстве буровой в лесных массивах предусматривается полностью очищать от деревьев и кустарников площадь в радиусе не менее 50 м от скважины. В течение пожароопасного сезона необходимо содержать территорию буровой очищенной от древесного хлама и других легковоспламеняющихся материалов.

Противопожарные мероприятия при ликвидации нефтяного выброса и открытого фонтана при бурении скважин следует производить в соответствии с

«Инструкцией по организации и безопасному ведению работ при ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов».

Для обеспечения безопасности рабочих на случай пожара на буровой в наличии должны быть первичные средства пожаротушения, они представлены таблице 4.

Таблица 4 - Первичные средства пожаротушения

| №<br>п/п | Наименование                                             | ГОСТ, ОСТ,<br>МРТУ, ТУ, и<br>т.п. на<br>изготовление | Колич<br>ество | Примечание                                                                                                                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                                        | 3                                                    | 4              | 5                                                                                                                                                                         |
| 1.       | Огнетушитель углекислый ОУ-5                             |                                                      | 6              | Противопожарный<br>инструмент<br>должен находится<br>на щитах в<br>специально<br>отведенных 124<br>местах на буровой,<br>насосном блоке,<br>жилом городке и<br>котельной. |
| 2.       | Ящики с песком: 0,5 м <sup>3</sup><br>1,0 м <sup>3</sup> |                                                      | 4<br>1         |                                                                                                                                                                           |
| 3.       | Лопаты                                                   | ГОСТ 3700-76                                         | 4              |                                                                                                                                                                           |
| 4.       | Лом пожарный легкий ЛПЛ                                  | ГОСТ 16714-71                                        | 2              |                                                                                                                                                                           |
| 5.       | Топор пожарный поясной ТПП                               | ГОСТ 16714-71                                        | 2              |                                                                                                                                                                           |
| 6.       | Багор пожарный БПМ                                       | ГОСТ 16714-71                                        | 2              |                                                                                                                                                                           |
| 7.       | Ведро пожарное БП                                        | ТУ 220 РСФСР                                         | 4              |                                                                                                                                                                           |
| 8.       | Щит пожарный деревянный ЩПД                              | ТУ 220 РСФСР                                         | 2              |                                                                                                                                                                           |

### 3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Строящаяся скважина является опасным промышленным объектом строительства. Традиционно риск при строительстве скважины рассматривается с точки зрения опасности потери контроля над скважиной, и соответственно, с опасностью выброса пластового флюида в окружающую среду. В случае неконтролируемых выбросов указанного вещества, появляется реальная угроза возникновения крупномасштабных пожаров или взрывов нефтевоздушной смеси, которые в свою очередь могут привести к чрезвычайным ситуациям на объекте.

### **3.3.1 Перечень возможных ЧС на объекте**

Перечень опасностей, учитывающий особенности строительства скважины по данному проекту:

1. Открытое фонтанирование скважины, что может быть связано с разливом нефти в пределах локального участка (обвалованная площадка для строительства скважины); загрязнением почв, в пределах локализованного участка; испарением углеводородов с площади локализованного участка; пожаром (воспламенением нефти) на локализованной площади;
2. Взрыв (разрушение) устья скважины под действием избыточного давления, что может быть связано с поражением людей и технологических объектов в радиусе действия взрыва;

### **3.3.2 Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС**

В соответствии с Положением о РСЧС, утвержденным постановлением Правительства РФ от 5 ноября 1995 г. № 1113 “О единой государственной системе предупреждения ликвидации чрезвычайных ситуаций”, “Рекомендациями для органов исполнительной власти субъектов РФ по подготовке Положений о территориальной подсистеме РСЧС” МЧС РФ от 24 января 1996 г. № 40-139-8 определяется структура и обязанности руководящих работников объекта по обеспечению функционирования объектовых органов гражданской обороны, определяются руководители гражданской обороны объектов, создается штаб гражданской обороны и невоенизированные формирования гражданской обороны.



В составе невоенизированных формирований входят:

аварийно-техническое звено; звено охраны общественного порядка; звено пожаротушения; газоспасательное звено; звено обеззараживания сооружений и территорий; звено разведки; санитарное звено; пост радиационного и химического наблюдения; санитарные посты; пуск выдачи средств индивидуальной защиты.

Перечень автотранспортных средств и спецтехники, имеющейся на месторождении для участия в локализации и ликвидации аварий: Экскаватор ЭО 3123-1 ед., Бульдозер Б-170-1 ед., Трактор-тягач К-700-1 ед., УРАЛ-4320 -1 ед., КАМАЗ-43105-1 ед., Автокран КС-55713(25тн) на базе КАМАЗ-53228 -1 ед., Автобус-1 ед., УАЗ-452-1 ед.

### **3.3.3 Разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС**

Формирования ГО оснащаются необходимым имуществом и средствами индивидуальной защиты. Подготовка личного состава органов гражданской обороны проводится по утвержденным программам. Основные направления обучения персонала представлены ниже.

Поддержание сил и средств, для ликвидации чрезвычайных ситуаций проводятся в рамках учебных тревог и тренировок личного состава, а также за счет своевременного укомплектования формирований имуществом и замены вышедших из строя средств индивидуальной защиты. На объекте определяется порядок действий невоенизированных формирований в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и порядок привлечения специализированных подразделений МВД, территориальных Управлений штатов ГО и ЧС ЭАО, а также порядок взаимодействия с ними.

К работам на скважинах с возможными газонефтеводопроявлениями допускаются рабочие и специалисты, прошедшие подготовку по курсу "Контроль скважины. Управление скважиной при газонефтеводопроявлениях" в специализированных учебных центрах, имеющих соответствующую лицензию.

### **3.3.4. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий**

При строительстве скважины в случае возникновения ЧС предусматривается проведение комплексов соответствующих мероприятий для следующих видов ЧС:

- выброс и разлив нефти;
- пожар;

При угрозе возникновения аварий на объекте, связанной с выбросом нефти:

Работающая вахта буровой бригады докладывают об этом по телефону (или рации) дежурному диспетчеру РИТС.

Дежурный диспетчер оповещает должностных лиц объекта. Должностные лица действуют в соответствии с планом действия персонала в аварийных ситуациях.

При обнаружении повреждений оборудования (ПВО), трубопроводов действия персонала в общем случае следующие:

- обнаружившим повреждение немедленно устанавливается связь с дежурным диспетчером;
- сообщается точное место утечек нефти, угрозы обслуживающему персоналу.

При угрозе возникновения пожара:

При угрозе возникновения пожара дежурный диспетчер (в рабочее время и в нерабочее время) оповещает руководящий состав и докладывает Начальнику штаба ГО, а в дальнейшем действует по его указаниям.

Начальник штаба ГО организует разведку и наблюдение за объектом, выставив для этого пост наблюдения.

Все работы на объекте по строительству скважины необходимо производить согласно правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности, которыми установлены требования к созданию системы управления и контроля за промышленной безопасностью производства;

разработке, сооружению, изготовлению и использованию производственных объектов, технических средств, технологических процессов; определён порядок взаимодействия органов Госгортехнадзора России с предприятиями и организациями в области обеспечения промышленной безопасности, охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

#### **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

##### **4.1. Структура и организационные формы работы бурового предприятия**

ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» основано в 1997 году для реализации стратегических планов компании «Славнефть» по поиску, геологической разведке и освоению новых месторождений нефти и газа в Красноярском крае. Основными направлениями деятельности предприятия являются геологическое изучение участков недр, обустройство и подготовка к эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

Суммарная площадь лицензионных участков ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» составляет 18,3 тыс. кв. км. Основные открытые месторождения предприятия находятся на Курумбинском и Терско-Камовском лицензионных участках, входящих в состав Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления. Буровые работы на этих месторождениях осуществляет дочернее предприятие ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» – Байкитская нефтегазоразведочная экспедиция (ООО «БНГРЭ»).

На момент получения лицензий начальные извлекаемые запасы нефти категории C1+C2 Курумбинского и Терско-Камовского (северо-восточный участок) лицензионных блоков составляли около 131,6 млн. т. Использование современных технологий при проведении сейсмических исследований и бурении поисково-разведочных скважин позволило в период с 1996 по 2015 год получить значительный прирост запасов углеводородов. По состоянию на 31 декабря 2015 года числящиеся на балансе ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» остаточные извлекаемые запасы нефти по категориям

C1+C2 составили 475,6 млн т (в том числе C1 – 161,7 млн т, C2 – 313,9 млн т).

Куюмбинское месторождение по величине запасов относится к категории крупных и в настоящее время находится в опытно-промышленной разработке. На конец 2015 года объем остаточных извлекаемых запасов нефти категории C1 Куюмбинского месторождения составил 118,4 млн. т, запасы категории C2 оцениваются в 186,6 млн. т.

Благодаря применению высокоэффективных методов геологоразведки, внедрению передовых технологий бурения и испытания скважин ООО «Славнефть-Красноярскнефтегаз» стабильно развивается, являясь одним из отраслевых лидеров по темпам прироста запасов углеводородного сырья в Восточной Сибири. Созданная производственная база и большой объем разведанных запасов позволяют предприятию приступить к промышленной эксплуатации Куюмбинского месторождения и северо-восточного участка Терско-Камовского блока уже в ближайшие годы.

Действующая в ОАО «НГК «Славнефть» система корпоративного управления призвана обеспечить принятие эффективных управленческих решений, способствующих поступательному и устойчивому развитию компании в интересах всех ее акционеров. В области управленческой деятельности компания опирается на мировой опыт, практику лидеров российского бизнеса, национальные стандарты корпоративного управления.

Правление - коллегиальный исполнительный орган Компании, действующий на основании Положения об исполнительных органах, утвержденного Собранием акционеров, и в пределах компетенции, установленной Уставом, решениями Собрания акционеров и Совета директоров.

Правление Компании:

организует выполнение решений Собрания акционеров и Совета директоров;

принимает программы развития Компании, в т.ч. инвестиционные программы;

рассматривает и принимает бюджет Компании и итоги его выполнения;

обеспечивает координацию инвестиционной, кредитно-финансовой и ценовой политики Компании;

предварительно рассматривает проекты решений о создании и ликвидации филиалов и представительств Компании;

обеспечивает выполнение иных функций, определенных Положением об исполнительных органах Компании, решениями Собрания акционеров и Совета директоров.

Президент Компании возглавляет Правление, организует его работу и председательствует на его заседаниях, а также действует без доверенности от имени Компании в соответствии с решениями Правления, принятыми в соответствии с его компетенцией. Президент осуществляет руководство текущей деятельностью Компании за исключением вопросов, отнесенных к компетенции Общего собрания акционеров, Совета директоров Компании, и организует выполнение решений Общего собрания акционеров и Совета директоров.

В таблице 4.1 приведены основные проектные данные.

Таблица 4.1 - Основные проектные данные

|                                                                                                                                         |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Номер района строительства скважины                                                                                                     | 10В                             |
| Номера скважин, строящихся по данному проекту                                                                                           | 237                             |
| Площадь (месторождение)                                                                                                                 | Куюмбинская                     |
| Расположение (суша, море)                                                                                                               | Суша                            |
| Цель бурения и назначение скважины                                                                                                      | Поисково-оценочная, разведочная |
| Проектный горизонт                                                                                                                      | Рифей                           |
| Проектная глубина по вертикали/по стволу, м                                                                                             | 4000 / 4000                     |
| Вид скважины                                                                                                                            | Вертикальная                    |
| Число объектов испытания в колонне                                                                                                      | 8                               |
| Азимут бурения, градус                                                                                                                  | 5                               |
| Мощность пласта, м                                                                                                                      | 70                              |
| Допустимое отклонение заданной точки входа в кровлю продуктивного (базисного) пласта от проектного положения (радиус круга допуска), м. | 50                              |
| Категория скважины                                                                                                                      | Первая                          |
| Металлоемкость конструкции, кг/м                                                                                                        | 78,8                            |
| Способ бурения                                                                                                                          | Роторный, ВЗД                   |
| Вид привода                                                                                                                             | Дизельный                       |
| Вид монтажа (первичный, повторный)                                                                                                      | Первичный                       |
| Тип буровой установки                                                                                                                   | БУ-ЗД-76                        |
| Тип вышки                                                                                                                               | ВБ-53х320М                      |
| Наличие механизмов АСП (да, нет)                                                                                                        | Нет                             |

#### Продолжение таблицы 4.1

|                                                                     |         |
|---------------------------------------------------------------------|---------|
| Номер основного комплекта бурового оборудования                     | 16      |
| Продолжительность цикла строительства скважины, сутки, в том числе: |         |
| - строительно-монтажные работы                                      | 40      |
| - при первичном монтаже                                             | 1,8     |
| - сдвижка до 50 м                                                   | 17      |
| - демонтаж                                                          | 4       |
| подготовительные работы к бурению:                                  |         |
| - бурение и крепление                                               | 200     |
| - в открытом стволе                                                 | 80,5    |
| - освоение                                                          |         |
| Проектная скорость бурения, м /ст. месяц                            | 600-630 |

#### 4.2 Расчет нормативной продолжительности сооружения скважины

Нормативную продолжительность цикла строительства скважин определяют по отдельным составляющим его производственных процессов:

- строительно-монтажные работы;
- подготовительные работы к бурению;
- бурение и крепление ствола скважины;
- испытание скважин на продуктивность.

Продолжительность строительно-монтажных работ берётся из готового наряда на производство работ, так как не вносит никаких изменений в технику и организацию вышкомонтажных работ. Продолжительность строительно-монтажных работ составляет 40 суток.

Время подготовительно – заключительных работ к бурению составляет 4 суток.

Время на механическое бурение по отдельным нормативным пачкам определяется по формуле:

$$T_B = T_{B1} \cdot h \text{ час,} \quad (5.1)$$

где  $T_{B1}$  – норма времени на бурение одного метра по ЕНВ, час;

$h$  – величина нормативной пачки, метр.

При расчёте нормативного времени на СПО вначале определяют количество спускаемых и поднимаемых свечей, а также число наращиваний по каждой нормативной пачке при помощи вспомогательных таблиц в справочнике.

Нормативное время на СПО определяется по формулам:

$$T_{\text{СП}} = N_{\text{СП}} \cdot T_{1\text{СВ}} / 60 \quad (5.2)$$

$$T_{\text{ПОД}} = N_{\text{ПОД}} \cdot T_{1\text{СВ}} / 60 \quad (5.3)$$

где  $N_{\text{СП}}$ ,  $N_{\text{ПОД}}$  – количество спускаемых и поднимаемых свечей;

$T_{\text{СП}}$ ,  $T_{\text{ПОД}}$  – время спуска и подъёма свечей, час;

$T_{1\text{СВ}}$  – время на спуск и подъём одной свечи по ЕНВ, час.

Нормативное время на выполнение остальных операций рассчитывают на основании объема этих работ и норм времени по ЕНВ.

Время бурения одной скважины глубиной 4000 метров составляет 89 суток, время СПО составит 90.6 суток. Крепление обсадных колонн займет 20.4 суток.

Общая продолжительность бурения и крепления скважины составляет 200 суток.

Продолжительность испытания скважины определяется в зависимости от принятого метода испытания и числа испытываемых объектов по нормам времени на отдельные процессы, выполняемые при испытание скважин. Время на испытание скважины всего составляет 80.5 суток. Из них 80.5 в эксплуатационной колонне.

В таблице 4.2 приведена продолжительность строительства скважины.

В таблице 4.3 приведена продолжительность бурения и крепления по интервалам.



Таблица 4.2 - Продолжительность строительства скважины

| Продолжительность цикла строительства скважины, сут. |                                         |                                  |                        |           |                          |                     |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------|--------------------------|---------------------|
| Всего                                                | Строительн<br>о-<br>монтажные<br>работы | Подготовител<br>ь-<br>ные работы | Бурение и<br>крепление | Испытание |                          |                     |
|                                                      |                                         |                                  |                        | всего     | в<br>открыто<br>м стволе | в экспл.<br>колонне |
| 1                                                    | 2                                       | 3                                | 4                      | 5         | 6                        | 7                   |
| 324.5                                                | 40.0                                    | 4.0                              | 200                    | 80.5      | -                        | 80.5                |

Таблица 4.3 - Продолжительность бурения и крепления по интервалам

| №<br>о.к<br>. | Название<br>колонны | Продолжитель<br>-<br>ность<br>крепления,<br>сут. | Интервал<br>бурения |      | Продолжительность<br>бурения, сут. |                     |
|---------------|---------------------|--------------------------------------------------|---------------------|------|------------------------------------|---------------------|
|               |                     |                                                  | от                  | до   | Забойными<br>двигателям<br>и       | Роторным<br>пособом |
| 1             | 2                   | 3                                                | 4                   | 5    | 6                                  | 7                   |
| 1             | Направление         | 1.3                                              | 0                   | 50   | -                                  | 1.2                 |
| 2             | Кондуктор           | 2.7                                              | 0                   | 500  | 4.3                                | -                   |
| 3             | Техническая         | 4.2                                              | 500                 | 2390 | 47.3                               | 1.4                 |
| 4             | Эксплуатационная    | 5.4                                              | 2390                | 3210 | -                                  | 53.8                |
| 5             | Хвостовик           | 6.8                                              | 3210                | 4000 | -                                  | 71.6                |
|               | Всего               | 20.4                                             |                     |      | 51.6                               | 128                 |

Определяем скорости бурения:

Механическая скорость бурения определяется по формуле:

$$V_M = H/t_M \quad (5.4)$$

где  $H$  – глубина скважины, м;

$t_M$  – продолжительность механического бурения, час;

$$V_M = 4000/2136 = 1.8 \text{ м/час.}$$

Рейсовая скорость бурения определяется по формуле:

$$V_P = H/(t_M + t_{СПО} + t_{ПВО}) \text{ час,} \quad (5.5)$$

где  $t_{СПО}$  – время СПО, час;

$t_{ПВО}$  – время на вспомогательные работы, связанные с рейсом, час;

$$V_P = 4000/(2136 + 2174.4 + 1) = 0.9 \text{ м/час.}$$

Коммерческая скорость определяется по формуле:

$$V_K = H \cdot 720 / T_K \quad (5.6)$$

где  $T_K$  – календарное время бурения, час.

$$V_K = 4000 \cdot 720 / 4800 = 600 \text{ м/ст.мес.}$$

Цикловая скорость определяется по формуле:

$$V_{Ц} = H \cdot 720 / T_{Ц} \quad (5.7)$$

где  $T_{Ц}$  – время цикла строительства скважины, час;

$$V_{Ц} = 4000 \cdot 720 / 7788 = 370 \text{ м/ст.мес.}$$

Техническая скорость определяется по формуле:

$$V_T = H \cdot 720 / t_{ПВ} \quad (5.8)$$

где  $t_{ПВ}$  – производительное время бурения, час;

$$V_T = 4000 \cdot 720 / 4310.4 = 668 \text{ м/ст.мес.}$$

Средняя проходка на долото по скважине определяется по формуле:

$$h_{cp} = H / n \text{ м} \quad (5.9)$$

где  $n$  – количество долот, необходимых для бурения скважины;

$$h_{cp} = 4000 / 16 = 250 \text{ м.}$$

По полученным данным продолжительности строительства скважины составляется календарный график выполнения работ на проводку скважины.

При составлении линейно-календарного графика выполнения работ учитывается то, что буровые бригады должны работать непрерывно, без простоев и пробурить все запланированные скважины за запланированное время.

Остальные бригады (вышкомонтажные и освоения) не должны по возможности простаивать.

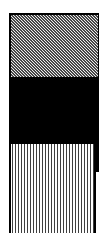
Количество монтажных бригад определяется из условия своевременного обеспечения буровых бригад устройством и оборудованием новых кустов.

При составлении графика, который представлен в таблице 4.4, учитывается тип буровой установки, месячная производительность, то есть

число скважин законченных за месяц буровой бригадой и количество календарных часов для бурения.

Таблица 4.4 - Продолжительность бурения и крепления по интервалам.

| Вид работ     | Месяцы |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|               | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1.Вышкомонтаж |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2.Бурение     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3.Испытание   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |



- монтаж буровой установки (40 суток)

- бурение скважины (200 суток)

- испытание скважины (80.5 суток)

### 4.3 Расчет сметной стоимости сооружения скважины

Сводная смета на строительство скважины № 237 в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Сводная смета на строительство скважины К-237

| Наименование работ и затрат.                                                                                             | Стоимость всего, руб. |                         |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
|                                                                                                                          | Прямые затраты        | В т.ч. осн. з/п рабочих | Возврат материалов |
| 1                                                                                                                        | 2                     | 3                       | 4                  |
| <b>Глава 1</b>                                                                                                           |                       |                         |                    |
| Подготовительные работы к строительству скважины                                                                         | 2259995               | 466031                  | 236809             |
| Разборка                                                                                                                 | 74376                 | 32499                   |                    |
| <b>Итого по главе 1</b>                                                                                                  | <b>2334371</b>        | <b>498530</b>           | <b>236809</b>      |
| <b>Глава 2. Строительство и разборка (передвижка) вышки, привышечных сооружений, монтаж и демонтаж буровой установки</b> |                       |                         |                    |
| Строительство и монтаж                                                                                                   | 3611476,3             | 204321,8                | 1374397            |
| Разборка и демонтаж                                                                                                      | 297590,1              | 52588,1                 |                    |
| <b>Итого по главе 2</b>                                                                                                  | <b>3909066,4</b>      | <b>256909,9</b>         | <b>1374397</b>     |
| <b>Глава 3. Бурение и крепление скважины</b>                                                                             |                       |                         |                    |
| Колонная головка                                                                                                         | 88861,5               |                         |                    |
| Бурение скважины                                                                                                         | 11332522              | 974481,1                |                    |
| Крепление скважины                                                                                                       | 3248032               | 294208                  |                    |
| <b>Итого по главе 3.</b>                                                                                                 | <b>14669414,5</b>     | <b>1268689,1</b>        |                    |
| <b>Глава 4.</b>                                                                                                          |                       |                         |                    |
| Испытание скважины на продуктивность                                                                                     | 3985892,3             | 703376,5                |                    |
| <b>Итого по главе 4.</b>                                                                                                 | <b>3985892,3</b>      | <b>703376,5</b>         |                    |
| <b>Глава 6.</b>                                                                                                          |                       |                         |                    |
| Дополнительные затраты при строительстве скважины в зимнее время 9,1% от гл. 1-2                                         | 568152,8              |                         |                    |
| Эксплуатация котельной установки ПКН-2С                                                                                  | 1368292,6             | 366515,8                |                    |
| <b>Итого по главе 6</b>                                                                                                  | <b>1936445,4</b>      | <b>366515,8</b>         |                    |
| Инженерно-технологическое обслуживание скважины в процессе бурения и крепления                                           | 164521,1              |                         |                    |
| Затраты по износу спецодежды                                                                                             | 222100,8              |                         |                    |
| Содержание п/базы «Славянка» на сутки бурения и крепления                                                                | 888721,2              |                         |                    |
| Содержание вертолётной площадки на сутки бурения и крепления                                                             | 295056,3              |                         |                    |
| Водоснабжение скважины                                                                                                   | 722379,7              |                         |                    |
| <b>ИТОГО по главам 1-6</b>                                                                                               | <b>29127968,7</b>     | <b>3094021,3</b>        | <b>1611206</b>     |
| <b>Глава 7. Накладные расходы 26,3%</b>                                                                                  | 7660655,8             |                         |                    |
| <b>Итого по гл. 1-7</b>                                                                                                  | <b>36788624,5</b>     |                         |                    |
| <b>Глава 8. Плановые накопления 20%</b>                                                                                  | 5825593,7             |                         |                    |
| <b>Итого по гл. 1-8</b>                                                                                                  | <b>42614218,2</b>     | <b>3094021,3</b>        | <b>1611206</b>     |
| <b>Глава 9. Прочие работы и затраты</b>                                                                                  |                       |                         |                    |
| Северные льготы 10,78%                                                                                                   | 4593812,7             |                         |                    |
| Премияльные 2,47%                                                                                                        | 1052571,1             |                         |                    |
| Полевое довольствие 8,52%                                                                                                | 3630731,3             |                         |                    |
| Проезд в отпуск 0,4%                                                                                                     | 170456,9              |                         |                    |
| Единый социальный налог на дополнительные затраты 36,8% от 5646383,8                                                     | 2077869,2             |                         |                    |
| Лабораторные работы 0,3% от гл.3,4                                                                                       | 55965,9               |                         |                    |
| Охрана окружающей среды                                                                                                  | 973292                | 36702,5                 | 9941,3             |
| Рекультивация                                                                                                            | 347228                | 5752,7                  | 3313,8             |
| <b>Итого по главе 9</b>                                                                                                  | <b>497840</b>         | <b>42455,2</b>          | <b>13255,1</b>     |
| <b>Итого по гл. 1-9</b>                                                                                                  | <b>2146611</b>        | <b>3136476,5</b>        | <b>1624461,1</b>   |
| <b>Глава 10. Авторский надзор 0,2%</b>                                                                                   | 111032,3              |                         |                    |
| <b>Итого по гл. 1-10</b>                                                                                                 | <b>55627177,6</b>     |                         |                    |

|                                                                       |           |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|
| Продолжение таблицы 4.5                                               |           |  |  |
| <b>Глава 12.</b> Резерв средств на непредвиденные работы и затраты 5% | 2781358,9 |  |  |
| Налог на пользователя дорог 1%                                        | 584085,4  |  |  |

| 1                                                                                          | 2                 | 3                | 4                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| НДС 18%                                                                                    | 10618671,9        |                  |                  |
| <b>ИТОГО по главам 1-12</b>                                                                | <b>69611293,8</b> | <b>3136476,5</b> | <b>1624461,1</b> |
| <b>Прочие затраты:</b>                                                                     |                   |                  |                  |
| Топографо-геодезические работы                                                             | 24251             |                  |                  |
| Промыслово-геофизические работы                                                            | 2416000           |                  |                  |
| Проектные работы                                                                           | 250000            |                  |                  |
| Проведение экспертизы                                                                      | 35297             |                  |                  |
| Стоимость перевозки грузов из Енисейска до п/б «Славянка» наземным транспортом             | 469170            |                  |                  |
| Стоимость перевозки грузов из Енисейска до п/б «Славянка» речным транспортом               | 1257380           |                  |                  |
| Стоимость подвески (без НДС)                                                               | 160000            |                  |                  |
| Вахтовые перевозки МИ-8                                                                    | 1668950           |                  |                  |
| Содержание АН-24                                                                           | 1289651           |                  |                  |
| Содержание вагон-дома «Венгрия»                                                            | 13618             |                  |                  |
| Платежи за загрязнение окружающей среды                                                    | 64102             |                  |                  |
| Платежи за выбросы в атмосферу                                                             | 2116              |                  |                  |
| Платежи за ущерб фауне млекопитающих и птиц в зоне воздействия при строительстве скважины: |                   |                  |                  |
| - первый год                                                                               | 10768             |                  |                  |
| - последующие годы                                                                         | 3447              |                  |                  |
| <b>Итого</b>                                                                               | <b>8835125</b>    |                  |                  |
| <b>НДС 18%</b>                                                                             | <b>1767025</b>    |                  |                  |
| <b>Всего прочих затрат в текущих ценах</b>                                                 | <b>10602150</b>   |                  |                  |
| <b>ИТОГО</b>                                                                               | <b>80213444</b>   |                  |                  |

### 4.3.1 Сметный расчет на бурение скважины № 237 Куюмбинского лицензионного участка

Таблица 4.6 – Сметный расчет на бурение скважины

| Шифр<br>расценок по<br>49 СНИР       | Наименование<br>работ и затрат                | Единицы<br>измерения | Стоимость<br>единицы,<br>руб | Подготовительные<br>работы к бурению |          | Бурение под |          |           |          |                          |           |                                             |           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------|-------------|----------|-----------|----------|--------------------------|-----------|---------------------------------------------|-----------|
|                                      |                                               |                      |                              |                                      |          | Направление |          | Кондуктор |          | Промежуточную<br>колонну |           | Эксплуатационну<br>ю колонну и<br>хвостовик |           |
|                                      |                                               |                      |                              | Кол-во                               | Сумма    | Кол-во      | Сумма    | Кол-во    | Сумма    | Кол-во                   | Сумма     | Кол-во                                      | Сумма     |
| 1                                    | 2                                             | 3                    | 4                            | 5                                    | 6        | 7           | 8        | 9         | 10       | 11                       | 12        | 13                                          | 14        |
| <b>Затраты зависящие от времени:</b> |                                               |                      |                              |                                      |          |             |          |           |          |                          |           |                                             |           |
| 49-2019                              | Оплата труда буровой бригады                  | сут                  | 3458,8                       | 0                                    | 0        | 1.2         | 14181,1  | 4.3       | 29053,9  | 48.7                     | 157029,5  | 125.4                                       | 144923,7  |
| 49-2037                              | Оплата труда буровой бригады (без пометровой) | сут                  | 3232,6                       | 4                                    | 12930,5  | 0           | 0        | 0         | 0        | 0                        | 0         | 0                                           | 0         |
| 49-2049                              | Содержание слесаря и эл. монтера              | сут                  | 498,4                        | 4                                    | 1993,6   | 1.2         | 2043,4   | 4.3       | 4186,6   | 48.7                     | 22627,4   | 125.4                                       | 20833     |
| 2084,2085                            | Материалы и зап. части (роторное бурение)     | сут                  | 10227,3                      | 2                                    | 20454,6  | 1.2         | 41931,9  | 4.3       | 85909,3  | 48.7                     | 464319,4  | 125.4                                       | 428523,9  |
|                                      | Амортизация                                   | сут                  | 18951,2                      | 4                                    | 75804,81 | 1.2         | 77699,92 | 4.3       | 159190,1 | 48.7                     | 860384,48 | 125.4                                       | 794055,28 |
| <b>Износ бурильных труб:</b>         |                                               |                      |                              |                                      |          |             |          |           |          |                          |           |                                             |           |
| 49-2402                              | Интервал 0-500м                               | м                    | 44,5                         | 0                                    | 0        | 50          | 2225     | 410       | 14685    | 40                       | 5340      | 0                                           | 0         |
| 49-2403                              | Интервал 500-1000м                            | м                    | 105,2                        | 0                                    | 0        | 0           | 0        | 0         | 0        | 500                      | 52622,4   | 0                                           | 0         |
| 49-2404                              | Интервал 1000-2000м                           | м                    | 182,4                        | 0                                    | 0        | 0           | 0        | 0         | 0        | 1000                     | 91194,4   | 0                                           | 0         |
| 49-2405                              | Интервал 2000-3000м                           | м                    | 385,72                       | 0                                    | 0        | 0           | 0        | 0         | 0        | 390                      | 192860    | 610                                         | 301.652   |
| 49-2406                              | Интервал 3000-4000м                           | м                    | 538,68                       | 0                                    | 0        | 0           | 0        | 0         | 0        | 0                        | 0         | 1000                                        | 494512    |
| <b>Прочие:</b>                       |                                               |                      |                              |                                      |          |             |          |           |          |                          |           |                                             |           |
| 49-2416                              | Износ бурового инструмента                    | сут                  | 673,88                       | 4                                    | 2695,52  | 1.2         | 2762,91  | 4.3       | 5660,59  | 48.7                     | 30594,15  | 125.4                                       | 28235,57  |
| 49-2419                              | Износ ловильного инструмента                  | сут                  | 198,83                       | 0                                    | 0        | 1.2         | 815,18   | 4.3       | 1670,17  | 48.7                     | 9026,88   | 125.4                                       | 8330,98   |
| 49-2426                              | Содержание бурового оборудования              | сут                  | 6430,53                      | 4                                    | 25722,12 | 1.2         | 26365,17 | 4.3       | 54016,45 | 48.7                     | 291946,06 | 125.4                                       | 269439,2  |
| 49-2443                              | Содержание средств диспетчеризации            | сут                  | 690,59                       | 4                                    | 2762,34  | 1.2         | 2831,42  | 4.3       | 5800,96  | 48.7                     | 31352,79  | 125.4                                       | 28935,72  |

Продолжение таблицы 4.6

| 1                                                           | 2                                                        | 3    | 4        | 5     | 6             | 7     | 8             | 9     | 10            | 11     | 12             | 13     | 14             |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------|----------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|----------------|--------|----------------|
| 49-2448                                                     | Содержание бурильных труб                                | сут  | 1971,28  | 4     | 7885,13       | 1.2   | 8082,25       | 4.3   | 16558,75      | 48.7   | 89496,11       | 125.4  | 82596,63       |
| 49-2695                                                     | Эксплуатация ДВС                                         | сут  | 6712,33  | 1,96  | 13156,17      | 1.2   | 27520,55      | 4.3   | 56383,57      | 48.7   | 304739,78      | 125.4  | 281246,62      |
| 49-2705                                                     | Эксплуатация передвижной эл. станции                     | сут  | 1742,77  | 4     | 6971,07       | 1.2   | 7145,36       | 4.3   | 14639,27      | 48.7   | 79121,76       | 125.4  | 73022,06       |
| 49-2443                                                     | Содержание станции контроля управления процессом бурения | сут  | 690,59   | 0     | 0             | 0     | 0             | 25    | 17264,64      | 50     | 34529,5        | 62     | 42816,58       |
| 49-2445                                                     | Дефектоскопия резьбовых соединений бурильных труб        | 10 м | 19,09    | 0     | 0             | 0     | 0             | 46    | 725,31        | 239    | 4199,8         | 400    | 4963,4         |
| 49-2446                                                     | Пробег дефектоскопической партии                         | км   | 22,27    | 0     | 0             | 0     | 0             | 55    | 1224,76       | 55     | 1224,76        | 55     | 1224,76        |
| 49-2753                                                     | Содержание полевой лаборатории                           | сут  | 183,43   | 0     | 0             | 1.2   | 768,45        | 4.3   | 1540,81       | 48.7   | 8327,72        | 125.4  | 7685,72        |
| 49-4371                                                     | Спецтранспорт                                            | сут  | 940,57   | 4     | 3762,3        | 1.2   | 3856,34       | 4.3   | 7900,79       | 48.7   | 42701,88       | 125.4  | 39409,88       |
| 49-4433                                                     | Эксплуатация трактора                                    | час  | 127,78   | 4,8   | 613,34        | 49,2  | 6286,78       | 100,8 | 12880,22      | 544,8  | 69614,54       | 592,8  | 75747,98       |
| <i>Транспортировка:</i>                                     |                                                          |      |          |       |               |       |               |       |               |        |                |        |                |
| 49-4350                                                     | ГСМ на 60 км                                             | т    | 403,48   | 5,676 | 2290,16       | 11,93 | 4813,52       | 24,44 | 9861,05       | 132,11 | 53303,74       | 121,93 | 49196,32       |
| 49-4346                                                     | Бурильные трубы на 60 км                                 | т    | 300,36   | 0     | 0             | 13,5  | 4054,84       | 28,9  | 8680,4        | 92,15  | 27678,17       | 67,3   | 20214,26       |
| <b>Итого затрат зависящих от времени:</b><br><b>6579278</b> |                                                          |      |          |       | <b>182548</b> |       | <b>233421</b> |       | <b>507878</b> |        | <b>3032134</b> |        | <b>2623297</b> |
| <b>Затраты зависящие от объёма:</b>                         |                                                          |      |          |       |               |       |               |       |               |        |                |        |                |
| Пр. 24-19                                                   | Глинопорошок                                             | т    | 945,61   | 0     | 0             | 5,7   | 5389,99       | 10,8  | 10212,59      | 0      | 0              | 0      | 0              |
| 24-19-57                                                    | Органофильный бентонит                                   | т    | 945,61   | 0     | 0             | 0     | 0             | 0     | 0             | 8,7    | 8226,81        | 0      | 0              |
| 05-01                                                       | Каустическая сода                                        | т    | 4791,15  | 0     | 0             | 0,14  | 670,76        | 0,43  | 2060,19       | 0      | 0              | 0      | 0              |
| Пр. 05-01                                                   | Кальцинированная сода                                    | т    | 2026,69  | 0     | 0             | 0,14  | 283,74        | 0,43  | 871,48        | 0      | 0              | 0      | 0              |
| Пр. 05-01                                                   | КМЦ                                                      | т    | 29313,96 | 0     | 0             | 0     | 0             | 1,08  | 31659,08      | 0      | 0              | 0      | 0              |
| 24-19-57                                                    | УЩР                                                      | т    | 2332,61  | 0     | 0             | 0     | 0             | 2,16  | 5038,45       | 0      | 0              | 0      | 0              |
|                                                             | ФК-200                                                   | т    | 66192,82 | 0     | 0             | 0     | 0             | 2,16  | 142976,49     | 0      | 0              | 0      | 0              |

Продолжение таблицы 4.6

| 1                                                     | 2                                                         | 3        | 4         | 5 | 6             | 7     | 8             | 9     | 10             | 11    | 12             | 13    | 14             |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------|-----------|---|---------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
|                                                       | Микросферы АСПМ                                           | т        | 12608,16  | 0 | 0             | 0     | 0             | 54    | 680840,42      | 0     | 0              | 0     | 0              |
| 05-01                                                 | Дизельное топливо                                         | т        | 2080,24   | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 297,3 | 618455,26      | 42,8  | 89034,27       |
| 05-01                                                 | Эмульгатор                                                | т        | 14184,18  | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 14,6  | 207088,95      | 1,5   | 21276,27       |
| 05-01                                                 | Эназол                                                    | т        | 20173,05  | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 7     | 141211,34      | 1,5   | 30259,58       |
| 05-01                                                 | Натрий хлористый                                          | т        | 630,41    | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 7     | 4412,85        | 0     | 0              |
| <i>Долота:</i>                                        |                                                           |          |           |   |               |       |               |       |                |       |                |       |                |
| Пр.19-03                                              | III 490 С-ЦВ                                              | шт       | 9109,37   | 0 | 0             | 1     | 9109,37       | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              |
| Пр. 19-03                                             | 393,7 СЗ-ЦГВYR357                                         | шт       | 15980,76  | 0 | 0             | 0     | 0             | 4     | 63923,03       | 0     | 0              | 0     | 0              |
| Пр. 19-03                                             | 295,3 SKH 517G                                            | шт       | 454699,52 | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 2     | 1818798        | 0     | 0              |
| Пр. 19-03                                             | 295,3 SKH 547G                                            | шт       | 15760,2   | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 3     | 204882,53      | 0     | 0              |
| Пр. 19-03                                             | 295,3 СЗ-ГНУR23                                           | шт       | 7564,89   | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 1     | 7564,89        | 0     | 0              |
| Пр. 19-03                                             | 215,9 НР-62                                               | шт       | 2332,61   | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 0     | 0              | 1     | 2332,61        |
| Пр. 19-03                                             | 215,9 НJTG547GL                                           | шт       | 5988,87   | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 0     | 0              | 2     | 11977,74       |
| расчёт                                                | БИТ-212,7/80B913                                          | дол<br>б | 21150,21  | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 0     | 0              | 1     | 21150,21       |
| Пр. 19-03                                             | 152,4 МЗ-ГНУ R472                                         | шт       | 2174,88   | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 0     | 0              | 2     | 4349,76        |
| расчёт                                                | БИТ-151/80 B913                                           | дол<br>б | 21150,21  | 0 | 0             | 0     | 0             | 0     | 0              | 0     | 0              | 2     | 42300,42       |
| 49-2747                                               | Опрессовка бурильных труб                                 | м        | 7,69      | 0 | 0             | 50    | 384,5         | 500   | 2922,2         | 2390  | 16918          | 4000  | 19994          |
| 49-4348                                               | Транспортировка бентонита и хим. реагентов на 60 км       | т        | 368,75    | 0 | 0             | 5,98  | 2205,13       | 71,06 | 26203,38       | 334,6 | 123383,75      | 45,8  | 16888,75       |
| 49-4348                                               | Транспортировка материалов для аварийного запаса на 55 км | т        | 352,85    | 0 | 0             | 40,2  | 14184,5       | 0     | 0              | 0     | 0              | 0     | 0              |
| 49-4354                                               | Транспортировка долот на 60км                             | т        | 408,52    | 0 | 0             | 0,475 | 194,05        | 0,776 | 317,01         | 3,852 | 1573,62        | 5,198 | 2123,49        |
| <b>Итого затрат зависящих от объёма:<br/>4753244</b>  |                                                           |          |           |   |               |       | <b>41329</b>  |       | <b>987047</b>  |       | <b>3351209</b> |       | <b>373659</b>  |
| <b>Всего по расчёту на бурение скважины: 11332522</b> |                                                           |          |           |   | <b>182548</b> |       | <b>274750</b> |       | <b>1494925</b> |       | <b>6383343</b> |       | <b>2996956</b> |



### Интервальная шкала стоимости 1 м бурения

Таблица 4.7 – Интервальная шкала стоимости 1 м бурения скважины № 237

| № п/п                    | Интервалы бурения | Проходка в интервале бурения | Затраты времени, сут |                | Затраты на бурения, руб |                      |                 | Стоимость 1 суток, руб |                      |                 | Стоимость 1 м бурения, руб |                      |                 |
|--------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|
|                          |                   |                              | Всего                | На 1 м бурения | Всего                   | В т.ч, зависящие от: |                 | Всего                  | В т.ч, зависящие от: |                 | Всего                      | В т.ч, зависящие от: |                 |
|                          |                   |                              |                      |                |                         | Времени и            | Объема проходки |                        | Времени и            | Объема проходки |                            | Времени              | Объема проходки |
| Направление              |                   |                              |                      |                |                         |                      |                 |                        |                      |                 |                            |                      |                 |
| 1                        | 0 – 50            | 50                           | 4,1                  | 0,08200        | 274750                  | 233421               | 41329           | 67017                  | 56943                | 10074           | 5495                       | 1666                 | 3829            |
| Кондуктор                |                   |                              |                      |                |                         |                      |                 |                        |                      |                 |                            |                      |                 |
| 2                        | 50 – 500          | 450                          | 8,4                  | 0,02545        | 1494925                 | 507878               | 987047          | 177962                 | 60469                | 117493          | 4530                       | 1538                 | 2992            |
| Техническая колонна      |                   |                              |                      |                |                         |                      |                 |                        |                      |                 |                            |                      |                 |
|                          | 500 – 1000        | 500                          | 14,96                | 0,02992        | 2103409                 | 999135               | 1104274         | 140609                 | 66779                | 73830           | 4207                       | 1988                 | 2219            |
|                          | 1000 – 1500       | 500                          | 11,16                | 0,02232        | 1569127                 | 745355               | 823772          | 140609                 | 66779                | 73830           | 3138                       | 1485                 | 1653            |
|                          | 1500 – 2000       | 500                          | 7,88                 | 0,01576        | 1107959                 | 526277               | 581682          | 140609                 | 66779                | 73830           | 2216                       | 1060                 | 1156            |
|                          | 2000 – 2390       | 390                          | 7,84                 | 0,03920        | 1102313                 | 523599               | 578714          | 140609                 | 66779                | 73830           | 5512                       | 2624                 | 2888            |
| Эксплуатационная колонна |                   |                              |                      |                |                         |                      |                 |                        |                      |                 |                            |                      |                 |
|                          | 2390-2500         | 110                          | 14,96                | 0,02992        | 2103409                 | 999135               | 1104274         | 140609                 | 66779                | 73830           | 4207                       | 1988                 | 2219            |
|                          | 2500-3000         | 500                          | 11,16                | 0,02232        | 1569127                 | 745355               | 823772          | 140609                 | 66779                | 73830           | 3138                       | 1485                 | 1653            |
|                          | 3000-3210         | 210                          | 7,84                 | 0,03920        | 1102313                 | 523599               | 578714          | 140609                 | 66779                | 73830           | 5512                       | 2624                 | 2888            |
| Хвостовик                |                   |                              |                      |                |                         |                      |                 |                        |                      |                 |                            |                      |                 |
|                          | 3210-3500         | 290                          | 14,96                | 0,02992        | 2103409                 | 999135               | 1104274         | 140609                 | 66779                | 73830           | 4207                       | 1988                 | 2219            |
|                          | 3500-4000         | 500                          | 11,16                | 0,02232        | 1569127                 | 745355               | 823772          | 140609                 | 66779                | 73830           | 3138                       | 1485                 | 1653            |
| Всего:                   |                   | 4000                         | 200                  | 0,03838        | 11149973                | 6396729              | 4753244         | 111713                 | 64101                | 47612           | 4289                       | 2465                 | 1824            |

### 4.3.2 Сметный расчет на крепление скважины № 237 Куюмбинского лицензионного участка

Таблица 4.8 – Сметный расчет на крепление скважины

| Шифр расценок по 49 СНИР                          | Наименование работ и затрат                           | Единицы измерения | Стоимость единицы, руб | Крепление    |               |             |               |                        |               |                                        |               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|
|                                                   |                                                       |                   |                        | Направлением |               | Кондуктором |               | Промежуточной колонной |               | Эксплуатационной колонной и хвостовика |               |
|                                                   |                                                       |                   |                        | Кол-во       | Сумма         | Кол-во      | Сумма         | Кол-во                 | Сумма         | Кол-во                                 | Сумма         |
| 1                                                 | 2                                                     | 3                 | 4                      | 5            | 6             | 7           | 8             | 9                      | 10            | 11                                     | 12            |
| <b>Затраты зависящие от времени:</b>              |                                                       |                   |                        |              |               |             |               |                        |               |                                        |               |
| 49-2019                                           | Оплата труда буровой бригады                          | сут               | 3458,76                | 1.3          | 12105,66      | 2.7         | 30437,09      | 4.2                    | 32512,34      | 12.2                                   | 21790,19      |
| 49-2049                                           | Содержание слесаря и эл. монтажера                    | сут               | 498,39                 | 1.3          | 1744,36       | 2.7         | 4385,83       | 4.2                    | 4684,87       | 12.2                                   | 3139,86       |
| 2084.2085                                         | Материалы и запасные части (роторное бурение)         | сут               | 10227,29               | 1.3          | 35795,52      | 2.7         | 90000,15      | 4.2                    | 96136,53      | 12.2                                   | 64431,93      |
| P.2.1.2                                           | Амортизация                                           | сут               | 18951                  | 1.3          | 66329         | 2.7         | 166768,8      | 4.2                    | 178139,4      | 12.2                                   | 119391,3      |
| 49-2416                                           | Износ бурового инструмента                            | сут               | 673,9                  | 1.3          | 2358,6        | 2.7         | 5930,3        | 4.2                    | 6334,7        | 12.2                                   | 4245,6        |
| 49-2419                                           | Износ ловильного инструмента                          | сут               | 198,8                  | 1.3          | 695,9         | 2.7         | 1749,4        | 4.2                    | 1868,7        | 12.2                                   | 1252,4        |
| 49-2426                                           | Содержание бурового оборудования                      | сут               | 6430,5                 | 1.3          | 22506,8       | 2.7         | 56588,4       | 4.2                    | 60446,7       | 12.2                                   | 40512,2       |
| 49-2443                                           | Содержание средств диспетчеризации                    | сут               | 690,5                  | 1.3          | 2417          | 2.7         | 6076,4        | 4.2                    | 6490,7        | 12.2                                   | 4350,2        |
| 49-2448                                           | Содержание бурильных труб                             | сут               | 1971,3                 | 1.3          | 6899,5        | 2.7         | 17347,4       | 4.2                    | 18530,2       | 12.2                                   | 12419,2       |
| 49-2695                                           | Эксплуатация ДВС                                      | сут               | 6712,3                 | 1.3          | 20137         | 2.7         | 59068,2       | 4.2                    | 63095,6       | 12.2                                   | 42287,5       |
| 49-2705                                           | Эксплуатация передвижной эл. станции                  | сут               | 1742,8                 | 1.3          | 6100          | 2.7         | 15336,7       | 4.2                    | 16382,3       | 12.2                                   | 10980         |
| 49-2753                                           | Содержание полевой лаборатории                        | сут               | 187,4                  | 1.3          | 656           | 2.7         | 1649,1        | 4.2                    | 1761,6        | 12.2                                   | 1180,6        |
| 49-4371                                           | Спецтранспорт                                         | сут               | 940,6                  | 1.3          | 3292          | 2.7         | 8277,3        | 4.2                    | 8841,6        | 12.2                                   | 5925,8        |
| 49-4433                                           | Эксплуатация трактора                                 | час               | 127,8                  | 42           | 5366,7        | 105,6       | 13495,7       | 112,8                  | 14415,8       | 75,6                                   | 9961,7        |
| 49-4354                                           | Транспортировка материалов и запасных частей на 60 км | т                 | 408,5                  | 0,81         | 330,9         | 2,02        | 825,2         | 2,16                   | 882,4         | 1,45                                   | 592,3         |
| 49-4356                                           | Транспортировка ГСМ на 60 км                          | т                 | 351                    | 10,19        | 3576,6        | 25,61       | 339,08        | 27,35                  | 9600          | 18,33                                  | 6433,8        |
| <b>Итого затрат зависящих от времени: 1546700</b> |                                                       |                   |                        |              | <b>193338</b> |             | <b>486087</b> |                        | <b>519252</b> |                                        | <b>348023</b> |
| <b>Затраты зависящие от объёма:</b>               |                                                       |                   |                        |              |               |             |               |                        |               |                                        |               |
| <i>Долота:</i>                                    |                                                       |                   |                        |              |               |             |               |                        |               |                                        |               |
| Пр.19-03                                          | Ш 490 С-ЦВ                                            | шт                | 9109,4                 | 1            | 9109,4        | 0           | 0             | 0                      | 0             | 0                                      | 0             |
| Пр. 19-03                                         | 393,7 СЗ-ЦГВYR357                                     | шт                | 10086,5                | 0            | 0             | 1           | 10086,5       | 0                      | 0             | 0                                      | 0             |
| Пр. 19-03                                         | 295,3 SKH 517G                                        | шт                | 11126,8                | 0            | 0             | 0           | 0             | 3                      | 33380         | 0                                      | 0             |
| Пр. 19-03                                         | 295,3 SKH 547G                                        | шт                | 7564,9                 | 0            | 0             | 0           | 0             | 1                      | 7564,9        | 0                                      | 0             |

|                            |                                        |               |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------------------------|----------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Продолжение таблицы 4.8    |                                        |               |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| Пр. 19-03                  | 295,3 СЗ-ГНУР23                        | шт            | 2174,9   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1         | 2174,9    |
| <b>1</b>                   | <b>2</b>                               | <b>3</b>      | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| <i>Прочие:</i>             |                                        |               |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 24-18-57                   | Башмак БК-324                          | шт            | 3098,5   | 1        | 3098,5   | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Обр. клапан ЦКОД-324                   | шт            | 4255,4   | 1        | 4255,4   | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Башмак БК-245                          | шт            | 2564,8   | 0        | 0        | 1        | 2564,8   | 0        | 0         | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Обр. клапан ЦКОД-245                   | шт            | 3466,4   | 0        | 0        | 1        | 3466,4   | 0        | 0         | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Центратор пруж. ЦЦ-245/295             | шт            | 283,7    | 0        | 0        | 4        | 1134,6   | 0        | 0         | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Башмак БК-178                          | шт            | 1743,8   | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1743,8    | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Обр. клапан ЦКОД-178                   | шт            | 2049     | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 2049      | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Центратор пруж. ЦЦ-168/216             | шт            | 283,7    | 0        | 0        | 0        | 0        | 30       | 8511      | 0         | 0         |
| 24-18-57                   | Башмак БК-114                          | шт            | 693,5    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1         | 26,16     |
| 24-18-57                   | Обр. клапан ЦКОД-114                   | шт            | 1576     | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1         | 1576      |
| Пр. 01-14                  | Переводник ПО 168Кх140К                | м             | 360,5    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 10        | 3605      |
| <i>Трубы обсадные:</i>     |                                        |               |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| Пр. 01-14                  | 323,9х11Д                              | м             | 656,7    | 50       | 32832,6  | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         |
|                            | 244,5х10Д                              | м             | 598,3    | 0        | 0        | 100      | 59830    | 0        | 0         | 0         | 0         |
|                            | 244,5х8,9Д                             | м             | 566,8    | 0        | 0        | 360      | 15870    | 0        | 0         | 0         | 0         |
|                            | 177,8х10,4Д                            | м             | 430,5    | 0        | 0        | 0        | 0        | 200      | 4305      | 0         | 0         |
|                            | 177,8х9,2Д                             | м             | 406,6    | 0        | 0        | 0        | 0        | 1950     | 801127    | 0         | 0         |
|                            | 177,8х11,5К                            | м             | 452,3    | 0        | 0        | 0        | 0        | 30       | 13567,8   | 0         | 0         |
|                            | 114х9,2Д                               | м             | 278,1    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 370       | 139045    |
| Пр. 05-01                  | Смазка                                 | 10 м          | 126,1    | 1,1      | 138,7    | 5,7      | 718,8    | 16,28    | 2052,9    | 2,5       | 315,3     |
| <i>Цементажные работы:</i> |                                        |               |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 06-01                      | Цемент ПЦТ1-50                         | т             | 832,1    | 4,64     | 3861,2   | 12,32    | 10251,5  | 17,34    | 14426,6   | 3,59      | 2987,2    |
| 05-01                      | Хлористый кальций                      | т             | 1576     | 0,14     | 220,6    | 0,53     | 835,3    | 0,81     | 1276,6    | 0,12      | 189,1     |
| 24-19-57                   | Асбест                                 | т             | 630,4    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0,038     | 24        |
| 05-01                      | ТБФ                                    | т             | 69407,9  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,015    | 1041,1    | 0,0013    | 902,3     |
| 05-01                      | ПВС                                    | т             | 20488    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,036    | 737,6     | 0,032     | 655,6     |
|                            | Микросферы АСПМ                        | т             | 12608    | 0        | 0        | 2,39     | 30,133,5 | 4,24     | 53457,9   | 0         | 0         |
| 49-2745                    | Затворение цемента                     | т             | 147,7    | 7,29     | 1075     | 21,89    | 3233     | 31,8     | 4696,9    | 5,72      | 844,8     |
| 49-2750                    | Пробег 2-х СМН-20                      | км            | 22,8     | 55       | 1254     | 110      | 2508     | 110      | 2508      | 55        | 1254      |
| 49-2736                    | Работа ЦА-320М                         | Агр/<br>опер. | 3535,4   | 1        | 3535,4   | 3        | 10606    | 3        | 10606     | 2         | 7070,8    |
| 49-2750                    | Пробег ЦА-320М                         | км            | 22,8     | 55       | 1254     | 165      | 3762     | 165      | 3762      | 110       | 2508      |
| 49-2738                    | Осреднительная ёмкость                 | Агр/<br>опер. | 2996     | 0        | 0        | 1        | 2996     | 1        | 2996      | 1         | 2996      |
| 49-2750                    | транспортировка осреднительной ёмкости | км            | 22,8     | 0        | 0        | 55       | 1254     | 55       | 1254      | 55        | 1254      |

Продолжение таблицы 4.8

| 1                                                      | 2                                               | 3          | 4     | 5      | 6             | 7     | 8             | 9     | 10             | 11    | 12            |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-------|--------|---------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|---------------|
| 49-2746                                                | Опрессовка обсадных труб, ОК, ПВО и цем. кольца | Агр/ опер. | 2121  | 1      | 2121          | 4     | 8484          | 4     | 8484           | 3     | 6363          |
| 49-4354                                                | Транспорт. Долот на 60 км                       | т          | 408,5 | 0,145  | 59,2          | 0,089 | 36,4          | 0,554 | 226,3          | 0,022 | 9             |
| 49-4354                                                | Транспорт. Башмаков и обр. клапанов на 60 км    | т          | 408,5 | 0,177  | 78,3          | 0,17  | 69            | 0,375 | 153,2          | 0,029 | 11,8          |
| 49-4352                                                | Транспорт. Труб обсадных на 60 км               | т          | 300,4 | 4,88   | 1465,7        | 23,52 | 7065,4        | 97,79 | 29376,1        | 14,69 | 4412,9        |
| 49-4354                                                | Транспорт. Хим. реагентов на 60 км              | т          | 368,8 | 4,78   | 1762,6        | 15,24 | 5620,5        | 22,44 | 8275,9         | 3,78  | 1394          |
| 49-4356                                                | Транспорт. Смазки на 60 км                      | т          | 403,5 | 0,0055 | 2,2           | 0,28  | 113           | 2,42  | 976,5          | 0,1   | 40,3          |
| <b>Итого затрат зависящих от объёма: 1701332</b>       |                                                 |            |       |        | <b>66593</b>  |       | <b>327505</b> |       | <b>1122778</b> |       | <b>184456</b> |
| <b>Всего по расчёту на крепление скважины: 3248032</b> |                                                 |            |       |        | <b>259931</b> |       | <b>813592</b> |       | <b>1642030</b> |       | <b>532479</b> |

### 4.3.3 Расчет плановых накоплений по ООО «Байкитская НГРЭ» отнесенных на расходы по скважине № 237

Таблица 4.9 – Норматив плановых накоплений

| №<br>п/п                            | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Расходы<br>всего, руб | В % к<br>основны<br>м<br>расходам |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>1. Налоги и отчисления</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                   |
| 1.1                                 | Налог на прибыль                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1260076               | 21,63                             |
| 1.2                                 | Налог на имущество                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 802767                | 13,78                             |
| 1.3                                 | Транспортный налог                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 53013                 | 0,91                              |
| <b>2. Производственное развитие</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                   |
| 2.1                                 | Затраты капитального характера по улучшению качества продукции, совершенствование технологии и организации производства                                                                                                                                                                                                                                                      | 322155                | 5,53                              |
| 2.2                                 | Затраты на осуществление мероприятий по кооперированию специализации экономии материальных ресурсов, созданию новых видов сырья и материалов                                                                                                                                                                                                                                 | 442162,6              | 7,59                              |
| 2.3                                 | Затраты на на финансирование строительства новых объектов, расширение, техническое перевооружение, реконструкцию действующего производства, приобретение оборудования и других средств производства                                                                                                                                                                          | 1795448               | 30,82                             |
| 2.4                                 | Затраты капитального характера на осуществление природоохранных мероприятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 55926                 | 0,96                              |
| 2.5                                 | Платежи за превышение предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в природную среду                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 43109                 | 0,74                              |
| 2.6                                 | Затраты, связанные с ревизией финансово-хозяйственной и коммерческой деятельности предприятия, проводимой по инициативе собственника предприятия                                                                                                                                                                                                                             | 60004                 | 1,03                              |
| 2.7                                 | Расходы представительские и расходы по проведению заседаний совета предприятия и ревизионной комиссии предприятия сверх предельных размеров сумм, относимых на себестоимость продукции (работ, услуг)                                                                                                                                                                        | 66412                 | 1,14                              |
| <b>3. Социальные выплаты</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                   |
| 3.1                                 | Расходы связанные с выплатой единовременных поощрений отдельным работникам за выполнение особо важных производственных заданий, оплатой дополнительных (сверх установленных законом) отпусков, оказание материальной помощи, единовременных пособий уходящих на пенсию ветеранам труда                                                                                       | 370508                | 6,36                              |
| 3.2                                 | Отчисления в негосударственные пенсионные фонды, на добровольное мед. страхование и другие виды страхования                                                                                                                                                                                                                                                                  | 43109                 | 0,74                              |
| 3.3                                 | Расходы, связанные с оплатой жилья, уменьшения по решению трудового коллектива продолжительности рабочего времени для отдельных работников, перерывов в работе кормящих матерей, времени по выполнению государственных обязанностей, материальным поощрением работников организаций обслуживающих трудовой коллектив с другими выплатами                                     | 45441                 | 0,78                              |
| 3.4                                 | Расходы по оплате в соответствии с действующим законодательством предприятиями расположенных в районах Крайнего севера и приравненных к ним местностях, стоимости проезда двух членов семьи работника к месту использования отпуска и обратно.                                                                                                                               | 159621,1              | 2,74                              |
| 3.5                                 | Затраты по проведению оздоровительных мероприятий и организации отдыха трудящихся в том числе приобретение медикаментов для лечебно-профилактических учреждений, находящихся на балансе предприятия, путевок на отдых и лечение, на экскурсии и путешествия по местным маршрутам выходного дня, а так же по проведению культурно-просветительных и физкультурных мероприятий | 26216                 | 0,45                              |
| 3.6                                 | Расходы предприятия на приобретение для работников предприятия жилых домов и др. имущества.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 279046                | 4,79                              |
|                                     | <b>Всего плановых накоплений:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>5825593,7</b>      | <b>100</b>                        |

#### 4.3.4 Норма накладных расходов по скважине № 237

Таблица 4.10 – Норма накладных расходов

| № п/п                                                | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                             | Сумма, руб       | В % к основным расходам |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| <b>1. Административно-хозяйственные расходы</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                         |
| 1.1                                                  | Основная и дополнительная зарплата работников аппарата управления и инженерно-технического персонала основного производства предприятия                                                                                                                                                  | 3134740          | 40,92                   |
| 1.2                                                  | Отчисления на социальные нужды от расходов на оплату труда работников                                                                                                                                                                                                                    | 1150631          | 15,02                   |
| 1.3                                                  | Канцелярские, телефонные и почтово-телеграфные расходы                                                                                                                                                                                                                                   | 25280            | 0,33                    |
| 1.4                                                  | Расходы на содержание зданий (помещений) занимаемых аппаратом управления, расходы на текущий ремонт этих зданий, а также инвентаря управленческого назначения числящегося в основных средствах                                                                                           | 304894           | 3,98                    |
| 1.5                                                  | Расходы на служебные командировки всех работников аппарата управления и инженерно-технического персонала основного производства                                                                                                                                                          | 261994           | 3,42                    |
| 1.6                                                  | Расходы на содержание служебного легкового автотранспорта                                                                                                                                                                                                                                | 309490,5         | 4,04                    |
| 1.7                                                  | Расходы на содержание счётно-вычислительной техники для аппарата управления, которая числится на балансе предприятия, а также расходы на оплату соответствующих работ выполняемых для аппарата управления по договорам со станциями и бюро, не состоящими на балансе буровой организации | 37537,2          | 0,49                    |
| 1.8                                                  | Расходы связи                                                                                                                                                                                                                                                                            | 509434           | 6,66                    |
| <b>Итого по 1 разделу</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>5734000</b>   | <b>74,86</b>            |
| <b>2. Расходы по обслуживанию работников</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                         |
| 2.1                                                  | Дополнительная заработная плата рабочих основного производства и буровых мастеров, мастеров по испытанию, прорабов ВСБ                                                                                                                                                                   | 587572           | 7,67                    |
| 2.2                                                  | Содержание котлопунктов                                                                                                                                                                                                                                                                  | 131763           | 1,72                    |
| 2.3                                                  | Расходы по обеспечению санитарно-гигиенических и культурно-бытовых условий                                                                                                                                                                                                               | 6895             | 0,09                    |
| 2.4                                                  | Расходы по охране труда и технике безопасности                                                                                                                                                                                                                                           | 36771,1          | 0,48                    |
| 2.5                                                  | Приобретение литературы                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3830             | 0,05                    |
| 2.6                                                  | Содержание производственных зданий и оборудования                                                                                                                                                                                                                                        | 769896           | 10,05                   |
| <b>Итого по 2 разделу</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1536727,1</b> | <b>20,06</b>            |
| <b>3. Расходы по обслуживанию производства работ</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                         |
| 3.1                                                  | Затраты, связанные с подготовкой и переподготовкой кадров                                                                                                                                                                                                                                | 34473            | 0,45                    |
| <b>Итого по 3 разделу</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>34473</b>     | <b>0,45</b>             |
| <b>4. Прочие нормируемые расходы</b>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                         |
| 4.1                                                  | Износ по нематериальным активам                                                                                                                                                                                                                                                          | 2298             | 0,03                    |
| 4.2                                                  | Оплата услуг банка по выдаче заработной платы работникам предприятия через учреждения банка                                                                                                                                                                                              | 97290            | 1,27                    |
| 4.3                                                  | Оплата стоимости проезда к месту отдыха и обратно работникам предприятия, расположенных в районах крайнего севера и приравненных к ним местностям                                                                                                                                        | 30643            | 0,4                     |
| 4.4                                                  | Выплата разницы в окладах работникам, трудоустроенным из других предприятий и организаций с сохранением в течение определенного срока размеров должностного оклада по предыдущему месту работы, а так же при временном замещительстве                                                    | 130998           | 1,71                    |
| 4.5                                                  | Содержание сторожевой охраны                                                                                                                                                                                                                                                             | 94226            | 1,23                    |
| <b>Итого по 4 разделу</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>355455</b>    | <b>4,64</b>             |
| <b>Всего накладных расходов:</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>7660655,8</b> | <b>100</b>              |

### 4.3.5 Техничко-экономические показатели

Таблица 4.11 – Техничко-экономические показатели

| Наименование показателей                             | Ед. изм.     | %   | В денежном выражении |
|------------------------------------------------------|--------------|-----|----------------------|
| Объём работ в денежном выражении (с НДС)             | руб          |     | 80213444             |
| Объём работ в натуральном выражении                  | м            |     | 2450                 |
| Общая стоимость 1 метра                              | руб          |     | 32740                |
| Время на строительство скважины                      | ст/мес       |     | 11                   |
| Коммерческая скорость бурения                        | м/ст.<br>мес |     | 610                  |
| Численность персонала                                | чел          |     | 112                  |
| Выработка в денежном выражении на одного работающего | руб          |     | 716191               |
| <b>Отчисления</b>                                    |              |     |                      |
| А) НДС                                               | руб          | 18  | 14438419             |
| Б) отчисления от фонда заработной платы              |              |     |                      |
| - пенсионный фонд                                    | руб          | 28  | 4042757              |
| - фонд социального страхования                       | руб          | 4   | 577537               |
| - фонд страхования от несчастных случаев             | руб          | 1,1 | 158823               |
| - фонд медицинского страхования                      | руб          | 3,6 | 519783               |
| В) от выполненных работ:                             |              |     |                      |
| - на имущество                                       | руб          |     | 707433               |
| - на прибыль                                         | руб          |     | 1110433              |
| - транспортный налог                                 | руб          |     | 46717                |
| Всего отчислений                                     |              |     | 21601902             |
| Себестоимость работ                                  | руб          |     | 58611542             |
| Прибыль (с учётом фактических затрат 65%)            | руб          |     | 20514039             |
| В том числе:                                         |              |     |                      |
| - Фонд развития производства                         | руб          | 20  | 4102808              |
| - Фонд материального поощрения                       | руб          | 80  | 16411231             |

## **5 Мероприятия по предупреждению и ликвидации критических поглощений при бурении скважин**

### **5.1 Понятие поглощения**

Во время бурения на площадях Куюмбинского участка самым основным видом осложнений является поглощение бурового раствора.

Под потерей циркуляции или поглощением бурового раствора понимают полный или частичный уход бурового раствора в пласт, вследствие избыточного гидростатического давления и снижения давления в затрубном пространстве. Потеря циркуляции характеризуется уменьшением скорости возврата бурового раствора из скважины по сравнению со скоростью его закачивания в скважину (выходной расход  $<$  входного расхода). Это приводит к уменьшению объема бурового раствора в резервуаре. Потеря циркуляции может быть выявлена датчиком контроля расхода при возврате бурового раствора или индикаторами объема в резервуаре для бурового раствора. Большая скорость поглощения бурового раствора может оказывать существенное неблагоприятное воздействие на буровые работы. Если затрубное пространство скважины не будет оставаться заполненным даже при прекращении циркуляции бурового раствора, гидростатическое давление будет уменьшаться до тех пор, пока перепад давлений между столбом бурового раствора в скважине и зоной поглощения бурового раствора не будет равен нулю. Это может привести к тому, что в ствол скважины начнет поступать пластовый флюид из других зон, ранее удерживавшийся гидростатическим давлением бурового раствора, что может вызвать выброс, неконтролируемое фонтанирование или подземный выброс. Также это может привести к обрушению в ствол скважины ранее устойчивого пласта.

Опыт проводки скважин показывает, что в большинстве случаев поглощения легче предупредить, чем ликвидировать. Поэтому вопросу предупреждения поглощений бурового раствора уделяется особое внимание.



## 5.2 Предупреждение поглощений

При бурении интервала под эксплуатационную колонну:

выдерживать скорости движения инструмента во время СПО (не более 0,4 м/сек), наращиваний и проработок с целью снижения вероятности гидроразрыва пластов со слабыми прочностными характеристиками;

ограничить скорость проходки (высокая скорость проходки приводит к перегрузке раствора в кольцевом пространстве шламом, что в свою очередь приводит к чрезмерному увеличению эквивалентной плотности раствора, и, как следствие, к поглощению, особенно в случае низкой эффективности очистного оборудования);

обеспечить ступенчатый пуск насосов. Пуск насосов начинать с минимальной производительности - 8 л/сек. Постепенно увеличивая производительность насоса до необходимой (28-32 л/сек), с постоянным контролем за стабилизацией давления и выходом циркуляции;

обеспечить качественную очистку раствора очистным оборудованием, чтобы не допустить увеличение концентрации выбуренной породы выше 8% об.

В случае наличия поглощения принимаются меры по его ликвидации.

Если поглощение не ликвидировано, следует установить цементный мост в зоне поглощения.

Порядок установки цементного моста.

1. Если позволяет ситуация, полностью разбурить зону поглощения без выхода циркуляции. Промыть с закачкой ВУР.

2. Для приготовления цементного раствора использовать 5-15 т цемента в зависимости от интенсивности поглощения и необходимого объема.

3. Спустить воронку, закачать и продавить цемент.

4. При подъеме инструмента, долив скважины производить через каждые 10 свечей. Объем доливаемого раствора должен быть равен объему поднятых труб (небольше).

Если установка цементного моста не привела к ликвидации, установку следует повторить. При повторной установке для затворения цемента использовать глинистый раствор. Приготовление: воду, предназначенную для затворения цемента обработать 30 кг/м<sup>3</sup> бентонита и 1 кг/м<sup>3</sup> каустической соды. Дать бентониту распуститься. Полученный раствор использовать для затворения цемента.

Если установки мостов не дали положительного результата, и циркуляция не появилась, необходимо перевести скважину с раствора на техводу и продолжить бурение без выхода циркуляции. При этом необходимо перед каждым наращиванием делать промывку с прокачкой ВУР.

Предотвращение поглощений при цементировании эксплуатационной колонны. Наличие неустойчивых зон при бурении (по данным кавернометрии), приводят к скоплению шлама, которое негативно отражается на росте числа поглощений, в частности при спуске эксплуатационной колонны. Неустойчивость стенок скважины наиболее сильно выражена при появлении эффектов поршневания и свабирования (при выполнении СПО, в особенности когда скорости спуска инструмента превышают 0,4 м/сек). В связи с этим необходимо перед спуском эксплуатационной колонны рекомендуется предусмотреть сплошную проработку ствола в интервале покурской свиты (точное расположение уточняется для каждой скважины). В состав КНБК рекомендуется включать калибратор, с целью максимальной очистки ствола от шлама. Кроме этого, места посадок инструмента при спуске необходимо тщательно прорабатывать с промывкой не менее 2-х раз на всю длину квадрата, при необходимости вращая инструмент ротором (при пространственной интенсивности искривления не более 2 град/10 м), выравнивая давление, добиться хождения инструмента без затяжек и посадок. На последней

промывке перед цементированием колонны произвести обработку раствора с доведением реологических свойств раствора, соответствующих нижнему уровню рекомендуемых свойств согласно программе промывки скважины. В процессе бурения скважины и в процессе проработки ствола скважины также необходимо предусмотреть прокачку высоковязких пачек с целью очистки ствола от шлама. Необходимо ограничить скорость спуска инструмента в интервале неустойчивых зон до 0,4 м/сек с целью не допущения искусственных гидроразрывов пластов со слабыми прочностными характеристиками.

Помимо этого необходимо предусмотреть кольматацию поглощающих интервалов неустойчивых зон, а также других, выявленных в процессе бурения интервалов поглощения раствора. Для этого необходимо готовить и устанавливать кольматирующие пачки в поглощающих интервалах перед проведением СПО в процессе бурения скважины и непосредственно перед спуском колонны.

Кольматирующая пачка может быть приготовлена как на основе имеющегося раствора, путем его дообработки кольматантами, так и на основе водного раствора DUOVIS и POLYP AC R.

Объем пачки определятся исходя из мощности поглощающего интервала с учетом того, что для надежного перекрытия интервала необходимо 4,5 м<sup>3</sup> на каждые 100 м открытого ствола плюс «мертвый» объем емкости.

### **5.3 Ликвидация поглощения при помощи профильных перекрывателей**

Одной из технологий, широко применяемой при бурении скважин является новая технология бурения скважин, от устья забоя долотом одного выбранного размера, без установки целой серии традиционных промежуточных колонн.

Старая традиционная технология бурения предусматривала в зонах катастрофических поглощения или осыпания стенок установку промежуточных

колонн с цементированием их затрубного пространства, заставляющих применять для бурения с каждой новой промежуточной колонной долота всё меньшего и меньшего диаметра. Кроме увеличения дополнительных затрат на обсадные трубы, цементирование затрубного пространства, эксплуатацию оборудования и оплату работы персонала, эта технология не гарантировала в случае установки дополнительных промежуточных колонн, не запланированных проектом, получения конечного диаметра обсадной трубы, заложенного в этом проекте, а значит и реального запланированного дебита скважины.

Новая технология позволяет решить все эти проблемы, построить скважину одного диаметра путём установки в критических зонах поглощения и осыпания стенок скважин стальных трубных перекрывателей.

На скважине К-237 эффективным и часто используемым методом борьбы с поглощениями является закачка смеси раствора с наполнителями. Но часто встречаются такие зоны поглощения, которые практически невозможно ликвидировать традиционными методами, т.к. это требует дополнительных затрат времени и значительных средств. Компания решила эту проблему при помощи спуска профильного перекрывателя в интервалы катастрофического поглощения промывочной жидкости. Его применение позволяет упростить конструкцию скважины, снизить материальные затраты на ликвидацию осложнений, а в некоторых случаях не допустить неизбежной ликвидации скважин.

### **5.3.1 Оборудование для локального крепления скважин (ОЛКС)**

Назначение: оборудование для локального крепления скважин (ОЛКС) предназначено для перекрытия интервалов катастрофического поглощения промывочной жидкости в открытом стволе при бурении скважин. В состав

входят: профильный перекрыватель (продольно гофрированные трубы) и инструмент для его установки в скважине.

Область применения: вертикальные, наклонно-направленные и горизонтальные скважины.

Принцип работы: технология локального крепления скважин заключается в том, что обсадные трубы диаметром, большим диаметра скважины, профилируют по всей длине и уменьшают в поперечном сечении на величину, позволяющую свободно спустить их в скважину, а зону осложнения увеличивают в диаметре раздвижным расширителем до диаметра исходных (непрофилированных) обсадных труб. После спуска на бурильных трубах профильной «летучки» в скважину, за счет давления, создаваемого закачкой бурового раствора, профильные трубы выправляют до исходных размеров и плотно прижимают к стенке расширенного участка скважин (рисунок 14)

Преимущества:

- решается проблема изоляции зон с интенсивным поглощением бурового раствора;
- исключается применение промежуточных колонн и колонн- «летучек»;
- снижается энергоемкость, материалоемкость и сроки строительства скважин

Технология и оборудование локального крепления скважин обладает более 40 патентами Российской Федерации и 53 патентами зарубежных стран, в том числе США, Канады, Австралии, Китая, Индии, Норвегии, Японии, Германии, Велико-британии, Мексики, Италии, Франции и др.



Рисунок 14 - Схема работы ОЛКС

### 5.3.2 Состав ОЛКС

В состав ОЛКС входят профильные трубы и инструменты для их установки.

Основным элементом, определяющим эффективность работы ОЛКС, является профильная (продольно-гофрированная) труба. ООО «Перекрыватель» освоил производство двух форм сечения профильных труб: шестилучевой и

двухканальной. Наибольшее распространение получили двухканальные трубы, так как для их раздачи требуется создавать более низкое избыточное давление, чем для шестилучевых. Кроме того, достигается наибольшее сцепление с осадной колонной или породой, если после раздачи не производится развальцовка трубы. Шестилучевая форма сечения трубы применяется в случаях, если требуемый диаметр описанной окружности не позволяет уложить периметр трубы в двухканальную форму сечения или внутри профильной трубы необходимо поместить какое-либо оборудование. Кроме того, шестилучевая форма трубы позволяет получить более надежную герметичность соединения между профильной трубой и обсадной колонной или породой, если профильная труба не подвергается развальцовке.

Учитывая, что профильная труба должна в процессе установки превратиться в цилиндрическую, определенного диаметра, и выдержать при этом внутреннее давление не менее 17 МПа, к технологии ее изготовления предъявляются особые требования.

Известны различные способы получения продольно-гофрированных труб.

1-й способ. Профилирование производится в специальных валках трубопрокатных станов. Данный способ можно применить непосредственно при изготовлении трубы. Достоинством такого метода является высокая производительность и, как следствие, низкая себестоимость. Недостатком является сложность получения перехода профильной части в цилиндрическую. Кроме того, при малых объемах производства данный способ теряет свою эффективность.

2-й способ. Профилирование производится методом протягивания трубы через профильную фильеру. Данный способ хорошо отработан, не требует специального оборудования и технологии, но при данном способе впадины

профиля не могут входить в тело трубы глубже, чем диаметр цилиндрической части. Последнее неприемлемо для ОЛКС.

3-й способ. Позволяет получить профильную трубу пригодную для изготовления ОЛКС. Он применяется для получения металлических пластырей, изготавливаемых по технологии института «ВНИКРнефть». Сущность данного способа заключается в том, что в качестве трубной заготовки принимается стандартная труба с периметром, меньшим, чем требуемый периметр. Процесс профилирования происходит при установленной в месте формирования профиля оправке. В процессе профилирования одновременно с формированием сечения происходит увеличение периметра до необходимого размера. При этом получается высокая точность параметров профильной трубы при сравнительно простой наладке инструмента, что позволяет выполнять сварку профильных труб без предварительной калибровки сечения. Кроме того, исключается необходимость предварительной подготовки трубы необходимого диаметра. Однако при этом создаются значительные нагрузки от сложения усилий от формирования профиля, изменения длины профиля, которые передаются на оправку и создают значительные усилия трения. Поэтому при толщине стенки профилируемой трубы 5 мм и выше применять данный способ практически невозможно. Кроме того, материал трубы должен иметь низкий предел текучести, что может негативно сказаться на технических характеристиках изделия, а именно сопротивлении смятию внешним давлением.

4-й способ. Аналогичен третьему, но отличается тем, что профилирование производится без внутренней оправки. Такая технология применяется ООО «Перекрыватель» при производстве оборудования для локального крепления скважин, устройств резки боковых стволов и некоторых других изделий. Технология разработана совместно институтами «ТатНИПИнефть» и «УралНИТИ». Реализуется на оборудовании, спроектированном и изготовленном Иркутским заводом тяжелого машиностроения.



Профилирование при данном способе производится роликами, положение которых позволяет выполнять профилирование с минимальными энергетическими затратами. Это обеспечивает возможность выполнять профилирование труб с толщиной стенки до 12 мм. При этом способе перед профилированием необходимо получить трубу необходимого диаметра, отличающегося от стандартного, что достигается, в зависимости от разницы стандартного или требуемого диаметра трубы, редуцированием или раздачей. Отличительной особенностью данного способа является то, что, в процессе профилирования, получаемый профиль трубы не соответствует профилю образующих роликов. Поэтому профиль в значительной мере зависит от настройки инструмента, причем зависимость размеров от параметра настройки не линейная.

#### **5.4 Организационно-подготовительные работы и технология установки**

До начала работ по спуску ОЛКС необходимо провести комплекс геофизических работ (КС, ПС, каверномер, ГК, НГК) с целью уточнения зоны поглощения.

Необходимо исследовать скважину до одного метра зону осложнения. На основании полученных результатов выбрать интервал установки перекрывателя, учитывая, что перекрытие зоны осложнения должно быть не менее трех метров.

Перед спуском перекрывателя необходимо провести визуальный осмотр деталей, инструмента, принадлежностей. Исправления дефектов на пакерах и профильных трубах не допускается.

Для улучшения изоляции зон поглощения применяется герметизирующая паста. Пасту приготавливают следующим образом: в растопленный битум добавляют 10% автола к его весу и тщательно размешивают. При сборке перекрывателя паста заливается во впадины

профильных труб, которые находятся выше и ниже зоны осложнения. Для сборки и спуска перекрывателя необходимо применять специальные хомуты.

Технология установки перекрывателя:

Перекрыватель спустить на бурильных трубах в скважину в интервал установки, при расстопоренном крюке талевого блока и не допускать осевой нагрузки на перекрыватель не более 100кН. Цементирующим агрегатом или буровым насосом создать избыточное давление в перекрывателе 9-12 МПа. При этом перекрыватель прижимается к стенке скважины и изолирует зону осложнения.

Проверить установку перекрывателя в скважине разгрузкой или натяжением инструмента до 150-200 кН и вращая ее вправо отвернуть бур.колонну от перекрывателя. Перекрыватель развальцевать при помощи развальцовочной головки или роликового развольцевателя.

### **5.5 Инструмент для обеспечения установки пластовых перекрывателей**

Построение скважины одного диаметра путём установки в критических зонах поглощения стальных трубных перекрывателей.

Для её осуществления с помощью расширителей различных конструкций, спущенных на колонне бурильных труб в интервале несколько выше и ниже критической зоны, осуществляется расширение стенок скважины. После окончания расширки и подъема расширителя, на колонне труб в расширенный интервал спускается гофрированный профильный перекрыватель, наружный диаметр которого после гофрирования позволяет осуществить его транспортировку внутри скважины. Давлением насосов гофры перекрывателя раскрываются, а его наружный диаметр увеличивается до стенки, прижимается к ней и перекрыватель фиксируется в нише, выполненной расширителем.

Затем специальный развальцеватель спускается на той же колонне труб и заканчивает начисто расправление профиля трубного перекрывателя и обеспечивает надежное прижатие его к стенке скважины. Внутренний диаметр перекрывателя после проработки развальцевателем становится одинаковым по всей длине, а его величина позволяет свободно проходить сквозь него долоту прежнего размера, которым бурилась скважина до появления критической зоны поглощения или осыпания стенок.

В случае появления следующей критической зоны все перечисленные операции повторяются и устанавливается следующий перекрыватель. На практике его длина может составлять от 5 до 60 метров.

Расширители РРМ 216/237 (рис.15) предназначены для работы в породах от мягких до твердых только для расширки диаметра скважин при установке в полученную нишу профильного перекрывателя. Расширители РРМ оснащены 3 выдвижными режущими секциями, каждая из которых состоит из корпуса плашки, шарошки и основания. Наружная поверхность корпуса плашки и шарошки вооружены твердосплавными породоразрушающими зубками. Секции расположены равномерно, под углом  $120^\circ$  по периметру корпуса, в пазах с наклонными направляющими, по которым плашки с шарошками выдвигаются за периметр корпуса гидравлическими толкателями до максимального диаметра – рабочего состояния.

Приводом для гидравлических толкателей является буровой раствор, подаваемый насосом на поршень, встроенный в корпус расширителя.

Возврат секций в транспортное положение осуществляется усилием пружин, также установленных в корпусе расширителя, и срабатывающих после прекращения подачи давления бурового раствора. Шарошки установлены на опорах скольжения. По мере износа твердосплавного вооружения они легко заменяются на новые. Параметры и размеры расширителя РРМ 216/237 приведены в таблице 5.

Развальцеватели типа ОРШ (рис.16) предназначены для развальцовки и калибровки внутренних поверхностей профильных перекрывателей при установке их в скважине. Наружная поверхность единственной шарошки выполнена сферической. Продольно образующей профиля сферы выполнены пазы, служащие для охлаждения шарошки от перегрева во время вальцовки перекрывателя, а также ограничивают и формируют величину контактной поверхности шарошки с перекрывателем, необходимую для создания необходимой по расчету величины удельной контактной нагрузки, позволяющий обеспечить процесс развальцовки.

Для повышения износостойкости контактирующих поверхностей шарошки от износа при трении с развальцовываемой поверхностью перекрывателя, они могут наплавляться износостойким покрытием.

Опора развальцевателей одношарошечных также унифицирована с опорой одношарошечных долот и выполнена герметизированной и маслonaполненной по схеме: «подшипник скольжения - шариковый (замковый) - подшипник скольжения - упорный шариковый - концевой подшипник скольжения».

Параметры развальцевателей ОРШ приведены в таблице 5.1.



Рисунок 15 - Общий вид расширителя раздвижного многошарошечного типа РРМ 216/237

Таблица 5 - Технические характеристики раздвижных расширителей типа РРМ

| Диаметр расширителя, мм       |       |
|-------------------------------|-------|
| В транспортном положении      | 200   |
| В рабочем положении           | 237   |
| Число плашек (шарошек)        | 3(3)  |
| Присоединительная резьба:     |       |
| верхняя                       | 3-147 |
| нижняя                        | 3-117 |
| Длина корпуса расширителя, мм | 1500  |
| Масса, кг                     | 200   |



Рисунок 16 - Одношарошечные развальцеватели с герметизированной маслonaполненной опорой типа ОРШ

Таблица 5.1 - Технические характеристики одношарошечных развальцевателей типа ОРШ

| Тип раз-<br>вальцевателя | Диаметр<br>шарошки,<br>мм | Присоединительная<br>резьба | Осевая<br>нагрузка,<br>кН | Высота,<br>мм | Масса,<br>кг |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|--------------|
| ОРШ-196                  | 196                       | <u>Ниппель 3-</u>           | 300                       | 350           | 37           |
| ОРШ-208                  | 208                       | <u>117Ниппель 3-</u>        | 350                       | 350           | 40           |
| ОРШ-216                  | 216                       | <u>117Ниппель 3-117</u>     | 380                       | 350           | 45           |

## Заключение

Результатом вышеизложенного дипломного проекта на строительство поисково-оценочной скважины К-237, Куюмбинского лицензионного участка были получены следующие выводы:

- 1) Был рассчитан способ бурения с применением роторного способа при сопровождении винтовых забойных двигателей .
- 2) Была спроектирована конструкция скважины. Глубины бурения интервалов под: направление – 50 м, кондуктор – 500 м, техническая колонна – 2390, эксплуатационная колонна – 3210 м., хвостовик– 4000.
- 3) В каждом интервале бурения были обоснованы определенные типоразмеры долот.
- 4) В соответствии со всеми расчетами, был составлен геолого-технический наряд
- 5) В результате исследования, была получена компоновка бурильной колонны для наиболее опасного интервала бурения под эксплуатационную колонну.
- 6) Были разработаны мероприятия вскрытия области продуктивного пласта.
- 7) Обосновано применение специального оборудования и мер в осложненной зоне поглощений.
- 8) В соответствии с типовой схемой расчетов, исходя из параметров глубины и нагрузке на крюке, была выбрана буровая установка БУ-3Д-76, грузоподъемностью 250 т.
- 9) Были смоделированы процессы цементирования и расчеты под эксплуатационную колонну.

При строительстве скважины учитывались: нормы, стандарты, инструкции и правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Следовательно, данный проект отвечает техническим требованиям, предъявляемым к проектной документации такого типа.

### Список используемых источников

- 1) Индивидуальный рабочий проект № 139-08 на строительство поисково-оценочной скважины на Куюмбинском лицензионном участке. Том 1. Нижневартовск.: ООО «Сибтехнобурпроект», 2008.-322 с.
- 2) Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. ПБ 07-117-13. М., 2013г.
- 3) Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Никитин Б.А. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин: Справочное пособие/ Под ред.А.Г.Калинина.- М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 489 с.: ил.
- 4) Элияшевский Н.В., Сторонский М.Н., Орсуляк Я.М. Типовые задачи и расчеты в бурении. Учебное пособие для техникумов. Изд.2, перераб. и доп.- М.: Недра,1982.-296с
- 5) Ашрафьян М.О., Лебедев О.А., Саркисов Н.М. Совершенствование конструкций забоев скважин. – М.: Недра, 1987. – 156 с.
- 6) Инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин. РД 39-00147001-767-2000. Москва, 2000 г.
- 7) Инструкция по испытанию скважин на герметичность. Москва, 97 г., (АООТ ВНИИТнефть)
- 8) Инструкция по предупреждению газонефтеводопроявлений и открытых фонтанов при строительстве и ремонте скважин в нефтяной и газовой промышленности. РД 08-254-98. Москва, Госгортехнадзор России, 1998 г.
- 9) Иогансен К.В. Спутник буровика: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 303 с.: ил.
- 10) Соловьёв Е.М. Заканчивание скважин. – М.: Недра, 1979. – 303 с.
- 11) Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Заканчивание скважин. Учеб.пособие для вузов. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2000. – 670 с.



12) Способ установки профильного перекрывателя в скважине патент Рос. Федерация № 2008136364, заявление 09.09.2008, опубл. 20.01.2010 бюлл.№-3с

13) Группа компаний Система – сервис ООО «Перекрыватель» <http://www.perekryvatel.ru>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус. – Дата обращения 18.04.2016.

14) Инструкция по расчету бурильных колонн/В.М. Власов, О.Д. Даниленко, К.М. Джафаров и др. – М.: Недра, 1997. – 153 с.

15) Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению. – М.: Недра, 1985. – 191с.

16) Рязанов В.И. Направленное бурение глубоких скважин: Практическое пособие.- Томск: Изд. ТПУ, 1999.- 84 с.

17) Рязанов В.И., Дмитриев А.Ю., Пьявко М.П. Бурение горизонтальных скважин: Учебно-методическое пособие.- Томск: Изд. ТПУ, 2002.- 42 с.

18) Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов.- М: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001.- 679 с.

19) Борисов К.И., Рязанов В.И. Расчет колонн бурильных труб: Учебное пособие.- Томск: Изд. ТПУ, 2002.- 66 с.

20) Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности: М: НПО ОБТ, 2001.- 258 с.

21) Масленников И.К. Буровой инструмент: Справочник. - М.: Недра, 1989. - 430с.

22) Лукьянов В.Т., Вевода Р.Б. Заканчивание скважин:- М: «Недра», 1987.-205 с.

23) Редутинский Л.С. Расчет параметров цементирования обсадных колонн:- Томск: Изд. ТПУ, 1997.- 47 с.

- 24) Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учебное пособие для вузов.- М: «Недра», 1999.- 424 с.
- 25) Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности.- М: «Недра», 1997. – 483 с.: ил.
- 26) Евсеев В.Д. Разрушение горных пород при бурении нефтяных и газовых скважин: Учебное пособие.- Томск: Изд. ТПУ, 2002.- 95 с.
- 27) Ширков А.И. Охрана труда в геологии.- М: «Недра», 1990.- 235 с.
- 28) Охрана окружающей среды.- Под ред. Брылова С.А.- М: «Высшая школа», 1985.- 272 с.
- 29) Чубик П.С. Практикум по тампонажным материалам.- Томск: Изд. ТПУ, 1999.- 82 с.
- 30) Чубик П.С. Квалиметрия буровых промывочных жидкостей.- Томск: Изд. НТЛ, 1999.- 300 с.
- 31) Рябченко В.И. Управление свойствами буровых растворов.- М: «Недра», 1990.- 230 с.
- 32) Организация, планирование и управление предприятиями нефтяной и газовой промышленности: Учебник.- М: «Недра», 1986.- 511 с.
- 33) Трубы нефтяного сортамента / Под науч. ред. В.И. Вяхирева, В.Я. Кершембаума.- М: «Наука и техника»,- 1997.- 344 с.
- 34) Шаповалов А.Г. Проектирование и финансирование строительства нефтяных и газовых скважин. – М: «Недра», 1991.- 222 с.