

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

**Направление подготовки** (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

**Профиль** «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

**Отделение нефтегазового дела**

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы   |
|---|
| <b>Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом</b> |

УДК 622.691.5.05 (210.5)-049.7

**Студент:**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата       |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 3-2Б7А | Пригодский Дмитрий Игоревич |         | 06.06.2022 |

**Руководитель:**

| Должность  | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|------------|---------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОНД | Чухарева Н.В. | к.х.н., доцент         |         | 06.06.2022 |

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность      | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|----------------|--------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор ОСГН | Гасанов М.А. | д.э.н.                 |         | 06.06.2022 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность             | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Мезенцева И.Л. | -                      |         | 06.06.2022 |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|------------------|--------------|------------------------|---------|------------|
| ОНД ИШПР         | Брускин О.В. | к.п.н.                 |         | 06.06.2022 |

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров  
по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки «Эксплуатация и  
обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

| <b>Код</b> | <b>Результат освоения ООП</b>  | <b>Требования ФГОС ВО, СУОС,<br/>критериев АИОР, и/или<br/>заинтересованных сторон</b>  |
|------------|--|---|
| P1         | Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности                 | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-1, УК(У)-2, УК(У)-3, УК(У)-6, УК(У)-7, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>   |
| P2         | Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности   | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-4, УК(У)-5, УК(У)-8, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>   |
| P3         | Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов  | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>  |
| P4         | Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>   |
| P5         | Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела                                 | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК(У)-23, ПК(У)-24)</i>  |
| P6         | Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела  | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-2, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>   |
| P7         | Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН   | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ОПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>   |
| P8         | Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН.   | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>   |
| P9         | Владеть методами и средствами для выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС.   | <i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.055 "Специалист по эксплуатации нефтепродуктопрекачивающей станции магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов".</i> |

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

**Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)**

**Направление подготовки** (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

**Профиль** «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

**Уровень образования** бакалавриат

**Отделение нефтегазового дела**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП ОНД ИШПР

\_\_\_\_\_ 28.02.2022 Брусник О.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

**В форме:**

бакалаврской работы

**Студенту:**

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 3-2Б7А | Пригодский Дмитрий Игоревич |

**Тема работы:**

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |                            |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)  | № 39-43/с от 08.02.2022 г. |

|  |               |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 06.06.2022 г. |
|--|---------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

| Исходные данные к работе   |  |
|--|--|
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | <ol style="list-style-type: none"><li>Теоретические основы эксплуатации сетей газораспределения.</li><li>Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газоснабжения в прибрежных районах с морским климатом.</li><li>Охранная зона газопровода среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом.</li><li>Расчетно-технологическая часть по определению прочностных параметров газопроводов среднего и низкого давлений.</li></ol> |

|  |  |
|--|--|
|  | 5. Социальная ответственность.<br>6. Финансовый менеджмент.  |
| Перечень графического материала  | 1. Технологические схемы системы газораспределения и газоснабжения газопроводов среднего и низкого давлений. |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>                        |  |
| Раздел   | Консультант  |
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»                        | Гасанов М.А., д.э.н, профессор ОГСН, ШБИП  |
| «Социальная ответственность»   | Мезенцева И.Л., старший преподаватель ООД, ШБИП  |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат |  |

|  |               |
|--|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 28.02.2022 г. |
|--|---------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность  | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|------------|---------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент ОНД | Чухарева Н.В. | к.х.н., доцент         |         | 28.02.2022 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО              | Подпись | Дата          |
|--------|------------------|---------|---------------|
| 3-2Б7А | Пригодский Д. И. |         | 28.02.2022 г. |

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

**Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)**

**Направление подготовки** (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

**Профиль** «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

**Уровень образования** бакалавриат

**Отделение нефтегазового дела**

**Период выполнения** осенний / весенний семестр 2021/2022 учебного года

**Форма представления работы:**

|                     |
|---------------------|
| бакалаврская работа |
|---------------------|

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

|  |               |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 06.06.2022 г. |
|--|---------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)   | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 28.02.2022    | <i>Введение</i>   | 5                                  |
| 06.03.2022    | <i>Обзор литературы</i>   | 20                                 |
| 18.03.2022    | <i>Характеристика объекта исследования</i>  | 5                                  |
| 24.03.2022    | <i>Теоретические основы технологических расчетов на прочность</i>   | 15                                 |
| 29.04.2022    | <i>Особенности эксплуатации систем газораспределения и газоснабжения сетей среднего и низкого давлений в прибрежных районах с морским климатом.</i> | 20                                 |
| 14.05.2022    | <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>  | 10                                 |
| 31.05.2022    | <i>Социальная ответственность</i>   | 10                                 |
| 04.06.2022    | <i>Заключение</i>   | 5                                  |
| 06.06.2022    | <i>Презентация</i>  | 10                                 |
|               | <i>Итого</i>  | 100                                |

**Составил преподаватель:**

| Должность  | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|------------|---------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент ОНД | Чухарева Н.В. | к.х.н., доцент         |         | 28.02.2022 г. |

**Согласовано:**

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|------------------|--------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент ОНД       | Бруслук О.В. | к.п.н.                 |         | 28.02.2022 г. |

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

**Студенту:**

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 3-2Б7А | Пригодский Дмитрий Игоревич |

|                     |             |                           |   |
|---------------------|-------------|---------------------------|---|
| Школа               | ИШПР        | Отделение школы (НОЦ)     | Отделения нефтегазового дела  |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки» |

**Тема ВКР:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом</b> |  |
| <b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>   |  |

|  |  |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Стоимость использования оборудования для выполнения НИР: 12703,84 руб.<br>Расчет затрат на оборудование: 50тыс.руб.<br>Основная заработная плата исполнителей темы: 69723,5 руб. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   | Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Отчисления во внебюджетные фонды: 30 %   |

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

|   |  |
|---|--|
| 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ   | Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ   |
| 2. Разработка устава научно-технического проекта  | Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования. |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | Расчет бюджетной стоимости НИ.   |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности   | Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности    |

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Потенциальные риски

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность     | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|---------------|-------------|------------------------|---------|---------------|
| Прфессор ОГСН | Гасанов М.А | д.э.н                  |         | 28.02.2022 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО             | Подпись | Дата          |
|--------|-----------------|---------|---------------|
| 3-2Б7А | Пригодский Д.И. |         | 28.02.2022 г. |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа                 | ФИО                         |                               |                              |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 3-2Б7А                 | Пригодский Дмитрий Игоревич |                               |                              |
| Школа                  | ИШПР                        | Отделение<br>(НОЦ)            | Отделение нефтегазового дела |
| Уровень<br>образования | Бакалавриат                 | Направление/<br>специальность | 21.03.01 Нефтегазовое дело   |

Тема ВКР:

### Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом

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

|   |  |
|---|--|
| <b>Введение</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul> | <p><i>Объект исследования:</i> объекты систем газораспределения и газопотребления</p> <p><i>Область применения:</i> газопроводы пролегающие в Прибрежных районах с морским климатом.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> <u>полевые условия</u>.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> ГРП, ГРПШ, задвижки, запорная арматура, регуляторы давления газа, дыхательные и предохранительные клапаны.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> осмотр, очистка, техническое обслуживание, ремонтно-восстановительные работы.</p> |
|---|--|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|  |   |
|--|---|
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul> | <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 25.02.2022)</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.</p> <p>ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности;</p>   |
| <b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>  | <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды;</li> <li>– Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания;</li> <li>– Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>– Повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>– Повышенный уровень шума.</li> </ul> <p><b>Опасные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенная запыленность и загазованность рабочей среды;</li> <li>– Аппараты под давлением;</li> <li>– Воздействие на человеческий организм вредных веществ (газ);</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
|  | <b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> перчатки, очки, маски, каски, противогазы, респираторы, страховочные стропы, газоанализатор, защитные ботинки, нарукавники  |
| <b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>            | <p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> засорение почвы производственными отходами (отработанные ртутные термометры, мусор от бытовых помещений, шлам очистки емкостей нефтепродуктов) загрязнение грунта нефтепродуктами в результате аварийных ситуаций.</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> химическое загрязнение при утечке нефтяных продуктов</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> ухудшение качества подземных вод при утечке реагентов</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> газовыделение и загрязнение воздуха выбросами метана, серы.</p> |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b> | <p><b>Возможные ЧС:</b> Природные: землетрясения, вулканы, бури, смерч;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Техногенные: обрушение, выброс радиоактивных веществ, взрыв, пожар</li> <li>– Биологические: инфекционные заболевания людей, эпидемии;</li> <li>– Экологические: загрязнение среды, разрушение озонового слоя</li> </ul> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар и взрыв на сетях газоснабжения.</p>  |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность             | ФИО                        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Мезенцева Ирина Леонидовна |                        |         | 28.02.2022 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата       |
|--------|-----------------------------|---------|------------|
| 3-2Б7А | Пригодский Дмитрий Игоревич |         | 28.02.2022 |

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

### **Термины и определения**

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

- **газораспределительная система:** Имущественный производственный комплекс, состоящий из организационно и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и подачи газа непосредственно его потребителям;
- **пункт редуцирования газа:** Технологическое устройство сети газораспределения, предназначенное для снижения давления газа и поддержания его в заданных пределах независимо от расхода газа.

### **Сокращения:**

СГР – сеть газораспределения;

БПГ – блок подогрева газа;

ГРП – газорегуляторный пункт;

ВГРС – временная газораспределительная станция;

ЕСК – емкость сбора конденсата;

ШРП – шкафной газорегуляторный пункт;

ЗРПА – запорная, регулирующая, предохранительная арматура;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и средства автоматики;

КИП – контрольно-измерительные пункты;

ПСК – предохранительный сбросной клапан;

ПЗК – предохранительный запорный клапан;

ТО – техническое обслуживание;

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лит. | Лист | Листов  |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|------|------|---|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Определения, сокращения, нормативные ссылки  | 9    | 108  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      |  |      |      |   |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      |  |      |      |   |
|          |                 |          |         |      |  |      |      |   |

## **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 54983-2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация;
  - ГОСТ Р 55474-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы;
  - ГОСТ Р 56019-2014 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования;
  - СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов;
  - ГОСТ 25.504-82 Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости;
  - СТО Газпром РД 2.5-141-2005 Газораспределение. Термины и определения;
  - ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.
- Классификация;
- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
  - ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;
  - ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
  - ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования;
  - ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист | Определения, сокращения, нормативные ссылки | 10 |
|------|------|----------|---------|------|------|---|----|
|      |      |          |         |      |      |   |    |

- СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение;
- Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- РД 51-100-85. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа;
- ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист  |
|------|------|----------|---------|------|---|
|      |      |          |         |      | Определения, сокращения, нормативные ссылки |

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 111 с., 14 рис., 121 табл., 48 источников.

Ключевые слова: сети газораспределения и газопотребления, аварийность, промышленная безопасность, экспертиза, надзор.

Объектом исследования является: ГРП.

Цель исследования – изучить состояние промышленной безопасности на газораспределительных сетях и разработать мероприятия по повышению их безопасности.

В процессе исследования были определены актуальные проблемы развития газовых сетей и разработаны основные направления повышения эксплуатационной надежности газораспределительных систем.

Проведен анализ происшествий, произошедших на опасных производственных объектах.

Разработаны мероприятия по повышению безопасности газораспределительной сети.

В результате исследования: обоснованы мероприятия для обеспечения безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом.

Область применения: ГРП.

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |   |      |  |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|---|------|--|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Реферат  | Лист.   | Лист |  |
| Руковод. | Чухареева Н.В.  |          |         |      |  | 12  | 108  |  |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      |  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |      |  |
|          |                 |          |         |      |  |   |      |  |
|          |                 |          |         |      |  |   |      |  |

## **Report**

Final qualifying work 108 p., 11 fig., 18 tables, 48 sources.

Keywords: gas distribution and gas consumption networks, accidents, industrial safety, expertise, supervision.

The object of the study is: gas control point.

**Purpose of the work:** The purpose of the study is to study the state of industrial safety on gas distribution networks and develop measures to improve their safety.

In the course of the study, the actual problems of the development of gas networks were identified and the main directions for improving the operational reliability of gas distribution systems were developed.

The analysis of incidents that occurred at hazardous production facilities was carried out.

**As a result of the study:** measures are justified to ensure the safe operation of medium and low pressure gas pipelines of gas distribution and gas consumption networks in coastal areas with a marine climate.

Scope of application: gas control point.

|          |                 |          |         |      |  |   |      |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|---|------|
| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |   |      |
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Report   | Лист.   | Лист |
| Руковод. | Чухареев Н.В.   |          |         |      |  | 13  | 108  |
| Рук. ООП | Брусник О.В.    |          |         |      |  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |      |
|          |                 |          |         |      |  |   |      |

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| 1 Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления.....   | 19 |
| 1.1 Эксплуатация объектов систем газораспределения и газопотребления .....   | 19 |
| 1.2 Основные проблемы развития и повышения эффективности систем газораспределения и газопотребления.....   | 28 |
| 1.3 Основные проблемы, возникающие в процессе эксплуатации сетей газопотребления и газоснабжения.....  | 33 |
| 1.4 Пути решения проблем, возникающие в процессе эксплуатации сетей газопотребления и газоснабжения.....   | 36 |
| 2 Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом .....   | 40 |
| 2.1 Охранная зона газопровода среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом .....  | 40 |
| 2.2 Контроль давления газа в сетях газораспределения .....   | 43 |
| 2.3 Гидродинамический режим прибрежной зоны в условиях эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом ..... | 46 |
| 2.4 Технология прокладки морских трубопроводов .....   | 50 |
| 3 Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом .....   | 60 |
| 3.1 Работы, проводимые при техническом обслуживании ГРП .....  | 60 |
| 3.2 Текущий ремонт .....   | 62 |
| 3.3 Капитальный ремонт .....   | 63 |
| 3.4 Остановка ГРП.....   | 64 |
| 3.5 Контроль работы узлов ГРП.....   | 64 |
| 4 Расчетная часть .....  | 67 |
| 4.1 Расчет полиэтиленового трубопровода на прочность .....   | 67 |
| 4.2 Расчет балластировки полиэтиленового газопровода .....   | 71 |
| 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....  | 73 |
| 5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции  |    |

|          |                 |          |         |      |  |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|
|          |                 |          |         |      | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |
| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата |  |
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Лит.   |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      | Лист   |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      | Листов   |
|          |                 |          |         |      | Оглавление   |
|          |                 |          |         |      | 14   |
|          |                 |          |         |      | 108  |
|          |                 |          |         |      | Отделение нефтегазового дела   |
|          |                 |          |         |      | Группа 3-2Б7А  |

|  |     |
|--|-----|
| ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....   | 80  |
| 5.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....  | 80  |
| 5.1.2 SWOT-анализ .....  | 81  |
| 5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....  | 83  |
| 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....  | 83  |
| 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....                                  | 84  |
| 5.3 Бюджет исследования в рамках ВКР .....   | 87  |
| 5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....  | 88  |
| 5.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....  | 91  |
| 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....  | 92  |
| 5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....   | 94  |
| 5.3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования..... | 95  |
| 6 Социальная ответственность .....   | 98  |
| 6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....  | 98  |
| 6.2 Производственная безопасность .....  | 100 |
| 6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....  | 100 |
| 6.4 Экологическая безопасность .....   | 105 |
| 6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....  | 107 |
| Заключение.....  | 110 |
| Список использованной литературы .....   | 112 |

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Оглавление | Лист |
|------|------|----------|---------|------|------------|------|
|      |      |          |         |      |            | 15   |

## **Введение**

Мир работает на энергии. Привычные виды топлива для человечества, такие как бензин и дизельное топливо, использовались для транспортировки десятилетиями. Но текущее положение спроса в энергетической деятельности, истощение нефтяного топлива и экологические ограничения создали необходимость в альтернативных энергетических ресурсах, которые являются более чистыми и безопасными для окружающей среды. Природный газ рассматривается в качестве топлива на сегодняшний день и рассматривается как транспорт, а также в качестве топлива для дома. Распределение природного газа является востребованным, и его целью является обеспечение бесперебойных поставок газа бытовым, коммерческим и промышленным потребителям в виде природного газа и сжатого природного газа.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования обусловлена увеличившимся ростом аварий и инцидентов на газораспределительных сетях, а также происшествий, связанных с использованием газа в быту. Обеспечение безопасности газораспределительной сети, является сложной задачей, которая включает в себя технические, организационные и информационные аспекты, учитывающие взаимосвязь и взаимовлияние различных факторов. На состояние безопасности газораспределительной сети воздействует целый комплекс факторов, которые в отдельности могут и не оказывать существенного отрицательного воздействия, но в сочетании друг с другом это может привести неблагоприятным эффектам.

Объектом исследования являются инциденты газораспределительной сети, их причины и последствия.

Предметом исследования являются мероприятия, направленные на

|          |                 |          |         |      |  |      |        |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|------|--------|
| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |      |        |
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Лит.   | Лист | Листов |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      |  | 16   | 108    |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-Б7А   |      |        |
|          |                 |          |         |      |  |      |        |

повышение уровня безопасности газораспределительной сети.

Цель исследования – разработка технического решения по обеспечению безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение нормативно технической документации газораспределительных сетей среднего и низкого давлений

2. Анализ методов повышения эффективности эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений в прибрежных районах с морским климатом.

3. Разработка рекомендаций по повышению эффективной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом.

4. Составление алгоритма основного комплекса мероприятий по повышению безопасности газораспределительной сети.

Основу исследования составили: анализ аварий и инцидентов на газопроводах в течение 8 лет; анализ актуальных проблем, возникающих в процессе эксплуатации сетей газораспределения.

**Методы и методология проведения работы:** технологические расчеты газопроводов сетей газораспределения и газоснабжения в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

**Полученные результаты:** определении перспективных направлений, направленных на безопасность газораспределительной сети.

**Практическая значимость:** основные конструктивные и технологические решения, позволяющие обеспечить работу объектов сетей газораспределения и газоснабжения.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Введение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------|------|
|      |      |          |         |      |          | 17   |

ГРО Российской Федерации за период 2019-2021г.г. Выявлены мероприятия, проводимые в ГРО в целях обеспечения промышленной безопасности, а также разработаны дополнительные мероприятия, направленные на безопасную эксплуатацию и безаварийную работу.

В течение всего исследования велись работы по анализу аварий и инцидентов на сетях газораспределения, произошедших на территории Российской Федерации и за ее пределами.

Основной метод исследования в данной работе – аналитический. На основании анализа разработаны мероприятия, направленные на профилактику и недопущения происшествий на сетях.

Теоретическая, научная и практическая значимость исследования заключается в том, что на основе исследований инцидентов можно выявить их причины, разработать мероприятия по повышению безопасности и определить их функциональную значимость путем внедрения в действующее ГРО.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

– посредством анализа совокупности теоретико-методологических оснований, избранной методологии исследования;

– его логики и практического подтверждения.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Введение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------|------|
|      |      |          |         |      |          | 18   |

# 1 Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления

## 1.1 Эксплуатация объектов систем газораспределения и газопотребления

Газораспределительные системы – имущественный производственный комплекс, состоящий из организованного и экономических взаимосвязанный объектов, предназначенных для транспортировки и подачи газа непосредственно его потребителя (рисунок 1).

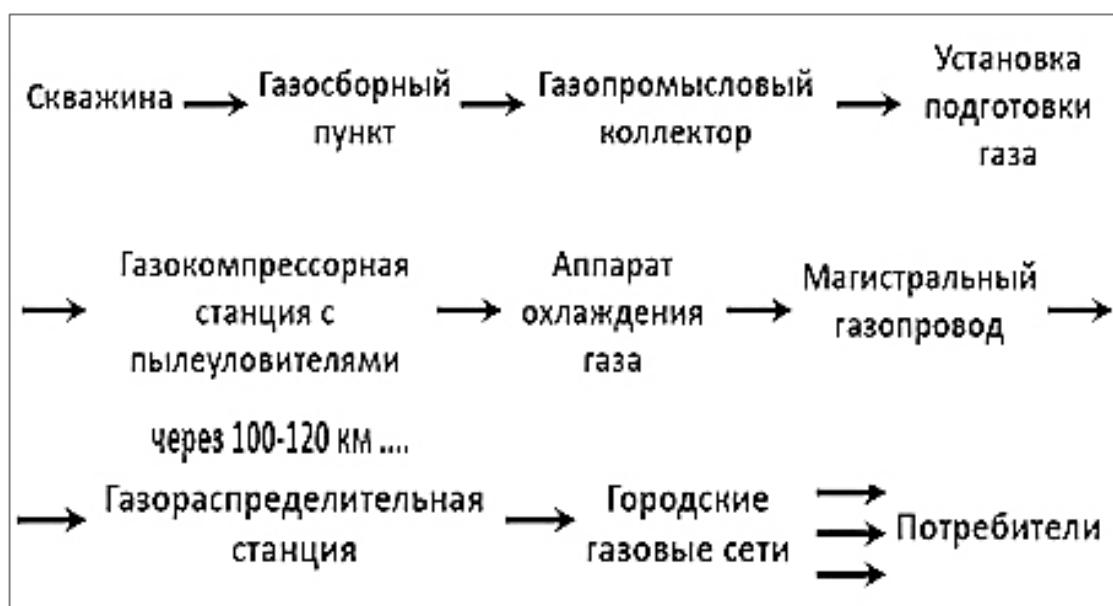


Рисунок 1 – Основные элементы системы газоснабжения

Газораспределительная сеть – технологический комплекс газораспределительной системы, состоящей из наружных газопроводов поселений (городских, сельских и др. поселений) включая межпоселковые, от выходного отключающего устройства газораспределительной станции (ГРС)

|          |                 |          |         |      |  |      |        |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|------|--------|
| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |      |        |
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Lит.   | Лист | Листов |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      |  | 19   | 108    |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления  |      |        |
|          |                 |          |         |      | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А  |      |        |

или иного источника газа до вводного газопровода к объекту газопотребления. В газораспределительную сеть входят сооружения на газопроводах, средства электрохимической защиты, газорегуляторные пункты (ГРП, ГРПБ) шкафные газорегуляторные пункты (ШРП), автоматизированная система управления технологическим процессом распределения газа (АСУ ТПРГ).

Система газопотребления – имущественно производственный и технологический комплекс, состоящий из организационно- и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и использования газа в качестве топлива в газоиспользующем оборудовании.

Сеть газопотребления – производственный и технологический системы газопотребления, включающей сеть внутренних газопроводов, газовое оборудование, систему автоматической безопасности и регулирования процесса сгорания газа, газоиспользующее оборудование, здания и сооружения, размещение на одной производственной территории (площадке).

В небольших городах или населенных пунктах используют одноступенчатую систему низкого давления. В средних городах – двухступенчатые системы (рисунок 2), а в крупных городах – многоступенчатые.

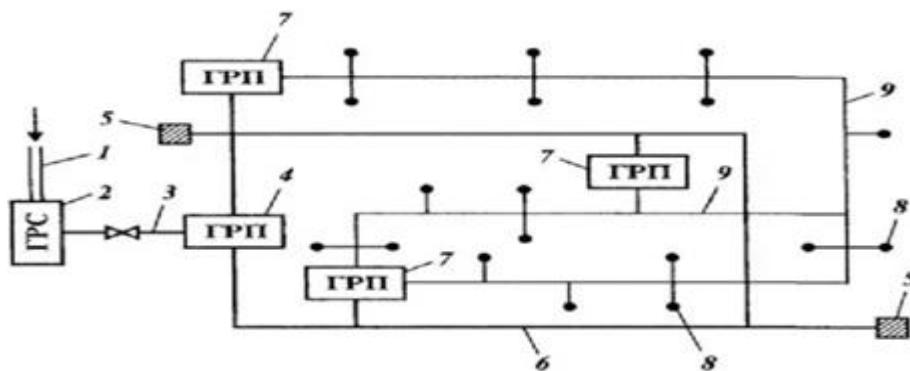


Рисунок 2 – двухступенчатая система газоснабжения

1-магистральный газопровод: 2-ГРС: 3-газопровод высокого давления: 4-ГРП высокое-среднее:  
5-потребитель среднего давления: 6-газопроводы среднего давления: 7-ГРП среднее -низкое: 8-  
потребители низкого давления:9-газопроводы низкого давления.

На основании того, что газ в системе потребляется неравномерно, создается проект распределительной системы газоснабжения. Именно эти

|      |      |          |         |      |   |         |
|------|------|----------|---------|------|---|---------|
|      |      |          |         |      | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   |         |

расходы и определяют систему газораспределительной системы города.

Предполагаемые расходы (нагрузка на сеть газораспределения) газа формируются из следующих условий:

- потребление газа в квартирах жилых домов (бытовое потребление);
- потребление газа в общественных, коммунальных, детских, лечебных и прочих учреждениях;
- промышленное потребление на предприятиях;
- потребление газа электростанциями (для генерации тепла и э/э).

Из этих категорий определяют следующие виды неравномерности потребления и составляют по ним графики:

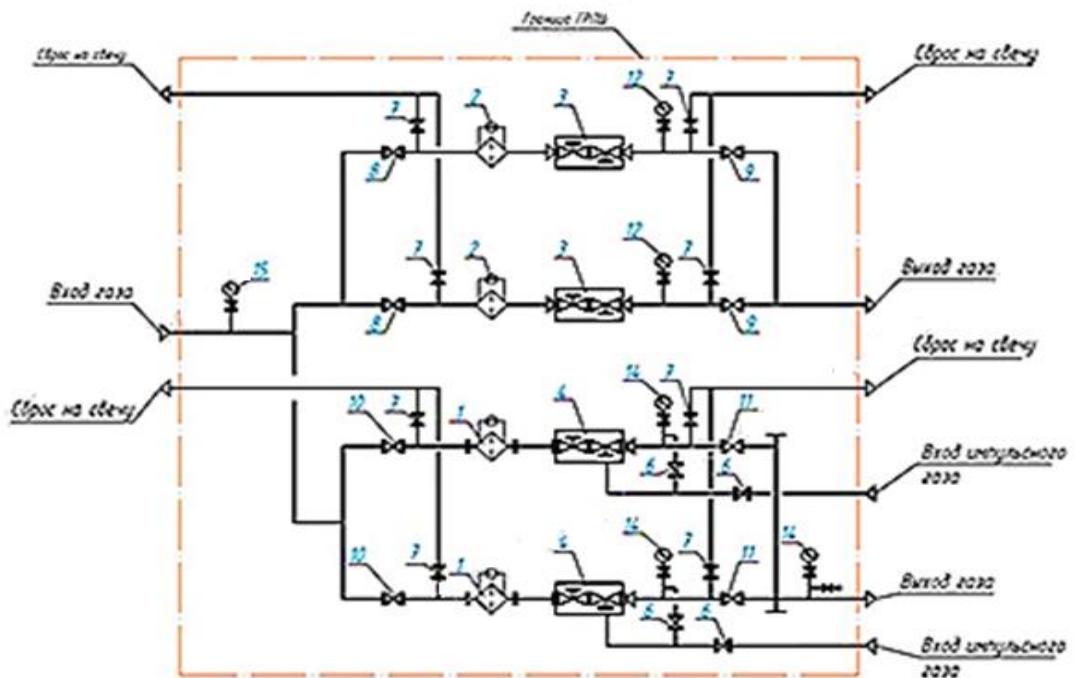
- неравномерность по месяцам года (сезонная или месячная);
- неравномерность по дням недели (суточная);
- неравномерность по часам суток (часовая).

Для того чтобы уравновесить распространение газа, существуют газораспределительные пункты (ГРП). Газорегуляторные пункты устанавливают между соединениями газопроводов различного давления. Данные пункты служат для повторной подготовки газа и обеспечивают необходимое давление для потребителей при заданном расходе. ГРП бывают центральными (обслуживать группу потребителей) и объектовыми (обслуживать объекты одного потребителя). Для того чтобы следить за необходимыми параметрами газа (входное и выходное давление, температура помещений, открытие дверей и прочее),

ГРП (ГРУ) предусматривают установку фильтра, предохранительного запорного клапана (ПЗК), регулятора давления газа, предохранительного сбросного клапана (ПСК), запорной арматуры, контрольно-измерительных приборов (КИП), приборов учета расхода газа (при необходимости), продувочных газопроводов.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 21   |

Рассмотрим схему ГРП (с 2-мя выходами природного газа), представленную на рисунке 3.



1,2 – фильтр газовый; 3,4 – регулятор давления газа со встроенным предохранительным сбросным и предохранительным запорным клапанами;

6, 7, 8, 9, 10,11 – кран шаровой; 12, 14, 15 – манометр показывающий

Рисунок 3 – Принципиальная схема газораспределения с двумя выходами газа

Размещаться ГРП (ГРПШ и ГРУ) могут следующим образом:

- в отдельно стоящих зданиях;
- пристроенными или встроенными в одноэтажные производственные здания или котельные;
- на наружных стенах зданий, для газоснабжения которых они
- на открытых огражденных площадках под навесом (для ГРУ);
- в газифицированных зданиях, как правило, вблизи от входа (для ГРУ);
- непосредственно в помещениях котельных или цехов, где находится газоиспользующее оборудование, или в смежных помещениях тех же категорий,

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 22   |

соединенных с ними открытыми проемами (для ГРУ).

Габариты шкафов ГРП (ГРУ) разрабатываются индивидуально в зависимости от технологического наполнения.

Организация, эксплуатирующая опасные производственные объекты систем газораспределения и газопотребления, обязана соблюдать положения Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ, других федеральных законов, иных нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в области промышленной безопасности, а также:

- выполнять комплекс мероприятий, включая систему технического обслуживания и ремонта, обеспечивающих содержание опасных производственных объектов систем газораспределения и газопотребления в исправном и безопасном состоянии, соблюдать требования настоящих Правил;
- иметь (при необходимости) договоры с организациями, выполняющими работы по техническому обслуживанию и ремонту газопроводов и технических устройств, в которых должны быть определены объемы работ по техническому обслуживанию и ремонту, регламентированы обязательства в обеспечении условий безопасной и надежной эксплуатации опасных производственных объектов;
- обеспечивать проведение технической диагностики газопроводов, сооружений и газового оборудования (технических устройств) в сроки, установленные настоящими Правилами.

Для лиц, занятых эксплуатацией объектов газового хозяйства, должны быть разработаны и утверждены руководителем организации:

- должностные инструкции, определяющие обязанности, права и ответственность руководителей и специалистов;
- производственные инструкции, соблюдение требований которых обеспечивает безопасное проведение работ, с учетом профиля производственного объекта, конкретных требований к эксплуатации газового

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 23   |

оборудования (технических устройств), технологическую последовательность выполнения работ, методы и объемы проверки качества их выполнения.

К производственным инструкциям по техническому обслуживанию и ремонту оборудования ГРП, ГРУ и котельных прилагаются технологические схемы газопроводов и газового оборудования.

Технологические схемы пересматриваются и переутверждаются после реконструкции, технического перевооружения опасного производственного объекта.

Порядок организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту газового хозяйства определяется нормативно техническими документами, учитывающими условия и требования эксплуатации, согласованными Госгортехнадзором России, инструкциями заводов-изготовителей.

Графики (планы) технического обслуживания и ремонта объектов газового хозяйства утверждаются техническим руководителем организации-владельца и согласовываются с организацией-исполнителем при заключении договора на обслуживание газопроводов и газового оборудования.

Организация-владелец обязана в течение всего срока эксплуатации опасного производственного объекта (по ликвидации) хранить проектную и исполнительскую документацию.

На каждый наружный газопровод, электрозащитную установку, ГРП (ГРУ) владельцем составляется эксплуатационный паспорт, содержащий основные технические характеристики объекта, а также данные о проведенных капитальных ремонтах.

Организация технического обслуживания и ремонта опасных производственных объектов систем газопотребления

В каждой организации из числа руководителей или специалистов, прошедших аттестацию, назначаются лица, ответственные за безопасную эксплуатацию опасных производственных объектов систем газопотребления в

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 24   |

целом и за каждый участок в отдельности (рисунок 4).

- участие в обследованиях, проводимых органами Госгортехнадзора России.
- контроль и оказание помощи ответственным лицам за эксплуатацию опасных производственных объектов газопотребления, разработку мероприятий и планов по замене и модернизации газового оборудования
- приостановка работы неисправных газопроводов и газового оборудования, а также введенных в работу и непринятых в установленном порядке;
- недопущение ввода в эксплуатацию газоиспользующих установок, не отвечающих требованиям настоящих Правил
- проверка соблюдений установленного Правилами порядка допуска специалистов и рабочих к самостоятельной работе
- участие в комиссиях по аттестации (проверке знаний) персонала в области промышленной безопасности
- разработка инструкций, плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций, планов взаимодействий
- участие в рассмотрении проектов газоснабжения и в работе комиссий по приемке газифицируемых объектов в эксплуатацию
- организация в проведение тренировок со специалистами и рабочими по ликвидации возможных аварийных ситуаций
- выдача руководителям подразделений, начальнику газовой службы предписаний по устранению нарушений требований настоящих Правил и контроль за их выполнением
- осуществление производственного контроля за соблюдением требований безаварийной и безопасной эксплуатации опасного производственного объекта, выполнением планов ремонта газопроводов и газового оборудования, проверкой правильности ведения технической документации при эксплуатации и ремонте
- организация в проведение тренировок со специалистами и рабочими по ликвидации возможных аварийных ситуаций

Рисунок 4 – Обязанности ответственного за безопасную эксплуатацию опасных производственных объектов газопотребления

| Иzm. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 25   |

Газоснабжение – один из главных факторов, влияющих на экономическое развитие страны. Снабжение природным газом городов и поселков имеет своей целью:

- улучшение бытовых условий населения;
- замену более дорогого твердого топлива или электроэнергии в тепловых процессах на промышленных предприятиях, тепловых электростанциях, коммунально-бытовых предприятиях;
- улучшение экологической обстановки, так как при полном сгорании природный газ выделяет в атмосферу гораздо меньше вредных веществ, чем другие виды топлива.

Газопроводы, прокладываемые в городах и населенных пунктах, классифицируются по следующим основаниям (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация газопроводов

| Классификационные показатели                              | Газопроводы  |
|---|--|
| Местоположение относительно планировки населенных пунктов | Наружные (уличные, внутриквартальные, дворовые, межхозяйственные) и внутренние (расположенные внутри зданий и помещений) |
| Местоположение относительно поверхности земли             | Подземные (подводные), надземные (надводные) наземные  |
| Назначение в системе газоснабжения                        | Распределительные, газопроводы-вводы, вводные, продувочные, сбросные, импульсные, а также межпоселковые                  |
| Давление газа   | Высокого давления I категории, высокого давления II категории, среднего давления, низкого давления                       |
| Материал труб   | Металлические (стальные, медные и др.) и неметаллические (полиэтиленовые и др.)  |
| Вид транспортируемого газа                                | Природного газа, попутного газа и СУГ  |

Газопроводы низкого давления предназначаются для подачи газа в жилые и общественные здания, а также коммунально-бытовым потребителям.

Газопроводы среднего давления служат для питания распределительных газопроводов низкого давления через газорегуляторные пункты (ГРП), а также подают газ в газопроводы промышленных и коммунально-бытовых предприятий (через местные газорегуляторные пункты и установки).

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 26   |

Смешанная система газоснабжения состоит из кольцевых газопроводов и присоединенных к ним тупиковых газопроводов.

Трассировкой называется выбор трассы газопровода – линии, определяющей направление газопровода в каждой ее точке.

При этом необходимо обеспечивать допустимые расстояния от газопроводов до зданий, сооружений и подземных коммуникаций.

Чем выше давление газа в газопроводе, тем больше эти допустимые расстояния.

Действовавшие ранее строительные нормы и правила (СНиП) по газоснабжению были своевременно переработаны в целях их совершенствования и приведения в соответствие с новой системой нормативных документов в строительстве. С 2003 г. взамен СНиП 2.07.08-87 и СНиП 3.05.02-88 постановлением Госстроя России введены в действие СНиП 42-01-2002 «Газораспределительные системы».

Требования указанных СНиП в основном сосредоточены на вопросах безопасности, а все, что касается способов решения проблем, возникающих в процессе проектирования, строительства и обеспечения соответствия обязательным нормативным требованиям СНиП, дается в виде сводов правил

СП Свод правил – это рекомендательные документы, которые утверждаются разработчиком, одобряются для применения в строительстве Госстроем России и таким образом включаются в общую систему нормативных документов. Действующая система нормативной документации построена на подходах, в которых регламентируются в качестве обязательных не требования к конструктивным особенностям, а эксплуатационные характеристики.

Исходя из этих принципов, Госстрой России одобрил следующие СП:

– СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб»;

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 27   |

- СП 42-102-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб»;
- СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов».

Указанные СП включены в пособие «Основы проектирования, строительства и реконструкции газораспределительных систем».

Основным условием использования СП является четкое соблюдение действующих СНиП «Газораспределительные системы» и «Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления» (ПБ 12-529-03).

Введены также территориальные строительные нормы, которые вводятся и утверждаются органами исполнительной власти субъектов РФ.

## **1.2 Основные проблемы развития и повышения эффективности систем газораспределения и газопотребления**

Снабжение природным газом городов и населенных пунктов имеет своей целью:

- улучшение бытовых условий населения;
- замену более дорогого твёрдого топлива или электроэнергии в тепловых процессах на промышленных предприятиях, тепловых электростанциях, коммунально-бытовых предприятиях, в лечебных учреждениях, предприятиях общественного питания и т. п.;
- улучшение экологической обстановки в городах и населенных пунктах, так как природный газ при сгорании практически не выделяет в атмосферу вредных газов.

Природный газ подается в города и поселки по магистральным газопроводам, начинающимся от мест добычи газа (газовых месторождений) и заканчивающимся у газораспределительных станций (ГРС), расположенных возле городов и поселков.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 28   |

Для снабжения газом всех потребителей на территории города строится распределительная газовая сеть, оборудуются газорегуляторные пункты или установки (ГРП и ГРУ), сооружаются необходимые для эксплуатации газопроводов контрольные пункты и другое оборудование.

Рассмотрим схему существующих и проектируемых газопроводов среднего давления одного из поселков сахалинской области (рисунок 5).

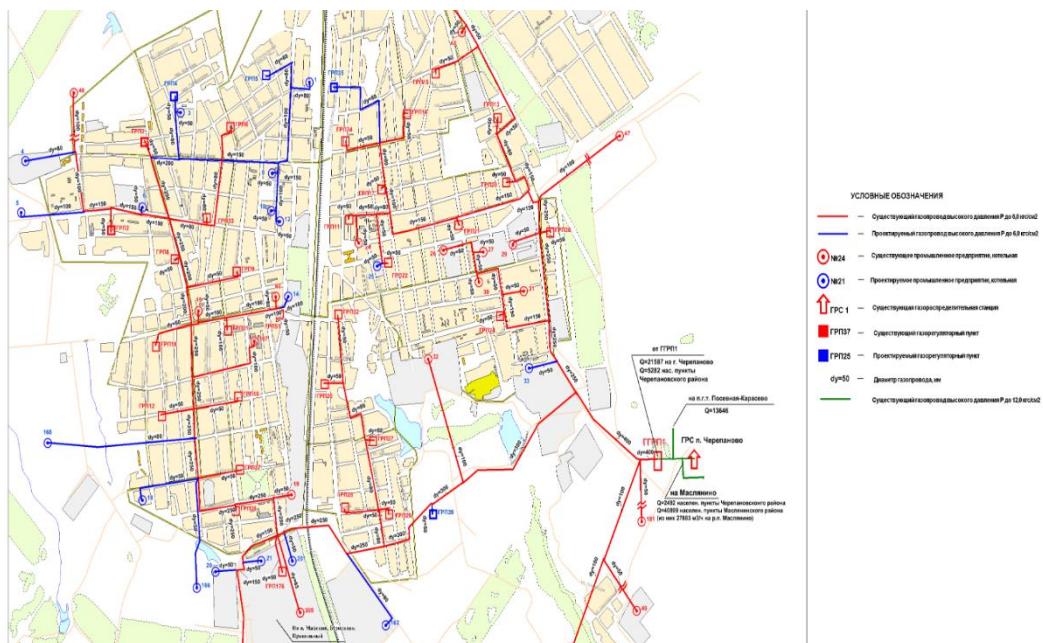


Рисунок 5 – Поселок Сахалинской области

При проектировании газовых сетей городов и поселков приходится решать следующие вопросы:

- определить всех потребителей газа на газифицируемой территории;
  - определить расход газа для каждого потребителя;
  - определить места прокладки распределительных газопроводов;
  - определить диаметры всех газопроводов;
  - подобрать оборудование для всех ГРП и ГРУ и определить места их расположения;
  - подобрать всю запорную арматуру (задвижки, краны, вентили);

|      |      |          |         |      |   |      |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | Лист |
|      |      |          |         |      |   |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | 29   |

- определить места установки контрольных трубок и электродов для контроля за состоянием газопроводов время их эксплуатации;
- разработать способы прокладки газопроводов при их пересечении с другими коммуникациями (дорогами, теплотрассами, реками, оврагами и т.п.);
- определить сметную стоимость строительства газопроводов и всех сооружений на них;
- разобрать мероприятия для безопасной эксплуатации газопроводов.

Исходными данными для проектирования сетей газоснабжения являются:

- состав и характеристики природного газа или месторождения газа;
- климатические характеристики района строительства;
- план застройки города или населенного пункта;
- сведения об охвате газоснабжением населения;
- характеристики источников теплоснабжения населения и промышленных предприятий;
- данные по выпуску продукции промышленными предприятиями и нормы затрат теплоты на единицу этой продукции;
- численность населения города или плотность населения на один гектар;
- перечень всех потребителей газа на период газификации и перспективы развития города или посёлка на ближайшие 25 лет;
- перечень и тип газоиспользующего оборудования на промышленных и коммунально-бытовых предприятиях;
- этажность застройки жилых районов [3].

В зависимости от максимального давления газа городские газопроводы разделяют на следующие группы:

- высокого давления 1 категории с давлением от 0,6 до 1,2 МПа;
- высокого давления 2 категории с давлением от 0,3 до 0,6 МПа;
- среднего давления от 0,005 кПа до 0,3 МПа;
- низкого давления до 0,005 кПа.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 30   |

В большинстве случаев для городов с населением до 500 тысяч человек наиболее экономически целесообразной является двухступенчатая система. Для больших городов с населением более 1 000 000 человек и наличием крупных промпредприятий предпочтительной является трёх- или многоступенчатая системы [10].

Существующий подход обеспечения безопасности предполагает обязательное комплексное использование Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» [6] (далее – ФНП) и Технического регламента «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления» [7] (далее – технический регламент) при эксплуатации, техническом перевооружении, ремонте, консервации и ликвидации сетей газораспределения и газопотребления. При этом отличительной чертой ФНП и технического регламента является содержание минимального количества конкретных требований к объектам сетей газораспределения и газопотребления.

Основы технического регулирования, определенные Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [8], вызвали необходимость пересмотра требований нормативных документов, несоответствующих современному уровню научно-технического развития, а также впервые установили принцип добровольного применения документов национальной системы стандартизации в целях обеспечения требований технических регламентов.

Также законом [8] предусматривается формирование органом по стандартизации (Росстандартом) перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований принятого технического регламента. В настоящее время, в отношении сетей газораспределения и газопотребления, наряду с СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002», разработана целая группа национальных стандартов с общим названием «Системы газораспределительные» (ГОСТ Р 54983-2012, ГОСТ Р

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 31   |

54961-2012, ГОСТ Р 54960-2012, ГОСТ Р 55472-2013, ГОСТ Р 56019-2014 и др.), часть из которых включена в сформированный и утвержденный Росстандартом перечень [9].

Статус неучтенных в перечне стандартов в соответствии с пунктом 4 статьи 16.1 Федерального закона № 184-ФЗ [8] определяется также принципом добровольного применения в целях обеспечения требований технического регламента. В условиях дефицита специалистов необходимой квалификации, что следует из данных анализа причин аварий и инцидентов [4, 5], переход от обязательного, но привычного исполнения правил к добровольному принятию решений в рамках технического регулирования вызывает большие сомнения в реализации показателей безопасности при эксплуатации ОПО газораспределения и газопотребления.

При этом добровольное применение документов системы стандартизации нормативными правовыми актами не определено и, как следствие, не может служить основой при проведении экспертиз и осуществлении надзора в области промышленной безопасности, что снижает эффективность обеспечения безопасности опасных производственных объектов. Минимизации количества аварий на объектах сетей газораспределения и газопотребления, вероятнее всего, удастся добиться дополнительным введением принципа обязательности исполнения требований отобранных стандартов и сводов правил.

При этом реализацию данного принципа, предлагается осуществить последовательно в два этапа:

Этап 1: придание правовой основы принципу обязательности исполнения требований отобранных стандартов и сводов правил или их отдельных частей с целью повышения уровня безопасности объектов сетей газораспределения и газопотребления.

Этап 2: внесение изменения в Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 32   |

и газопотребления» [6], например, раздел I дополнить пунктом 7.1 следующего содержания: «В целях приведения сетей газораспределения и газопотребления в соответствие с требованиями настоящих Правил и других нормативных правовых актов в области промышленной безопасности эксплуатирующая организация проводит комплексное обследование фактического состояния объекта, разрабатывает комплекс компенсационных мер по дальнейшей безопасной эксплуатации таких объектов, включая обоснование их безопасности. Для реализации компенсационных мер вносятся изменения в проектную документацию (документацию)».

Таким образом, принятие предложенных мер по совершенствованию требований промышленной безопасности объектов сетей газораспределения и газопотребления сможет служить правовой основой, повышающей эффективность экспертиз и государственного надзора в области промышленной безопасности, что, по нашему мнению, позволит значительно снизить количество аварий и инцидентов в данной области.

### **1.3 Основные проблемы, возникающие в процессе эксплуатации сетей газопотребления и газоснабжения**

Основными причинами возникновения аварий и инцидентов на ОПО газораспределения и газопотребления являются [4, 5]: воздействия внешних факторов, влияющих на безопасность технологических процессов; техническое состояние ОПО; недостаточная проработка планов производства работ; несвоевременное и некачественное обслуживание; неисправность или отсутствие средств обеспечения безопасности; низкая квалификация персонала и др.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 33   |

В целях предупреждения указанных причин, законодательством [2] предусмотрены: проведение экспертиз и осуществление государственного надзора в области промышленной безопасности. При этом, эффективность данных методов, зависит от совершенства нормативно-правовой базы, устанавливающей требования к безопасности опасных производственных объектов и их составляющих. Современные организационные и правовые основы промышленной безопасности заключаются в соблюдении условий, запретов, ограничений и других обязательных требований, содержащихся в Федеральной зоне № 116-ФЗ [2], других федеральных законах, принимаемых в соответствии с ними нормативных правовых актах Президента Российской Федерации, нормативных правовых актах Правительства Российской Федерации, а также федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности.

Существующий подход обеспечения безопасности предполагает обязательное комплексное использование Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» [6] (далее – ФНП) и Технического регламента «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления» [7] (далее – технический регламент) при эксплуатации, техническом перевооружении, ремонте, консервации и ликвидации сетей газораспределения и газопотребления.

При этом отличительной чертой ФНП и технического регламента является содержание минимального количества конкретных требований к объектам сетей газораспределения и газопотребления.

Основы технического регулирования, определенные Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [8], вызвали необходимость пересмотра требований нормативных документов, несоответствующих современному уровню научно-технического развития, а также впервые установили принцип добровольного применения документов

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 34   |

национальной системы стандартизации в целях обеспечения требований технических регламентов. Также законом [8] предусматривается формирование органом по стандартизации (Росстандартом) перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований принятого технического регламента. В настоящее время, в отношении сетей газораспределения и газопотребления, наряду с СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002», разработана целая группа национальных стандартов с общим названием «Системы газораспределительные» (ГОСТ Р 54983-2012, ГОСТ Р 54961-2012, ГОСТ Р 54960-2012, ГОСТ Р 55472-2013, ГОСТ Р 56019-2014 и др.), часть из которых включена в сформированный и утвержденный Росстандартом перечень [9]. Статус неучтенных в перечне стандартов в соответствии с пунктом 4 статьи 16.1 Федерального закона № 184-ФЗ [8] определяется также принципом добровольного применения в целях обеспечения требований технического регламента. В условиях дефицита специалистов необходимой квалификации, что следует из данных анализа причин аварий и инцидентов [4, 5], переход от обязательного, но привычного исполнения правил к добровольному принятию решений в рамках технического регулирования вызывает большие сомнения в реализации показателей безопасности при эксплуатации ОПО газораспределения и газопотребления.

Русская зима, часто сопровождаемая экстремальными холодами, снежными заносами, гололедом, – это всегда серьезное испытание не только для людей, но и для техники. И газоснабжение здесь не исключение. Тем более, что в зимних условиях нагрузка на газораспределительные сети максимальная. Особенно, в период сильных морозов, когда газоиспользующее оборудование работает на режимах, близких к максимальным.

И от того, насколько технические характеристики применяемого газового оборудования соответствуют реальным условиям эксплуатации, напрямую

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 35   |

зависят не только комфортность жизни, но и безопасность миллионов людей. Прежде всего, в связи с тем, что при низких температурах:

- 1) резко увеличивается хрупкость применяемых для изготовления газового оборудования (регуляторов, кранов, клапанов и т.д.) конструкционных материалов (металлы, пластики, стекло), что, наряду с неизбежными термическими деформациями, например, газопроводов, может привести к разрушению или потере герметичности корпусов изделий.
- 2) существенно снижается эластичность резиновых мембран и уплотнительных колец регуляторов давления газа, газовых клапанов и вентилей. Говоря на профессиональном сленге, резина на морозе «дубеет», т.е. становится более жесткой и хрупкой. В результате не только значительно изменяются настройки оборудования, но и возникает прямой риск разрушения указанных эластомеров, чреватых серьезными последствиями.

#### **1.4 Пути решения проблем, возникающие в процессе эксплуатации сетей газопотребления и газоснабжения**

Приведенные выше преобразования влекут за собой определенные проблемы в развитии газораспределительных систем, а именно возникает перераспределение потоков газа, в результате чего в сети образуются узкие места и дефицит пропускной способности газовой сети, что, в свою очередь, приводит к снижению технической возможности подключения к существующей сети газораспределения новых потребителей, а это препятствует социальному-экономическому развитию. Также отмечаются случаи хаотичного (неупорядоченного) развития газораспределительных сетей, что приводит к снижению эксплуатационной надежности существующих систем распределения газа и создает препятствие для дальнейшего их развития. В ряде случаев системы развиваются не как единый объект газоснабжения, а отдельными элементами (участками) сети, что приводит к снижению диаметров газопроводов и,

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 36   |

соответственно, к снижению давления на значительно загруженных участках системы.

В результате все вышеизложенное сказывается на надежности газоснабжения конечного потребителя, так как параметры газа, в частности давление перед газоиспользующим оборудованием, могут не соответствовать нормативным значениям.

Для решения указанных проблем необходим комплексный подход к мониторингу состояния параметров эксплуатационной надежности газораспределительной сети, а именно:

- оперативный замер давления в характерных точках газораспределительной сети в зимний период вовремя наиболее холодного времени года, когда имеют место пиковые максимальные нагрузки;
- определение расхода газа у потребителей (для коммунальных, промышленных и сельскохозяйственных -по данным узлов учета газа, для населения - по данным газовых счетчиков, в случае их отсутствия - по нормам потребления газа);
- гидравлический расчет газораспределительной системы по фактическим параметрам сети и замеренным данным с целью определения пропускной способности газопровода;
- оценка пропускной способности газопроводов сетей газораспределения с целью определения технической возможности подключения перспективных потребителей и определения резерва пропускной способности.

Система мониторинга должна строиться на результатах моделирования работы газораспределительной сети по фактическим параметрам и режимам ее эксплуатации. По результатам моделирования производится оценка топологии, структуры, фактического объема газопотребления, а также технической возможности газораспределительной сети.

Указанные выше мероприятия позволят планировать своевременную реконструкцию и вложения средств в новое строительство газовых сетей для

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 37   |

обеспечения надежного, безопасного, рентабельного, устойчивого к внешним влияниям различной природы и инвестиционно-привлекательного газоснабжения потребителей.

В качестве мероприятий предполагается проводить своевременную реконструкцию и ликвидацию дефицита пропускной способности газопроводов известными способами: замена пунктов редуцирования газа, перекладка участка сети с увеличением диаметра газопровода, строительство газопроводов – закольцовок с целью подпитки ненадежного участка газопровода и выравнивания давления по сети в целом, а также реконструкцию с переводом участка газопровода на высшую категорию давления (повышение давления) с установкой пунктов редуцирования газа у каждого потребителя. В ряде случаев для выбора способа ликвидации пропускной способности и повышения эксплуатационной надежности необходимо решать задачи по выбору более оптимального и рационального способа приведения газораспределительной сети к надежной и безопасной работе.

Кроме того, почти все существующие отключающие устройства проектировались и строились более 20 лет назад, когда их большая часть выполнялась по типовым проектам в подземном колодезном исполнении, и за годы эксплуатации данный вариант показал себя не в полной мере надежным с эксплуатационной точки зрения.

За время эксплуатации колодцев были выявлены следующие дефекты:

- в результате нарушения гидроизоляции в полость колодца попадали грунтовые и талые воды, что провоцирует разрушение бетонных конструкций в результате излишнего увлажнения и пучинистых свойств прилегающих грунтов при сезонном промерзании;
- в результате температурных перемещений трубы внутри футляра в месте прохода через стенки колодца, во-первых, нарушается герметизация ввода, а во-вторых, место прохода в результате повреждения изоляции и благоприятных увлажненных условий является очагом коррозионных

| Иzm. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 38   |

процессов;

- утечки газа из разъемных соединений (в колодцах, как правило, располагаются фланцевая задвижка и компенсатор температурных удлинений для удобства монтажа и замены отключающих устройств);

Также в структуре газораспределения имеется ряд проблем, связанных с эксплуатацией надземных отключающих устройств. В частности, указанный способ управления потоками газа в некоторых случаях имеет определенные недостатки и дефекты, приводящие к снижению эксплуатационной надежности газовых сетей. Анализ работы применяемых на разных этапах развития газовых сетей отключающих устройств, выполненных в надземном исполнении, показал наличие следующих недостатков:

- необходимость проведения мероприятий по организации защиты от несанкционированного доступа к запорной арматуре;
- наличие разъемных соединений и уплотнений, требующих затрат на эксплуатацию, а также приводящих в процессе эксплуатации к возможным утечкам газа в атмосферу;
- подверженность механическим воздействиям места опускания газопровода в землю в результате влияния сил морозного пучения и температурных перемещений стальных участков газопровода, приводящих к повреждению изоляции газопровода, нарушению герметичности футляра и, соответственно, создание благоприятных условий для протекания коррозионных процессов в месте повреждения.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Литературный обзор теоретических основ эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 39   |

## **2 Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом**

## **2.1 Охранная зона газопровода среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом**

Взрывные и пожароопасные свойства природного газа требуют особых условий эксплуатации газораспределительных систем. Хозяйственная и строительная деятельность на территории участков с расположением подземного или наземного газопровода должна быть согласована с владельцем коммуникаций и проводиться в строгом соответствии с установленными государством строительными нормами и правилами.

Безопасность эксплуатации, целостность проложенных труб, и удобство обслуживания оборудования и системы газопровода обеспечивает охранная зона. Правила по охране газораспределительных сетей являются обязательными к исполнению всеми владельцами территорий, на участках которых располагается распределительный газопровод, и не зависят от принадлежности земли к собственности частной или юридической категории.

Нормативы охранных зон регламентируются СП СП 62.13330.2011\* (бывший СНиП 42-01-2002) действующими на территории всех регионов РФ. Трассы газопроводов и другие объекты газораспределительной сети должны эксплуатироваться в условиях строгой сохранности, исключающей возможность повреждения, и исключить доступ третьих лиц к месту размещения газопровода, запорной арматуры и газового оборудования. Даже незначительные повреждения изоляции стальных труб провоцируют коррозию металла и могут

привести к загазованности грунта, опасной для объектов, находящихся в непосредственной близости к газораспределительной сети. Понятие охранной зоны газопровода подразумевает меры, принятые для осуществления безопасности при эксплуатации или реконструкции старых, или строительстве новых газораспределительных сетей.

В соответствии с инструкциями участок территории, симметричный оси газопровода, должен иметь ограждения с информативными обозначениями, установленные на расстоянии, которое зависит от типа системы (таблица 2).

В случаях, когда не представляется возможным строгое соблюдение нормативов прокладки газопровода, точное расстояние, регламентированное в нормативных документах, может быть уменьшено по решению проектной организации при условии использования труб с повышенным качеством и прокладки газопровода в защитном футляре.

Таблица 2 – Границы охранной зоны газопровода

| Давление газа на вводе в ГРП, ГРПБ, ПРГШ, МПа | Расстояния от отдельно стоящих ПРГ по горизонтали (в свету), м                 |   |  |                                     |
|---|--|---|--|-------------------------------------|
|   | до зданий и сооружений за исключением сетей инженерно-технического обеспечения | до железнодорожных и трамвайных путей (ближайшего рельса) | до автомобильных дорог, магистральных улиц и дорог (обочины) | до воздушных линий электро-передачи |
| До 0,6 включ.                                 | 10   | 10  | 5  | Не менее 1,5 высоты опоры           |
| Св. 0,6                                       | 15   | 15  | 8  | -                                   |

При проектировании газовых систем высокого давления учитывают:

1. результаты технических расчетных операций;
2. запланированную степень экономической эффективности;
3. показатели объема и плотности газопотребления;
4. структурную схему газовой линии.

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 41   |

Газораспределительная система представляет собой сложный комплекс сооружений для осуществления транспортировки и распределения топлива потребителям. Основным показателем, определяющим тип газопроводов, является установленный предел мощности, который зависит от максимального объема газа, прокачиваемого в трубах за единицу времени. Газопроводы высокого давления относятся к системам с большим потенциальным риском при эксплуатации, и требуют повышенного внимания при проектировании и строительстве.

Строительство газораспределительных линий, предназначенных для эксплуатации с высокой рабочей нагрузкой, производится с применением газопроводов высокого давления.

Системы предназначаются для подачи топлива потребителям промышленной отрасли и используются при подаче материала к газораспределительным пунктам в пределах городской черты.

Категории по давлению: 1-я категория представляет собой газопроводы с рабочим давлением 0,6-1,2 Мпа, используемые для подачи топлива на крупные производства с использованием прямого подключения или промежуточных линий среднего и низкого давления. Системы 2-й категории участвуют в городской схеме газораспределения и применяются для подачи топлива потребителям промышленного сегмента.

Закольцованная или лучеобразная сеть, соединенная с трубами среднего и низкого давления, является главным элементом системы, и обеспечивает питание всех подключенных потребителей. Газопровод с показателями давления, превышающими значения в 1,2 Мпа, не используется в системах подведения топлива, расположенных в местах скопления большого количества людей, таких как крупные торговые точки спортивные и развлекательные заведения.

Классификацию газораспределительных сетей определяет сфера применения и рабочие показатели давления, в зависимости от которого монтаж

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 42   |

газопроводов должен выполняться с учетом места расположения и конструкционных особенностей системы. При выборе рабочего давления экономические и технические исследования выполняются в нескольких направлениях:

- определяется уровень потребности в топливе;
- производятся расчеты предельной пропускной способности газопровода;
- выявляется степень риска при эксплуатации.

Газораспределительные сети представляют собой сложную разветвленную схему трубопроводов, имеющих разные параметры внутреннего давления на различных участках. Для того чтобы производить эффективную доставку газа частным потребителям или снабжать топливом небольшие котельные, обслуживающие общественные предприятия, не требуются высокие рабочие параметры системы.

При снабжении газом населения или организаций, работающих в бытовом и коммунальном секторе, эффективно используются газовые системы с низким рабочим давлением.

## **2.2 Контроль давления газа в сетях газораспределения**

Контроль давления газа в сети газораспределения на территории поселений должен осуществляться его измерением не реже одного раза в год (в зимний период) в часы максимального потребления газа. Внеплановые измерения давления газа в распределительных газопроводах могут проводиться для уточнения радиуса действия действующих пунктов редуцирования газа и выявления возможности подключения к сети газораспределения новых потребителей газа, а также для выявления мест закупорок газопроводов гидратными и конденсатными пробками.

Измерение давления газа должно проводиться на выходе из пунктов

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 43   |

редуцирования газа у наиболее удаленных от пунктов редуцирования газа потребителей газа и в других неблагоприятных по условиям подачи газа точках сети газораспределения по схеме, утвержденной техническим руководителем эксплуатационной организации (филиала эксплуатационной организации).

Пункты замера давления газа должны определяться эксплуатационной организацией, исходя из опыта эксплуатации сети газораспределения, с учетом заявок о снижении давления газа, подаваемого в сети газопотребления.

Результаты измерений давления газа в газопроводах должны оформляться записями в специальном эксплуатационном журнале и использоваться для оценки фактического режима давления газа в сети газораспределения и принятия, при необходимости, мер по его оптимизации.

Контроль за давлением газа в газопроводах производится путем его измерения в период наибольшего расхода (в зимний период) и в часы максимального потребления газа.

Рекомендуется производить внеплановые измерения давления для уточнения радиусов действия существующих ГРП, выявления возможности подключения новых потребителей, а также при вводе в эксплуатацию новых потребителей с расходом газа более 10 % от расхода на участке газопровода, к которому присоединяется потребитель.

Замеры давления производятся в заранее намеченных точках газовой сети, на выходе из ГРП и у потребителей по схеме, утверждаемой техническим руководством эксплуатационной организации в установленном порядке.

Точки (пункты) замера давления на газопроводах определяются эксплуатационной организацией, исходя из опыта эксплуатации с учетом заявок потребителей о снижении давления газа.

В схему замеров должны быть включены точки замеров на участках газопроводов у наиболее удаленных от ГРП (по ходу газа) потребителей и другие неблагоприятные по условиям подачи газа точки газовой сети.

При выявлении и уточнении мест закупорки газопроводов гидратными и

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 44   |

конденсатными пробками производятся дополнительные замеры.

Измерения давления следует производить одновременно во всех точках, предусмотренных схемой замеров. Продолжительность проведения работ не должна превышать 1 ч.

Выявление резких перепадов давления на отдельных линейных участках газопровода свидетельствует о наличии закупорок.

Давление на выходе и входе ГРП (ГРУ) потребителей измеряется манометрами.

Для измерения давления на газопроводах следует применять следующие типы манометров:

- при давлении до 0,01 МПа – U-образцовые, заполняемые водой;
- при давлении выше 0,01 МПа – образцовые или пружинные контрольные с соответствующей шкалой.

Герметичность соединений пробок, штуцеров, установленных по окончании замеров давления газа, должна быть проверена приборами или другими способами.

Результаты измерений давления заносятся в специальный журнал. При необходимости оценки фактического режима давления в системе газораспределения по результатам замеров следует составлять режимную карту давлений для сравнения ее с проектной расчетной схемой и выявления причин недостаточного давления газа.

Для восстановления оптимального режима работы систем газораспределения рекомендуется предусматривать прочистку газопроводов, замену отдельных участков или прокладку дополнительных газопроводов, повышение давления газа после ГРП, устройство новых ГРП, кольцевание распределительных газопроводов.

| Иzm. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 45   |

## **2.3 Гидродинамический режим прибрежной зоны в условиях эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом**

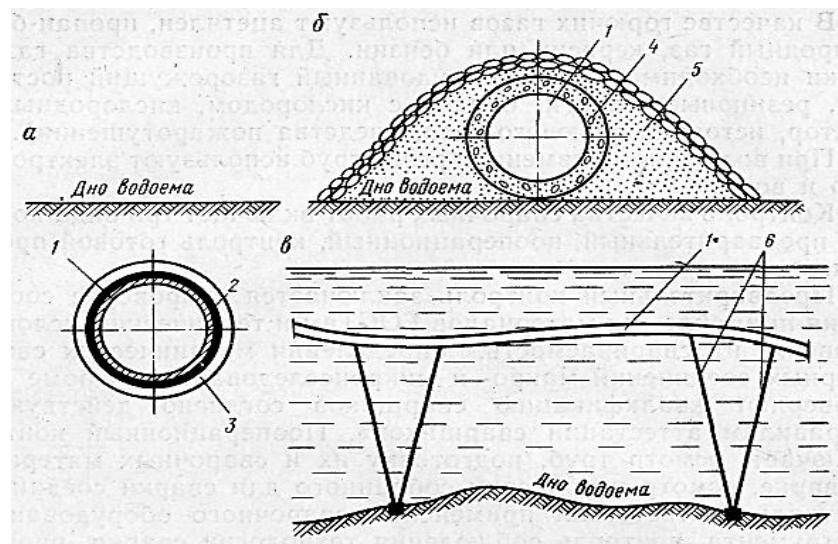
Подводные переходы. Проектируют на основании данных гидрологических, инженерно-геологических и топографических изысканий с учетом условий эксплуатации в районе строительства ранее построенных подводных переходов, существующих и проектируемых гидротехнических сооружений, влияющих на режим водной преграды в месте перехода, и перспективных работ (дноуглубительных и т. д.).

Причем место перехода обязательно согласовывается с соответствующими бассейновыми управлениями речного флота, органами по регулированию использования и охране вод, охраны рыбных запасов и другими заинтересованными организациями.

Места переходов через реки намечают на прямолинейных устойчивых плесовых участках с пологими не размываемыми берегами русла при минимальной ширине заливаемой поймы. Створ подводного перехода, как правило, выбирают перпендикулярным к динамической оси потока. Устройство переходов на перекатах не допускается.

По расположению относительно естественной поверхности дна водоемов газопроводы можно укладывать ниже дна (заглубленный газопровод), на дне (не заглубленный газопровод) и выше дна (погруженный газопровод) (рисунок 6). Трубы подводных переходов магистрального газопровода укладывают обычно по заглубленной схеме, позволяющей надежно защитить их от внешних силовых воздействий. Величину заглубления выбирают с учетом возможных деформаций русла и перспективных дноуглубительных работ. Она должна быть на 0,5 м (до верха пригруженного газопровода) ниже прогнозируемого предельного профиля размыва русла реки, но не менее 1 м от естественных отметок дна водоема.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 46   |



а – заглубленная; б – не заглубленная; в – выше дна; 1 – газопровод; 2 – изоляция; 3 – утяжеляющее покрытие; 4 – защитное покрытие; 5 – обвалование; 6 – гибкое крепление

Рисунок 6 – Схемы укладки подводных газопроводов

Подводные переходы магистральных газопроводов сооружают в одну, две, три и несколько ниток. Число резервных ниток и их диаметр определяются проектом. Минимальные расстояния между осями подводных заглубленных газопроводов с зеркалом воды в межень шириной более 25 м принимаются не менее 30 м для газопроводов диаметром до 1000 мм включительно и 50 м для газопроводов диаметром свыше 1000 мм. Минимальные расстояния между газопроводами, прокладываемыми на пойменных участках подводного перехода, принимаются, как и для линейной части.

На каждом газопроводе подводного перехода на обоих берегах устанавливают запорную арматуру на отметках не ниже отметок горизонта высоких вод (ГВВ) и выше отметок ледохода. Границами подводного перехода газопровода являются: для многониточных переходов – участок, ограниченный запорной арматурой, установленной на берегах; для однониточных переходов – участок, ограниченный ГВВ.

Особое внимание при проектировании уделяют выбору профиля трассы подводного газопровода.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 47   |

Его принимают с учетом допустимых радиусов изгиба газопровода, рельефа русла реки, расчетной деформации, геологического строения дна и берегов, необходимой пригрузки и способа укладки подводного газопровода.

Ширина траншеи для подводного газопровода устанавливается с учетом режима водной преграды, методов ее разработки, способа укладки и условий прокладки кабеля.

Подводные газопроводы диаметром 800 мм и более, укладываемые на глубине более 20 м, проверяют на устойчивость его поперечного сечения от воздействия гидростатического давления воды с учетом изгиба трубы.

Надземные (надводные) переходы. В зависимости от конструктивной схемы перекрытия пролетов бывают балочные, висячие и арочные. Их применяют на переходах через небольшие реки, овраги, балки.

В балочном надземном переходе пролетным строением является самонесущая труба. Различают следующие схемы балочных переходов (рисунок 7): многопролетные без компенсаторов (а), однопролетные с компенсатором (б), многопролетные с П-образным компенсатором (в), многопролетные типа «Змейка», консольные.

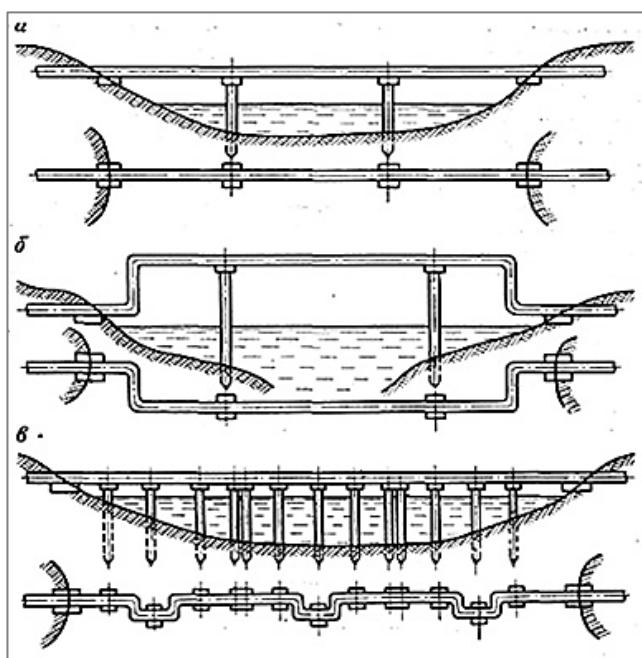


Рисунок 7 – Схемы надземных балочных переходов

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 48   |

Выбор конкретной схемы перехода зависит от диаметра газопровода, нагрузки, гидрологических условий, способа монтажа и удобства обслуживания. Опоры, на которые укладывают газопровод, могут быть свайные, кольцевые, стоечные и плитные, а опорные части – катковые, скользящие и неподвижные.

По конструкции различают следующие схемы висячих переходов: гибкие, «провисающая нить» (рисунок 8) и вантовые. В гибких висячих системах газопровод прикрепляют с помощью подвесок к одному или нескольким несущим тросам, перекинутым через пилоны. Гибкие висячие системы обладают малой вертикальной жесткостью, вследствие чего при динамических воздействиях конструкция может перейти в колебательное движение.

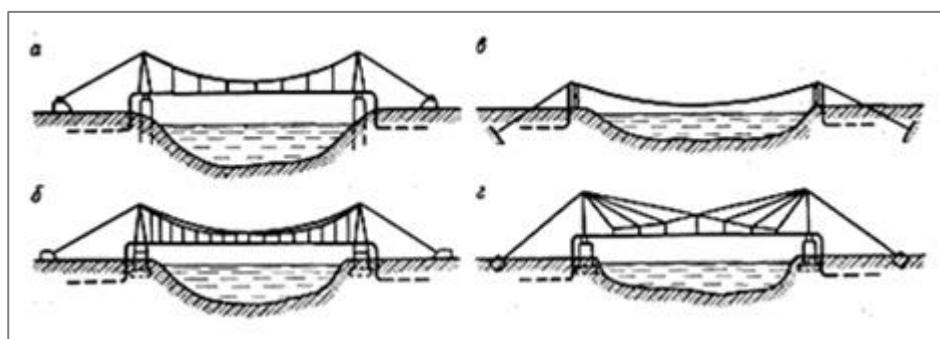


Рисунок 8 – Схемы висячих переходов

В системе «провисающая нить» газопровод свободно провисает под действием собственной массы и массы газа. Эта система наиболее экономична, но менее жесткая. В ней возникают значительно большие напряжения в металле трубы. В вантовых системах газопровод удерживается в проектном положении с помощью наклонных тросов или жестких ферм. Все элементы работают на растяжение и образуют в вертикальной плоскости геометрически неизменную форму. Балочные системы обладают большей вертикальной жесткостью, чем гибкие висячие системы.

Арочные переходы обычно применяют при пересечении каналов. Они состоят из жестких арочных конструкций.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 49   |

Прокладка газопровода в теле насыпи, а также под мостами и в искусственных сооружениях (водопропускных, водоотводных, дренажных трубах и т.д.) железной дороги не рекомендуется.

При подземном пересечении газопроводами железных дорог на участках насыпей высотой более 6 м, а также на косогорных участках (с уклоном более 200 %) в проекте предусматривают дополнительные мероприятия по обеспечению устойчивости земляного полотна.

Габариты приближения надземных переходов газопроводов через железные дороги общей сети, а также внутренние подъездные пути предприятий принимаются в соответствии с ГОСТ 9238 с учетом сохранения целостности земляного полотна при производстве работ.

## 2.4 Технология прокладки морских трубопроводов

Первые суда для прокладки морских трубопроводов появились в конце 40-х годов прошлого века. С небольших барж в мелководных районах трубы, собранные на муфтах, погружались на дно.

Практика показала, что укладка подводных трубопроводов способом свободного погружения даже с созданием в трубопроводе растягивающего усилия не дает возможности выполнить укладку трубопровода на глубину более 10-15 м и при волнении моря более двух баллов.

Необходимость увеличения диаметров укладываемого трубопровода, глубины укладки, производительности укладки и возможности укладки при более сильном волнении вызвало необходимость создания специальных судов.

Около 70% специализированных судов и все многоцелевые трубоукладочные суда применяют способ наращивания трубопровода на горизонтальной монтажной линии с последующим спуском его под натяжением по стингеру.

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 50   |

Напряжения на вогнутом участке регулируются с помощью натяжного устройства, размещенного на ТУС, а напряжения на выпуклом участке трубопровода уменьшаются использованием стингера.

С увеличением диаметра трубопровода или глубины моря необходимо применять более мощные системы натяжения и увеличивать габариты стингера (радиус кривизны и длину).

Применение S-метода укладки ограничивается максимальными напряжениями (относительными деформациями), зависящими от параметров укладываемого трубопровода (изгибной жесткости, отрицательной плавучести), глубины моря (гидростатического давления воды), величины натяжения трубы, радиуса кривизны и длины стингера, а также от воздействия волн и течений.

Наиболее совершенные трубоукладочные суда со стингером осуществляют укладку S-методом трубопроводов диаметром до 1220 мм на глубину моря до 300 м и диаметром до 800 мм на глубину до 700 м со скоростью укладки 3...5 км/сут.

Перспективным способом укладки на большие глубины является укладка с трубоукладочной баржи с изгибом трубопровода по J-образной кривой (так называемый J-метод укладки). В верхней части упругая линия трубопровода принимает форму, приблизительно прямой линии с углом наклона к горизонтали от 40 до 90°, что значительно больше по сравнению с S-образной формой укладки.

На барже трубопровод опирается на спусковую наклонную рампу и не имеет изогнутого (с выпуклостью, обращенной вверх) участка (рисунок 9). Кривизна в провисающей части трубопровода контролируется созданием натяжения.

Основное отличие J-метода укладки от S-метода заключается в отсутствии стингера и в вертикальном расположении верхнего конца трубопровода в процессе укладки при больших глубинах моря, что обуславливает отсутствие напряжений от изгиба на верхнем конце

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 51   |

трубопровода.

С уменьшением глубины моря угол наклона верхнего конца трубопровода относительно горизонтали уменьшается, и поскольку угол наклона рампы ограничен минимальным значением, то минимальная глубина моря, при которой возможно применение J-метода, значительно больше, чем при S-методе.

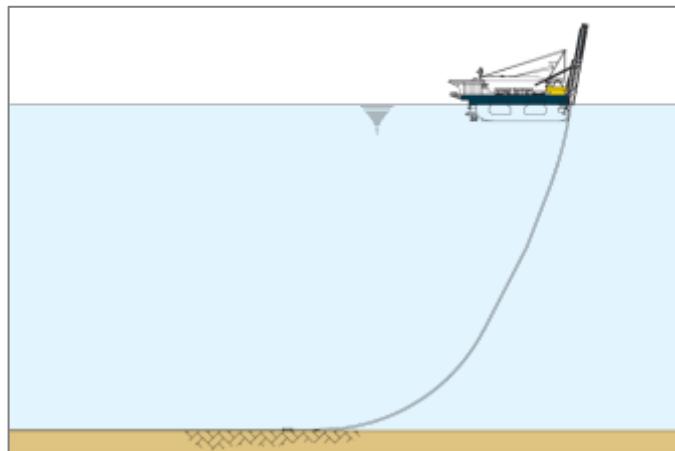


Рисунок 9 – J-метод укладки трубопровода

Наращивание трубопровода происходит в вертикальном положении. При использовании этого метода на транспортировочную рампу подается одна трубная секция или предварительно сваренная из нескольких секций плеть, которая затем передается на наклонную рампу и приваривается к основному трубопроводу в специальной сварочной камере.

Все операции по формированию сварного шва на главной технологической линии: сварка, контроль шва, изоляция выполняются в сварочной камере, предварительная сварка пletи осуществляется либо на самом судне на вспомогательной технологической линии или на берегу.

Этот метод особенно эффективен при глубоководной укладке труб большого диаметра.

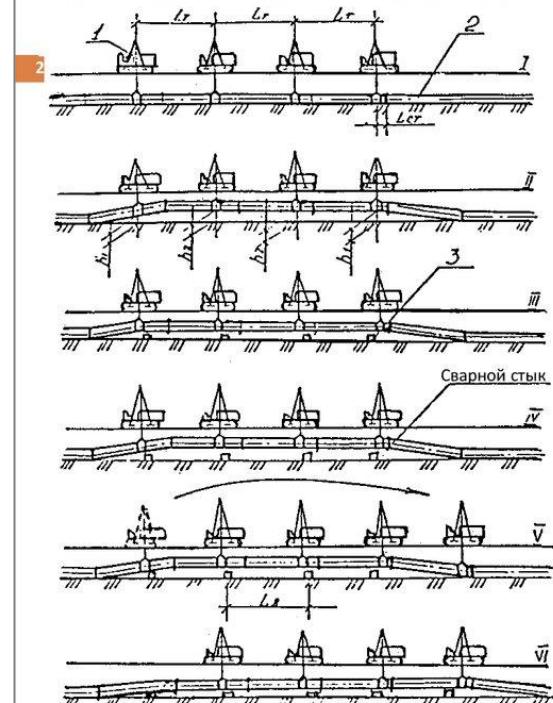
Одной из особенностей сварочного процесса при укладке трубопроводов J-методом является то, что полный цикл операции приварки трубной секции к спускаемой плети, контроль и изоляция сварного шва выполняются на одном

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|      |      |          |         |      |  | 52   |

посту.

При укладке J-методом напряженно-деформированное состояние глубоководных трубопроводов зависит от параметров укладываемого трубопровода (изгибной жёсткости, отрицательной плавучести), глубины моря (гидростатического давления воды), величины натяжения трубы и воздействия волн и течений. Эпюра изгибающего момента по длине укладываемого глубоководного трубопровода показана на рисунке 10 (а).

### Подъем и укладка трубопровода на лежки с переходом одного трубоукладчика



а) J-метод укладки б) S-метод укладки

Рисунок 10 – Эпюры изгибающих моментов, возникающих при укладке трубопровода

Совместное действие изгибающего момента, наружного гидростатического давления и продольного усилия создаёт опасность потери устойчивости поперечного сечения трубы в виде локального смятия и последующего за ним лавинного смятия.

Лавинное смятие заключается в распространении возникшего дефекта вдоль всего глубоководного участка трубопровода. Скорость распространения волны смятия может достигать 100-150 м/с.

Лавиноопасный процесс смятия может самопроизвольно остановиться только при существенном снижении внешнего гидростатического давления воды.

Для защиты глубоководных трубопроводов от лавинного смятия необходимо увеличивать толщину стенки трубы или устанавливать ограничители лавинного смятия (вставки трубы с увеличенной толщиной стенки) с определённым шагом вдоль всего глубоководного участка трубопровода.

Однако, как показывают расчёты, по мере увеличения глубины моря рост толщины стенки для глубоководных трубопроводов может быть весьма значителен, что создаст непреодолимые трудности при их изготовлении на заводе, сварке и укладке на дно моря. Ограничители лавинного смятия не позволяют полностью исключить явление лавинного смятия, но локализуют его в пределах участка между двумя соседними ограничителями.

Проблема исследования напряженно-деформированного состояния и потери устойчивости поперечного сечения трубопроводов больших диаметров ( $D > 1219$  мм) при укладке на глубины моря более 500 м является недостаточно изученной.

Освоение нефтяных и газовых месторождений, расположенных на шельфе, невозможно без строительства трубопроводов. На современных морских нефтепромыслах одни подводные трубопроводы связывают отдельные морские платформы с центральным накопителем и плавучим причалом, который оборудован для швартовки танкеров, другие соединяют накопители непосредственно с береговым нефтехранилищем.

Технология строительства морских трубопроводов предусматривает следующие этапы: земляные работы, подготовку трубопровода к укладке, его

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 54   |

укладку, засыпку и защиту от повреждений.

Необходимость в заглублении морских трубопроводов связана с тем, что в противном случае они могут быть повреждены при перемещении прибрежных льдов, тралями, якорями судов и т.п.

При земляных работах используются устройства, разрабатывающие траншею как с поверхности воды, так и в подводном положении.

К первым относятся плавучие земснаряды, гидромониторные установки, грейферные землечерпалки, пневматические и гидравлические грунтососы. Ко вторым – различного рода автономные устройства, работающие под водой.

Так, в Италии создан земснаряд S-23, который может разрабатывать траншеи на глубине до 60 м. Рытье траншеи осуществляется фрезерным рыхлителем со скоростью до 130 м/ч в грунтах средней плотности. Параметры отрываемой траншеи следующие: глубина – до 2,5 м, ширина по дну – от 1,8 до 4,5 м.

В Японии разработаны бульдозер и экскаватор для ведения работ под водой на глубине до 70 м. Бульдозер массой 34 т имеет мощный двигатель и перемещается на гусеницах. В отличие от земснарядов он может разрабатывать плотные грунты.

Точность такой отсыпки невелика. Поэтому в настоящее время роль бульдозера выполняют специальные щиты, которыми управляют гидроцилиндры, связанные с ЭВМ.

Такие устройства позволяют качественно выполнить засыпку трубопровода при волнах высотой в двухэтажный дом и скорости ветра до 15 м/с.

Другой способ защиты морских трубопроводов от повреждений – это укладка асфальта поверх траншеи. Асфальтирование морского дна производится с помощью плавучего асфальтового завода.

С его палубы готовая смесь подается на дно по вертикальной трубе, в центре которой проходит труба-подогреватель с тем, чтобы из-за контакта с

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 55   |

относительно холодной водой асфальт не успел остыть.

На дне асфальт разравнивает и укатывает автоматическое устройство, аналогичное применяемым при асфальтировании площадей и улиц. За один проход укладчика на дне появляется заасфальтированный участок шириной 5 м и толщиной 85 мм.

Допустимое отклонение по толщине стенки  $\pm 10\%$ , по наружному диаметру  $1\%$ . Водо-газопроводные трубы поставляются черные без резьбы длиной 4-12 м, оцинкованные – с резьбой длиной 4-8 м. Допустимые отклонения по толщине стенки – минус  $15\%$ .

Латунные трубы поставляются длиной от 0,5 до 6 м. Допустимые отклонения по толщине стенки  $\pm 10\%$ , по наружному-диаметру – минус  $10\%$  (для труб общего назначения).

Материал труб зависит от назначения трубопроводов (таблица 3).

Таблица 3 – Выбор метла в зависимости от назначения

| Наименование трубопровода  | Материал и тип труб  |
|--|--|
| Паропроводы при $t = 430^\circ$  | Легированной стали, бесшовные  |
| Паропроводы свежего пара при $t = 251 - 430^\circ$ и                       | Стальные бесшовные   |
| Паропровод отработавшего пара, парового отопления и обогревания цистерн    | Медные; допускаются стальные бесшовные   |
| Санитарная система пресной воды, охлаждающие и перекачивающие пресной воды | Стальные оцинкованные или бакелированные водо-газопроводные и бесшовные  |
| Санитарные системы (фановая, сточная и забортной воды)                     | Медные, медноникелевые; допускаются стальные бакелизированные или оцинкованные бесшовные, сварные и водо-газопроводные |
| Пожарная система   | Медноникелевые, медные; допускаются стальные бесшовные оцинкованные или бакелизированные                               |
| Шпигаты с открытых палуб   | Стальные оцинкованные или бакелизированные сварные и водо-газопроводные  |
| Охлаждающие трубопроводы забортной воды                                    | Медные и медноникелевые  |
| Питательные до насосов, конденсатные                                       | Медные, стальные бесшовные оцинкованные или бакелизированные   |
| Напорно-питательные  | Стальные бесшовные или медные (при $pp < 32 \text{ кг}/\text{см}^2$ )  |
| Топливные трубопроводы   | Стальные бесшовные   |

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|      |      |          |         |      |  | 56   |

|  |   |
|--|---|
| Масляные трубопроводы  | Медные и стальные бесшовные; допускаются сварные для наливных и приемных труб |
| Воздухопроводы   | Стальные бесшовные, медные и биметаллические                                  |
| Воздушные, измерительные и газопроводные                           | Стальные бесшовные, водо-газопроводные и электросварные                       |
| Выхлопные трубопроводы   | Стальные сварные и бесшовные  |
| Манометры  | Медные  |
| Трубопроводы агрессивных проводимых сред                           | Нержавеющей стали   |
| Охлаждающий трубопровод, топливный и масляный трубопроводы катеров | Дюралевые трубы   |

При проектировании и изготовлении трубопроводов типоразмеры труб выбираются согласно ограничительным ведомственным нормам судостроительной промышленности:

- для стальных бесшовных труб по С1-643-53;
- для медных труб по С1-645-53;
- для водо-газопроводных труб по С1-644-49 (редакция 1955 г.).

Материалы для арматуры. Для трубопроводов из стальных и биметаллических труб применяется стальная арматура, из цветных сплавов или чугунная; для медных трубопроводов из цветных сплавов.

Материал для ремонта систем трубопроводов и арматуры суднаарматуры из цветных сплавов применяется по нормали С1-667-53.

Для трубопроводов из легких сплавов используется, как правило, арматура из легких алюминиевых сплавов.

Латунная арматура (марок ЛК80-ЗЛ, ЛМц 58-2, ЛЖМц 59-1-1, ЛС59-1, Л0 62-1) применяется для пресной воды, масла, воздуха и пара при  $t < 250^\circ$ , бронзовая арматура (марок Бр. АМц 9-2, Бр. ОЦ 10-2) – для морской воды, стальная арматура (сталь 25Л, шпиндель и уплотнительные кольца – из стали 2Х13) – для воздуха, масла, нефти, пресной воды и пара при  $t < 400^\circ$ .

Арматура для пара и питательной воды при  $pp = 64 \text{ кг}/\text{см}^2$  и  $t = 450 \pm 20^\circ$  изготавливается из молибденовой стали 20ХМ-Л ко С1-929-47 (для пара) и стали 25-4522 по ГОСТ 977-41 (для питательной воды).

Планки и отличительные таблички для судовой арматуры и приборов изготавливаются и гравируются согласно ГОСТ 1470-53. Материал планок и табличек; лента свальная по ГОСТ 503-41; латунная полоса по ГОСТ 931-52; пластмасса.

Маховики для арматуры изготавляются по ГОСТ 5260-50 и ГОСТ 852-53, рукоятки – по ГОСТ 1043-53. Типы, основные размеры и технические условия на детали приводов арматуры – ведомственную нормаль С1-511-55.

Путевые протекторы для защиты от коррозии труб забортной воды

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 57   |

устанавливаются в виде ввертной пробки с впаянным в нее цинковым протектором и применяются для труб с Dy = 20-200 мм согласно нормали С1 – 1495-52. Материал протектора – катаный цинк марки Ц-2 по ГОСТ 3640 – 47.

Материал пробки – латунь с механическими свойствами не ниже σ<sub>b</sub> = 37 кг/см<sup>2</sup>, δ10 – 12 и %.

При проектировании подводных переходов и газопроводов, прокладываемых в водонасыщенных фунтах, производится расчет устойчивости положения (против всплытия) и необходимости балластировки газопровода в соответствии с разделом «Расчет газопроводов на прочность и устойчивость» (СП 42-102 и СП 42-103).

Газопроводы рассчитываются на всплытие в границах ГВВ 2 % обеспеченности (водные преграды) и максимального УГВ (водонасыщенные фунты).

Установка пригрузов на газопроводах, прокладываемых на сезонно подтопляемых участках, не требуется, если фунт засыпки траншеи обеспечивает проектное положение газопровода при воздействии на него выталкивающей силы воды.

При наличии напорных вод глубина траншеи под газопровод назначается с учетом недопущения разрушения дна траншеи напорными водами.

При проектировании газопровода на участках, сложенных грунтами, которые могут перейти в жидкотекучее состояние, при определении выталкивающей силы следует вместо объемного веса воды принимать объемный вес разжиженного фунта по данным инженерно-геологических изысканий.

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Безопасная эксплуатация газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|      |      |          |         |      |  | 58   |

### **3 Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом**

### **3.1 Работы, проводимые при техническом обслуживании ГРП**

Периодичность проведения технического осмотра ГРП должна устанавливаться эксплуатационной организацией самостоятельно с учетом обеспечения условий их безопасной эксплуатации, но не реже одного раза в месяц для ГРП, размещенных в зданиях и в блоках контейнерного типа.

Проверка перепада давления на фильтре вновь введенных в эксплуатацию ГРП в течение первых двух недель эксплуатации производить ежедневно.

При техническом осмотре ГРП должны выполняться следующие виды работ:

- внешний и внутренний осмотр здания (блоков контейнерного типа) или шкафа;
  - проверка состояния окраски шкафов, ограждений, газопроводов обвязки и технических устройств;
  - внешний осмотр газопроводов и технических устройств, очистка их от загрязнений;
  - проверка положения регулировочных элементов защитной и предохранительной арматуры;
  - внешний осмотр систем инженерно-технического обеспечения (отопление, вентиляция, электроснабжение и молниезащита);
  - выявление утечек газа из разъемных соединений прибором или пенообразующим раствором;

- проверка соответствия режимной карте давления газа на выходе из пункта редуцирования газа;
- проверка перепада давления на фильтре;
- проверка наличия пломб на запорной арматуре байпаса счетчика и счетном механизме;
- внешний осмотр средств измерений и контроль сроков проведения их поверки;
- проверка температуры воздуха в помещении (в отопительный период, при наличии отопительного оборудования);
- проверка состояния и очистка от посторонних предметов прилегающей территории.

Результаты технического осмотра должны быть оформлены записями в журнале проведения технического осмотра ГРП. При выявлении необходимости устранения дефектов технических устройств, замены средств измерений, ремонта здания или систем инженерно-технического обеспечения должны быть приняты меры по организации соответствующих работ.

Техническое обслуживание газорегуляторных пунктов (ГРП, размеченный в здании и имеющий собственные ограждающие конструкции) должно производиться не реже одного раза в шесть месяцев.

Внеплановое техническое обслуживание отдельных технических устройств ГРП должно проводиться по истечении среднего срока службы, установленного изготовителем.

При техническом обслуживании технологического оборудования ГРП должны выполняться следующие виды работ:

- работы, выполняемые при техническом осмотре;
- устранение утечек газа из разъемных соединений технических устройств;
- осмотр фильтра и (при необходимости) очистка фильтрующего элемента;

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |      |
|      |      |          |         |      |  | 60   |

- проверка соответствия параметров настройки предохранительной и защитной арматуры режимной карте;
- смазка подвижных элементов запорной арматуры (без разборки);
- проверка работоспособности запорной арматуры;
- проверка уровня заправки счетчика маслом, смазка счетного механизма и заливка масла (при необходимости), промывка счетчика (при необходимости);
- проверка работоспособности средств измерений установкой стрелки на нулевое деление шкалы и (при необходимости) их замена;
- очистка помещения и технических устройств ГРП от загрязнений (при необходимости);
- устранение выявленных дефектов и неисправностей.

Технические устройства с дефектами и неисправностями, не позволяющими обеспечить герметичность закрытия или требуемые параметры настройки рабочего режима ГРП, должны быть заменены исправными идентичными техническими устройствами.

Результаты технического осмотра оформляются записями в эксплуатационных журналах ГРП.

### **3.2 Текущий ремонт**

Текущий ремонт технологического оборудования должен производиться по результатам мониторинга технического состояния и проведения технического обслуживания ГРП, но не реже одного раза в три года, если иное не установлено изготовителем оборудования. При эксплуатации оборудования свыше среднего срока службы, установленного изготовителем, текущий ремонт производится ежегодно.

При текущем ремонте должны выполняться следующие виды работ:

- замена изношенных деталей технических устройств;

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|      |      |          |         |      |  | 61   |

- устранение повреждений газопроводов обвязки технологического оборудования;
- восстановление окраски шкафов ГРП, ограждений, газопроводов обвязки и технических устройств.

Внеплановый текущий ремонт должен производиться при возникновении инцидентов (нарушений режимов работы или работоспособности технических устройств) в процессе эксплуатации ГРП.

Сведения о текущем ремонте должны быть оформлены записями в эксплуатационных журналах ГРП.

### **3.3 Капитальный ремонт**

Капитальный ремонт должен производиться в сроки, установленные изготовителем.

Внеплановый капитальный ремонт может производиться при необходимости на основании дефектных ведомостей, составленных по результатам мониторинга технического состояния, технического обслуживания и текущего ремонта ГРП.

При капитальном ремонте должны выполняться следующие виды работ:

- замена неисправных технических устройств;
- замена изношенных технических устройств с истекшим сроком эксплуатации;
- замена узлов учета, газопроводов обвязки, ограждений и шкафов ГРП.

Сведения о капитальном ремонте должны быть оформлены записями в эксплуатационных паспортах ГРП. В технологические схемы ГРП по результатам проведения капитального ремонта должны вноситься соответствующие изменения.

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|      |      |          |         |      |  | 62   |

### **3.4 Остановка ГРП**

ГРП останавливают как для плановых работ (например, текущий ремонт в основном при отсутствии байпаса, так и при аварийных ситуациях (напри утечка газа). Остановка ПРГ производится в следующей последовательности:

- открыть кран к выходному манометру;
- вывернуть стакан пилота. На закальцованных ГРП убедиться в устойчивой закальцовке;
- закрыть входную запорную арматуру, вывести из зацепления рычаги клапана защитной арматуры (ПЗК), закрыть клапан ПЗК (опустить его седло);
- закрыть выходную запорную арматуру, краны наимпульса; регулятору давления и ПЗК;
- стравить газ через продувочные свечи;
- установить заглушки (поворотные или инвентарные) после входной перед выходной запорной арматурой. Если запорные арматуры обеспечив герметичность перекрытия, то заглушки можно не устанавливать.

### **3.5 Контроль работы узлов ГРП**

Контроль узлов ГРП проверяется выполнением следующих операций:

1. проверка настройки рабочих параметров технологического оборудования;
2. осмотром мест присоединения компонентов к линии редуцирования;
3. осмотром мест присоединения дифманометров, показывающих манометров и индикаторов;
4. наличием отметок о поверке манометров и индикаторов;
5. внешним осмотром общего состояния технологического оборудования отсутствие механических повреждений;
6. проведение контрольной опрессовки;

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 63   |

7. проверка герметичности разъемных и сварных соединений основной и резервной линии прибором или пенообразующим

8. раствором при рабочем давлении газа;

Далее подается воздух (или инертный газ) в газопроводы и оборудования под давлением 0,01 МПа, ведется наблюдение за манометром, в течение одного часа. Падение давления по окончании опрессовки не должно превышать 0,0006 МПа. Если падение давления превысит это значение, необходимо найти и устранить утечки, после чего произвести повторную опрессовку.

После опрессовки необходимо стравить воздух из газопроводов ГРП и закрыть краны на продувочных свечах, завернув пробку и т.д.

Текущий ремонт запорной арматуры осуществляется без ее демонтажа.

Данные о проведенном техническом обслуживании и текущем ремонте заносятся в журнал профилактических осмотров и ремонтов лицом, ответственным за исправное состояние объекта. Журнал хранится у лица, ответственного за исправное состояние объекта.

Капитальный ремонт запорной арматуры осуществляется с ее демонтажем. Демонтаж подлежащих капитальному ремонту задвижек, обратных клапанов производится согласно графику.

При капитальном ремонте производятся все операции текущего ремонта, а также: полная разборка и дефектация всех деталей и узлов, их восстановление или замена пришедших в негодность в результате коррозии, чрезмерного механического износа узлов и базовых деталей запорной арматуры.

После капитального ремонта арматура подвергается испытаниям на прочность и плотность материалов и сварных швов, герметичность по отношению к внешней среде, герметичность затвора и работоспособность в соответствии с требованиями ГОСТ 5762-74Е и нормативно-технической документации на капитальный ремонт запорной арматуры.

Испытание на прочность и плотность материала задвижки в сборе проводится при открытом затворе и заглушенных. Испытания на прочность и

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 64   |
|      |      |          |         |      |  |      |

плотность проводятся при постоянном давлении в течение времени, необходимого для осмотра задвижки. Пропуск среды и потение сквозь металлы и сварные швы не допускаются.

Проверяется герметичность верхнего уплотнения крышки-шпиндель при ослабленных креплениях сальникового уплотнения и полностью поднятом шпинделе задвижки. Проверяется герметичность сальникового уплотнения и прокладки между крышкой и корпусом. Протечки среды не допускаются. Метод контроля визуальный.

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Технология эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом | Лист |
|      |      |          |         |      |  | 65   |

## **4 Расчетная часть**

Газ, как источник загрязнения атмосферы, в процессе эксплуатации газопровода может проявить себя при плановом и аварийном ремонтах газопровода с опорожнением газопровода

### **4.1 Расчет полиэтиленового трубопровода на прочность**

Цель расчета: проверка газопровода на прочность при воздействии силовых и деформационных нагрузений, а также при сейсмическом воздействии.

Исследуемая трасса проходит от площадки ГРС «Троицкое» (расположенной на 500 метров северо-восточнее села Троицкое) в северо-западном направлении преимущественно вдоль существующей ЛЭП. Участок газопровода начинается в точке врезки в газопровод среднего давления ГРП «Ольховая» – село Троицкое. Природный газ в указанную сеть транспортируется от ГРС «Троицкое». Далее устанавливается газорегуляторный пункт блочный (ГРП) для снижения давления газа с высокого давления второй категории до среднего давления. Далее газопровод соединяется с ГРП низкого давления к частному сектору села «Троицкое». Движется в северо-западном направлении, пересекает кабели связи, реку Бурчага, участки со сложным рельефом, ручей Безымянный и ложбины. Затем от основной трассы идет ответвление в юго-западном направлении к селам Первая Падь и Вторая Падь с установкой ГРП в обоих населенных пунктах.

В Сахалинской области с 2008 года действует совместная с «Газпромом» программа снабжения региона голубым топливом.

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |   |      |  |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|---|------|--|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Расчетная часть  | Лит.  | Лист |  |
| Руковод. | Чухареева Н.В.  |          |         |      |  |   | 66   |  |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      |  |   | 108  |  |
|          |                 |          |         |      |  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |      |  |

По общим правилам газовая монополия проектирует и строит межпоселковые сети, а регион или муниципальные власти занимаются «разводкой» по конкретному населенному пункту или кварталу.

Нагрузки и воздействия, действующие на газопроводы, различаются на [20]:

- силовые нагрузки – внутреннее давление газа, вес газопровода, сооружений на нем и вес транспортируемого газа, давление грунта, гидростатическое давление и выталкивающая сила воды, нагрузки, возникающие при укладке и испытании;
- деформационные нагрузки – температурные воздействия, воздействия предварительного напряжения газопровода (упругий изгиб, растяжка компенсаторов и т.д.), воздействия неравномерных деформаций грунта (просадки, пучение, деформации земной поверхности в районах горных выработок и т.д.); сейсмические воздействия.

*Исходные данные для расчета:*

- газопровод диаметром  $d_e = 110$  мм, материал ПЭ 80, SDR 11;
- максимальное рабочее давление в газопроводе  $P=0,6$  МПа;
- минимальная температура стенок трубы при эксплуатации (температура эксплуатации)  $t_e = 0$  °C;
- температурный перепад  $\Delta t = 5$  °C;
- радиус упругого изгиба трубопровода  $\rho = 65,0$  м;
- сейсмическая активность равна 8 баллам.

*Методика расчета:* Расчет производится в соответствии с СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов».

*Расчет:*

Проверка прочности газопровода состоит в соблюдении следующих условий:

- при действии всех нагрузок силового нагружения (МПа) по формуле:

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      |                 | 67   |

$$\sigma_{\text{пр}F} \leq 0,4 \cdot MRS, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\text{пр}F}$  – продольное фибровое напряжение от силового нагружения, МПа;  
 $MRS$  - минимальная длительная прочность, МПа.

При совместном действии всех нагрузок силового и деформационного нагружений и сейсмических воздействий определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{пр}NS} \leq 0,7 \cdot MRS, \quad (1)$$

где  $\sigma_{\text{пр}NS}$  – продольное осевое напряжение от совместного силового, деформационного нагружений и сейсмических воздействий, МПа.

$$\sigma_{\text{пр}S} \leq MRS, \quad (2)$$

где  $\sigma_{\text{пр}S}$  – продольное фибровое напряжение от совместного силового, деформационного нагружений и сейсмических воздействий, МПа.

Минимальная длительная прочность определяется по формуле:

$$MRS = \frac{\Pi \varnothing}{10} = \frac{80}{10} = 8 \text{ МПа}. \quad (3)$$

Значение продольного фибрового напряжения от силового нагружения определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{пр}F} = \frac{2 \cdot \mu \cdot P}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1}, \quad (4)$$

где  $\mu$  – коэффициент Пуассона материала труб;

$P$  – рабочее давление, МПа;

$SDR$  – стандартное размерное отношение.

Коэффициент Пуассона материала труб по СП 42-101-2003 [20] принимается равным 0,43.

Тогда значение продольного фибрового напряжения от силового нагружения равно:

$$\sigma_{\text{пр}F} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,6}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} = 1,04 \text{ МПа}$$

Значение продольного осевого напряжение от совместного силового и деформационного нагружений определяется по формуле:

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      |                 | 68   |

$$\sigma_{\text{пр}NS} = \frac{2 \cdot \mu \cdot P}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} - a \cdot E(t_e) \cdot \Delta t , \quad (5)$$

где  $a$  - коэффициент линейного теплового расширения материала труб,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  
 $E(t_e)$  – модуль ползучести материала труб при температуре эксплуатации, МПа;

$\Delta t$  - температурный перепад,  $^{\circ}\text{C}$ .

Коэффициент линейного теплового расширения материала труб по СП 42-101-2003 принимается равным  $2,2 \cdot 10^{-4} ^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Модуль ползучести материала труб для срока службы газопровода 50 лет принимается в зависимости от температуры эксплуатации по графику, приведенному в СП 42-101-2003 на рисунке 11, где напряжения в стенке трубы определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{P \cdot (SDR - 1)}{2} = \frac{0,6 \cdot (11 - 1)}{2} = 3 \text{ МПа} .$$

Модуль ползучести материала труб примем равным 310 МПа.

$$\sigma_{\text{пр}NS} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,6}{\left[1 - \frac{2}{10}\right]^{-2}} - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 310 \cdot 10 =$$

Значение продольного фиброго напряжения от совместного силового и деформационного нагружений определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{пр}S} = \frac{2 \cdot \mu \cdot P}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} - a \cdot E(t_e) \cdot \Delta t + \sigma_{oy} + \frac{E(t_e) \cdot d_e}{2 \cdot \rho}$$

где  $d_e$  – наружный диаметр газопровода, м;

$\rho$  – радиус упругого изгиба трубопровода, м.

$\sigma_{oy}$  – дополнительные напряжения в газопроводе, обусловленные прокладкой его в сейсмических районах, МПа

Значение продольного фиброго напряжения от совместного силового и деформационного нагружений и сейсмических воздействий равно:

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      |                 | 69   |

$$\sigma_{\text{пр}S} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,6}{\left[1 - \frac{2}{1+1}\right]^{-2}} - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 310 \cdot 10 + 0,4 + \frac{310 \cdot 0,110}{2 \cdot 65} =$$

Результаты прочностного расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчета газопровода на прочность

| Расчетное значение напряжения             | Значение критерия                 | Выполнение условия            |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| $\sigma_{\text{пр}F} = \text{XXX МПа}$    | $0,4 \cdot MRS = 3,2 \text{ МПа}$ | Условие прочности выполняется |
| $\sigma_{\text{пр}NS} = 0,XX \text{ МПа}$ | $0,7 \cdot MRS = 5,6 \text{ МПа}$ | Условие прочности выполняется |
| $\sigma_{\text{пр}S} = 1,XXX \text{ МПа}$ | $MRS = 8 \text{ МПа}$             | Условие прочности выполняется |

## 4.2 Расчет балластировки полиэтиленового газопровода

*Цель расчета:* определение необходимой величины балластировки при переходе через водные преграды для обеспечения высотного положения в траншее на проектных отметках, на участках с высоким уровнем грунтовых вод.

*Исходные данные для расчета:*

- газопровод диаметром  $d_e = 110 \text{ мм}$ , материал ПЭ 80, SDR 11;
- максимальное рабочее давление в газопроводе  $P=0,6 \text{ МПа}$ ;
- минимальная температура стенок трубы при эксплуатации (температура эксплуатации)  $t_e = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- температурный перепад  $\Delta t = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- радиус упругого изгиба трубопровода  $\rho = 65,0 \text{ м}$ ;
- сейсмические активность равна 8 баллам.
- вес одного пригруза  $Q_{\text{пр}} = 490,5 \text{ Н}$

*Методика расчета:*

Расчет производится в соответствии с СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов» [20]

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      |                 | 70   |

Для обеспечения проектного положения газопроводов на подводных переходах, на участках прогнозного обводнения, на периодически обводняемых участках применяются балластировки.

В проектной документации из видов балластировки применяются пригрузы.

1. Максимально допустимое расстояние между пригрузами по формуле 11 п. 5.68 СП 42-103-2003:

$$l_{\text{пр}} \leq \frac{Q_{\text{пр}} \cdot \gamma_b \cdot (\rho_b - \gamma_a \cdot \rho_w)}{\rho_b \cdot [\gamma_a \cdot (q_w + w_{\text{изг}}) - q_q]}, \quad (6)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – вес одного пригруза, Н

$\gamma_b$  – коэффициент надежности по материалу пригруза принимается с таблицы – 6 СП 42-103-2003: - для железобетонных грузов и мешков с цементно-песчаной смесью - 0,85;

$\rho_b$  – плотность материала пригруза, гв, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_a$  – коэффициент устойчивого положения, га

$\rho_w$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$q_q$  – собственный вес единицы длины газопровода, Н/м;

$m_q$  – масса 1м трубы, кг

$$l_{\text{пр}} \leq \frac{490,5 \cdot 0,85 \cdot (2400 - 1,05 \cdot 1040)}{2400 \cdot 1,05 \cdot (1040 + 0,52) - 30,81} =$$

Необходимая величина балластировки при переходе через водные преграды составила 3,25 метров.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      |                 | 71   |

#### **4.3 Проведение расчетов методом численного статистического моделирования водопоглощения для выбора подходящего материала.**

Для проведения расчетов и использования численного статистического моделирования, были взяты исходные данные [1].

Таблица 4 – Исходные данные из статьи

| Название параметра              | Значение (характеристика) параметра |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Газопровод                      | Полиэтиленовый                      |
| Тип полиэтиленового газопровода | SDR11                               |
| Диаметр газопровода, мм         | 110                                 |
| Длина газопровода, м            | 1,5                                 |
| Толщина стенки газопровода, мм  | 10                                  |
| Футляр                          | Стальной                            |
| Диаметр футляра, мм             | 219                                 |
| Длина футляра, м                | 1,5                                 |
| Толщина футляра, мм             | 6                                   |

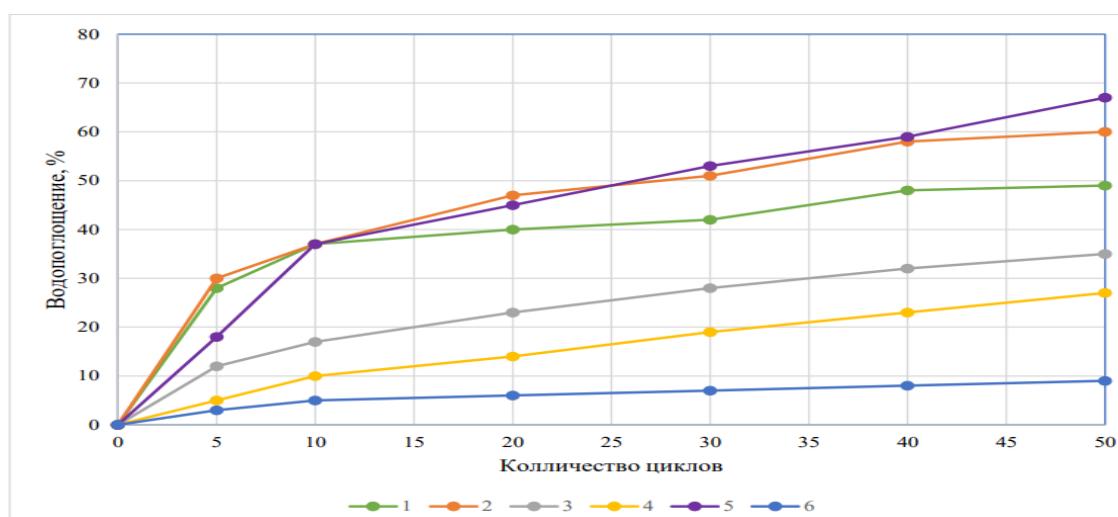
Для оценки и исследования характера аварий по средству модельного испытания полиэтиленового газопровода, был изготовлен макет, представляющий собой отрезок газопровода в стальном футляре с указанными в таблице 4 параметрами.

Материалы, используемые в качестве компенсатора, испытанные методом термоциклизации закрытопористые полимеры с высокой морозостойкостью и с низким водопоглощением представлены в таблице 5.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
|      |      |          |         |      |                 | 72   |

| № материала | Название материала | Плотность материала, кг/м <sup>3</sup> |
|-------------|--------------------|--|
| 1           | nopaplank          | 35                                     |
| 2           | ethafoam 220       | 38                                     |
| 3           | arctic 65          | 65                                     |
| 4           | arctic 100         | 100                                    |
| 5           | tekhnoplex         | 30                                     |
| 6           | penofol            | 27                                     |

На рисунке 14 представлен график модельного испытания компенсирующих материалов, который представляет собой зависимость водопоглощения относительно количества циклов.



1 – nopaplank; 2 – ethafoam 220; 3 – arctic 65; 4 – arctic 100; 5 – tekhnoplex; 6 – tekhnoplex

Рисунок 14 – Графики изменения водопоглощения вспененных полимерных материалов от циклов замораживания. Метод Монте-Карло подразумевает численный статистический метод решения задач при помощи случайных величин. Данный метод подразумевает собой вычислительные алгоритмы, которые основаны на многократном подборе случайной выборки для получения численных результатов.

Основная задача использовать хаотичность, чтобы решить поставленную задачу. Используем метод Монте-Карло, опираясь на ГОСТ 34100.3.1-2017 для создания собственной выборки значений подчиненной нормальному закону распределения. В программном обеспечении Excel 2019 составим два столбца с 21 случайными значениями, используя функцию СЛЧИС() [16]

Результаты представлены в таблице 6

Таблица 6 – Случайно сгенерированные значения

| №  | $l_n$ | $l_{n-1}$ |
|----|-------|-----------|
| 1  |       |           |
| 2  |       |           |
| 3  |       |           |
| 4  |       |           |
| 5  |       |           |
| 6  |       |           |
| 7  |       |           |
| 8  |       |           |
| 9  |       |           |
| 10 |       |           |
| 11 |       |           |
| 12 |       |           |
| 13 |       |           |
| 14 |       |           |
| 15 |       |           |
| 16 |       |           |
| 17 |       |           |
| 18 |       |           |
| 19 |       |           |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 20 |  |  |
| 21 |  |  |

Случайно сгенерированные числа  $l_n$  и  $l_{n-1}$  распределенные равномерно.

По следующей формуле определяем случайные числа с нормальным распределением:

$$U_n = \sqrt{2 \ln \left( \frac{1}{l_n} \right)} \cdot \sin(2\pi \cdot l_{n-1}) \quad (1)$$

Рассчитаем по данной формуле значение для  $U_1$ :

$$U_1 = \sqrt{2 \ln \left( \frac{1}{0,5097} \right)} \cdot \sin(2\pi \cdot 0,8968) =$$

Аналогичным образом рассчитываем значения  $U_n$ . Полученные значения представлены в таблице 7:

Таблица 7 – Значения  $U_n$  с нормированным нормальным распределением

|   |             |    |             |    |             |
|---|-------------|----|-------------|----|-------------|
| 1 | -<br>0,7041 | 8  | 0,8556      | 8  | 0,8556      |
| 2 | 0,8392      | 9  | -<br>0,6576 | 9  | -<br>0,6576 |
| 3 | 1,7495      | 10 | -<br>0,1791 | 10 | -<br>0,1791 |
| 4 | -<br>0,4413 | 11 | -<br>2,5908 | 11 | -<br>2,5908 |
| 5 | 0,4399      | 12 | 0,6476      | 12 | 0,6476      |
| 6 | 0,9621      | 13 | 1,4687      | 13 | 1,4687      |

|   |             |    |        |    |          |
|---|-------------|----|--------|----|----------|
| 7 | -<br>0,4036 | 14 | 0,5139 | 14 | ■<br>XXX |
|---|-------------|----|--------|----|----------|

Трансформируем значения в нормально распределенную выборку со значениями  $I_n$  по формуле:

$$I_n = \mu + U_n \sigma_i^{[I_0]} \quad (2)$$

где  $\mu$  – заданный центр распределения случайной величины;  $\sigma_i$  – стандартное отклонение ( $\sigma_i = 2$ ).

Значения  $I_0 = 0$ , так как все графики начинаются из начала координат. Рассчитаем по данной формуле значения  $I_n$  для графика 1-1, где  $n$  – количество циклов:

$$I_5 = 28 + 0,8392 \cdot 2 = \blacksquare$$

$$I_{10} = 37 + 1,7495 \cdot 2 = X \blacksquare$$

$$I_{20} = 40 + (-0,4413) \cdot 2 = \blacksquare$$

$$I_{30} = 42 + 0,4399 \cdot 2 = \blacksquare$$

$$I_{40} = 48 + 0,9621 \cdot 2 = \blacksquare$$

$$I_{50} = 49 + (-0,4036) \cdot 2 = 4 \blacksquare$$

Повторяем данный расчет для графиков 1-2, 1-3. Оставшиеся значения занесены в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчетные значения для графика 1-1

| Количество циклов | Название |     |     |
|-------------------|----------|-----|-----|
|                   | графиков |     |     |
|                   | 1-1      | 1-2 | 1-3 |
|                   |          |     |     |

|      |      |          |         |      |                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Расчетная часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                 | 76   |

|    |         |         |  |
|----|---------|---------|--|
| 0  | 0,0000  | 0,0000  |  |
| 5  | 29,6785 | 26,6848 |  |
| 10 | 40,4990 | 36,6419 |  |
| 20 | 39,1174 | 34,8184 |  |
| 30 | 42,8798 | 43,2952 |  |
| 40 | 49,9241 | 50,9374 |  |
| 50 | 48,1927 | 50,0277 |  |

В соответствии с расчётными данными, методом численного статистического моделирования, были построены графики зависимости водопоглощения от количества циклов, для компенсирующего материала «poraplan». Графики представлены на рисунке 15.

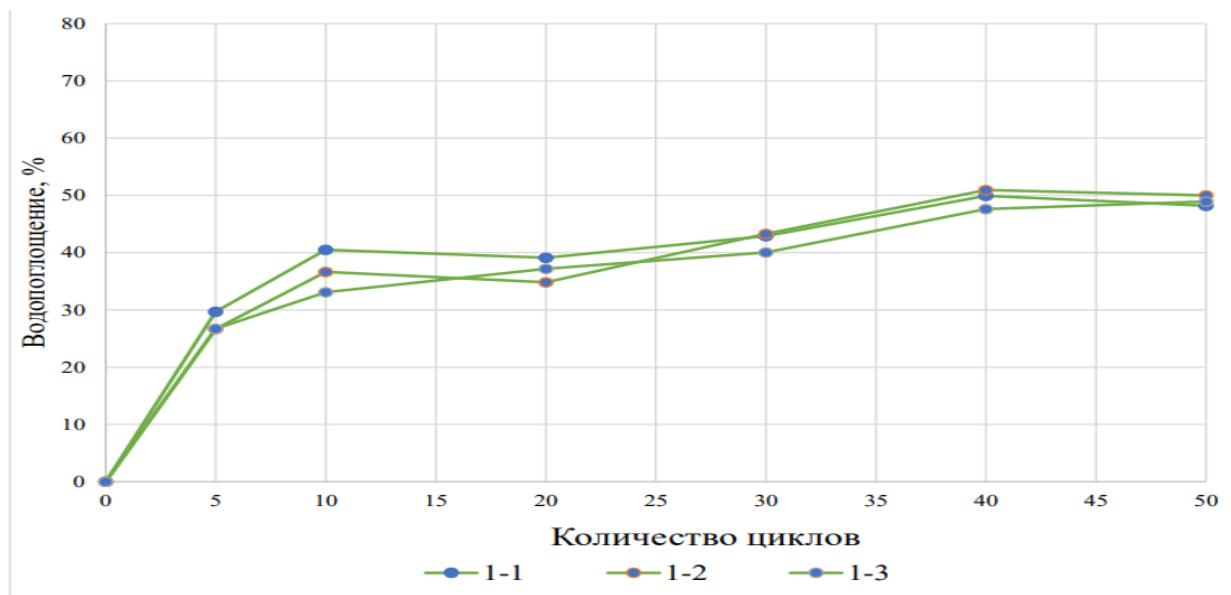


Рисунок 15 – Графики, смоделированные методом Монте-Карло, зависимости водопоглощения от количества циклов для материала «poraplan»

Аналогичным образом рассчитываются значения для всех оставшихся видов материалов, представленных в таблице 4. Все полученные значения указаны в Приложении А и нанесены на график зависимости водопоглощения от количества циклов в Приложении Б. Метод Монте-Карло позволил выявить, что материалы «ethafoam 220» и «tekhnoplex» показали себя приблизительно равнозначно. Наиболее подходящим закрытопористым полимерным материалом промышленного производства из предложенных в таблице 4, является несшитый пенополиэтилен «repofol» плотностью 27 кг/м<sup>3</sup>. Так как его водопоглощение составило от 8,2 до 10

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист            | 78 |
|------|------|----------|---------|------|-----------------|----|
|      |      |          |         |      | Расчетная часть |    |

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы.

Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки;
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Требования для организаций, осуществляющих деятельность по эксплуатации, техническому перевооружению и ремонту, консервации и

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |      |        |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|------|--------|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Лист.  | Лист | Листов |
| Руковод. | Чухареева Н.В.  |          |         |      |  | 79   | 108    |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение  |      |        |
|          |                 |          |         |      | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-Б7А   |      |        |

ликвидации сетей газораспределения и газопотребления, определены Приказом Ростехнадзора от 15.11.2013 № 542 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности» «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления». Одним из требований данного приказа, а также ФЗ-116 от 21.07.1997 является обязанность владельца газоиспользующего оборудования провести ЭПБ.

Экспертизе промышленной безопасности подлежат:

- проекты систем потребления газа ТЭС, РТС, производственных и отопительных котельных, включая системы автоматики безопасности и регулирования процессами горения газа;
- газовое оборудование (технические устройства) газорегуляторного пункта (газорегуляторной установки, шкафного газорегуляторного пункта), далее – ГРП (ГРУ, ШРП), котлов и газотурбинных установок, включая газогорелочные устройства (газовые горелки);
- наружные (подземные, надземные и наземные) и внутренние газопроводы котельных, включая системы защиты от электрохимической коррозии;
- здания, в которых размещено газовое и газоиспользующее оборудование (здания котельных, ГРП, ГРУ структурных подразделений), а также сооружения (газоходов и дымовых труб).

Следует отметить, что экспертиза газового оборудования неразрывно связана с экспертизой промышленной безопасности газопровода.

### 5.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 80   |

Сильные и слабые стороны – это внутренняя среда, то что имеется уже на текущий момент времени. Возможности и угрозы – факторы внешней среды, они могут произойти, а могут и нет, это зависит в том числе и от принятых действий и решений. Матрица SWOT-анализа технологий ПНО-СО<sub>2</sub> представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица SWOT

| Сильные стороны   | Слабые стороны  |
|---|---|
| C1. Применение на любой стадии разработки;<br>C2. Применения на высоко обводнённых месторождениях;<br>C3. Экологичность технологий; | Сл1. Для большинства из технологий требуются значительные затраты<br>Сл2. Высокая эффективность   |
| Возможности (B)   | Угрозы  |
| B1. Повышение объемов работы ГРП;   | У1. Аварии, поломки оборудования и трубопроводов;<br>У2. Остановки процесса закачки;<br>У3. Неверный подбор технологии и условий ее применения, который может повлечь за собой ухудшение проницаемости коллектора и утяжеления нефти в пласте |

Результаты научно – исследовательской работы могут быть устаревшими, если на рынке появятся материалы с высокими свойствами и стоимостью (таблица 6).

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта. Сильные стороны и возможности проекта

| Сильные стороны проекта |   |    |    |    |    |
|-------------------------|---|----|----|----|----|
| Возможности проекта     |   | C1 | C2 | C3 | C4 |
| B1                      | + | -  | -  | +  |    |
| B2                      | + | +  | +  | +  |    |

B1C1C4; B2C1C2C3C4.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта. Сильные стороны и угрозы проекта

| Сильные стороны |   | C1 | C2 | C3 | C4 |
|-----------------|---|----|----|----|----|
| Угрозы проекта  |   |    |    |    |    |
| У1              | - | +  | +  | +  |    |
| У2              | + |    | +  | +  |    |
| У3              | + | -  | -  | -  |    |
| У4              | + | +  | +  | +  |    |

У1C2C3C4; У2C1C3C4; У3C1; У4C1C2C3C4.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта. Слабые стороны и возможности проекта

| Слабые стороны проекта |  |   |     |
|------------------------|--|---|-----|
| Возможности проекта    |  |   | Сл1 |
| B1                     |  | + |     |
| B2                     |  | - |     |

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований;

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 9.

|      |      |          |         |      |   |      |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Lист |
|      |      |          |         |      |   |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   | 82   |

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                 | № раб | Содержание работ  | Должность исполнителя         |
|--------------------------------|-------|---|-------------------------------|
| Разработка темы диссертации    | 1     | Составление и утверждение темы диссертации, утверждение плана-графика.  | Научный руководитель          |
|                                | 2     | Календарное планирование выполнения диссертации.                        | Инженер, Научный руководитель |
| Теоретические исследования     | 3     | Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере | Инженер                       |
|                                | 4     | Изучение программного обеспечения для расчетов                          | Инженер                       |
| Экспериментальные исследования | 5     | Технический расчет деталей  | Инженер                       |
|                                | 6     | Первая компоновка и проектирование                                      | Инженер, Научный руководитель |
|                                | 7     | Деталировка и выпуск конструкторской документации                       | Инженер                       |
|                                | 8     | Детальный расчет деталей  | Инженер                       |
|                                | 9     | Окончательная компоновка  | Инженер, Научный руководитель |
| Оформление отчета по НИР       | 10    | Составление пояснительной записи.                                       | Инженер                       |

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (8)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 83   |

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{Pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы по формуле:

$$T_{Pi} = \frac{t_{ожi}}{\chi_i}, \quad (9)$$

где  $T_{Pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$\chi_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел;

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{Pi} \times k, \quad (10)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{Pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{праз}} = \frac{365}{365 - 89 - 29} = 1,48, \quad (11)$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;

$T_{праз}$  – общее количество праздничных дней в году;

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 10:

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 84   |

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы   | Трудоёмкость работ   |        |                      |        |                     |        | Длительность работ в рабочих днях<br>$T_{Pi}$ | Длительность работ в календарных днях<br>$T_{ki}$ |  |  |
|---|----------------------|--------|----------------------|--------|---------------------|--------|---|---|--|--|
|   | $t_{mini}$ , чел-дни |        | $t_{maxi}$ , чел-дни |        | $t_{ожи}$ , чел-дни |        |   |   |  |  |
|   | Испл.1               | Испл.2 | Испл.1               | Испл.2 | Испл.1              | Испл.2 |   |   |  |  |
| 1   | 2                    | 3      | 4                    | 5      | 6                   | 7      | 8   | 9   |  |  |
| Составление и утверждение темы диссертации, утверждение плана-графика.  | 1                    | -      | 2                    | -      | 1,4                 | -      | ■   | ■   |  |  |
| Календарное планирование выполнения диссертации.                        | 1                    | 2      | 2                    | 3      | 1,4                 | 2      | ■   | ■   |  |  |
| Изучение академической литературы и конкурентных решений в данной сфере | -                    | 40     | -                    | 60     | -                   | 48     | ■   | ■   |  |  |
| Изучение программного обеспечения для расчетов                          | -                    | 50     | -                    | 70     | -                   | 58     | ■   | ■   |  |  |
| Технический расчет деталей  | -                    | 5      | -                    | 8      | -                   | 6,2    | ■   | ■   |  |  |
| Первая компоновка и проектирование                                      | 30                   | 60     | 40                   | 80     | 34                  | 68     | ■   | ■   |  |  |
| Деталировка и выпуск конструкторской документации                       | -                    | 5      | -                    | 8      | -                   | 6,2    | ■   | ■   |  |  |
| Детальный расчет деталей  | -                    | 40     | -                    | 50     | -                   | 44     | ■   | ■   |  |  |
| Окончательная компоновка  | 3                    | 8      | 5                    | 10     | 3,8                 | 8,8    | ■   | ■   |  |  |
| Составление пояснительной записки.                                      | -                    | 20     | -                    | 40     | -                   | 28     | ■   | ■   |  |  |
| Итого:  | 35                   | 230    | 44                   | 319    | 40,6                | 269,2  | ■■■   | ■■■   |  |  |

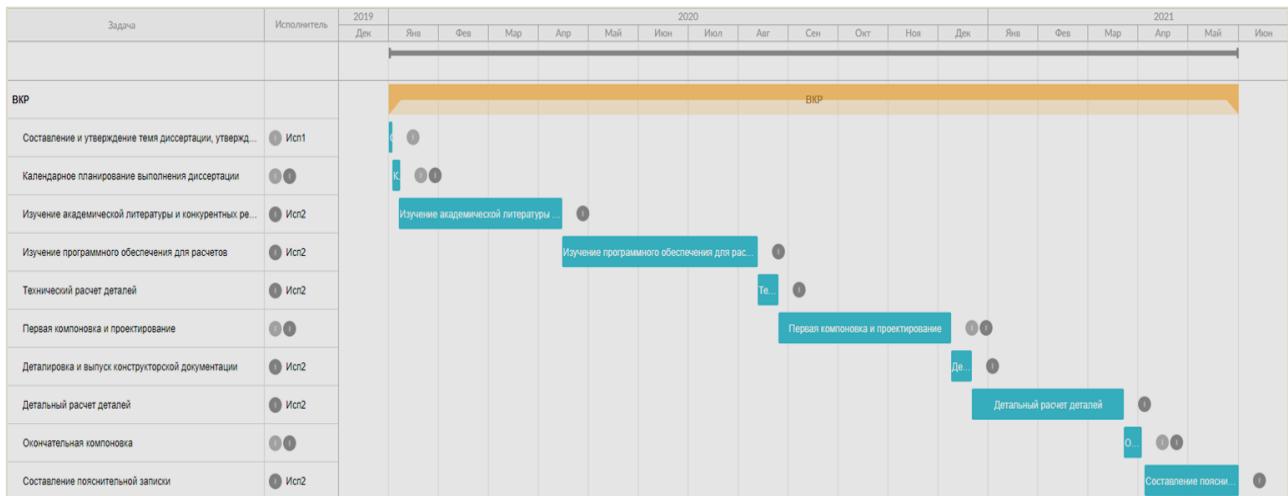
**Примечание:**

Исп. 1 – научный руководитель; Исп. 2 – инженер;

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 11).

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 85   |

Таблица 11 – Диаграмма Ганта



**Примечание:**

– Исп. 1 (научный руководитель);

– Исп. 2

### 5.3 Бюджет исследования в рамках ВКР

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработка плата исполнителей темы;
- дополнительная заработка плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 86   |

### **5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования**

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта (таблица 12).

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1+k_t) \cdot \sum \Pi_i \cdot N_{расх_i}, m=1, \quad (12)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении ВКР;

$N_{расх_i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.)

$k_t$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

Стоимость использования оборудования складывается из: стоимости использования оборудования длительного использования (амортизуемого) и стоимости использования объектов, по которым амортизация не начисляется.

Стоимость использования амортизуемых объектов определяется в следующем порядке. Исходя из первоначальной стоимости и срока полезного использования, амортизуемых объектов, определяется размер годовых амортизационных отчислений ( $H_t$ ) по линейному методу начисления амортизации, по следующей формуле:

$$H_t = 100 \% \cdot /T \quad (13)$$

где  $T$  – срок полезного использования (эксплуатации) производственного объекта.

Стоимость использования технического оборудования (СТО) определяется как размер амортизационных отчислений ( $A$ ), то есть величина возмещения затрат на потребленный производственный капитал, в целях выполнения планируемой НИР, и рассчитывается пропорционально

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 87   |

планируемому времени использования оборудования по формуле:

$$CTO = A = (K_{nep_6} \cdot H_e \cdot TO_i) / (100 \cdot \Phi_{\text{эфф}}), \quad (14)$$

где  $K_{\text{перв}}$  – первоначальная стоимость оборудования, руб.;

$H_e$  – годовая норма амортизационных отчислений, %;

$TO_i$  – основное (машинное) время использования оборудования (амортизуемого объекта).

$\Phi_{\text{эфф}}$  – годовой действительный (эффективный) фонд работы оборудования (амортизуемого объекта).

Годовой эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{эфф}} = \Phi_{\text{ном}} - \Phi_{\text{рем}}, \quad (15)$$

где  $\Phi_{\text{эфф}}$  – эффективный фонд рабочего времени, машино-час;

$\Phi_{\text{ном}}$  – номинальный фонд времени, машино-час.;

$\Phi_{\text{рем}}$  – время, отводимое на ремонт оборудования в год, машино-час, определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{рем}} = \frac{\Phi_{\text{ном}} \cdot 6,23\%}{100\%}, \quad (16)$$

Продолжительность рабочего дня – 8 часов.

$$\Phi_{\text{рем}} = (234 * 6,23\%) / 100\% = 15 \text{ (дней)} = 120 \text{ (часа)}$$

$$\Phi_{\text{эфф}} = 234 - 15 = 219 \text{ (дней)} = 1752 \text{ (час).}$$

Расчеты по амортизуемому оборудованию представлены в виде таблицы 12.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 88   |

Таблица 12 – Стоимость использования оборудования для выполнения НИР

| № п/п | Наименование     | Первоначальная стоимость оборудования, руб. ( $K_{\text{перв}}$ ) | Годовая норма отчислений, % (H) | Время использован ия оборудован ия, час (TO) | Стоимость использовани я оборудования , руб. (CTO) |
|-------|------------------|---|---------------------------------|--|--|
| 1     | Анализатор ТА-2  | [REDACTED]  | 20                              | [REDACTED]                                   | [REDACTED]   |
| 2     | ПК               | [REDACTED]  | 33,33                           | [REDACTED]                                   | [REDACTED]   |
| 3     | Озонатор         | [REDACTED]  | 50                              | [REDACTED]                                   | [REDACTED]   |
| 4     | Прочий инвентарь | [REDACTED]  | -                               | [REDACTED]                                   | [REDACTED]   |
| Итого |                  | [REDACTED]  | -                               | [REDACTED]                                   | [REDACTED]   |

Итоговые расчёты можно оформить в виде таблицы 13.

Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшие затраты приходятся на использование ПК и анализатор ТА-2 (рис 2.1). Значит, для того, чтобы уменьшить затраты на выполнение НИР целесообразно заменить имеющиеся ПК и анализатор на другое, требующее меньших затрат оборудование.

Таблица 13 – Расчет затрат на оборудование, инвентарь и приспособления для выполнения НИР

| № п/п | Наименование     | Единицы измерения | Количество | [REDACTED] |
|-------|------------------|-------------------|------------|------------|
| 1     | Анализатор ТА-2  | шт.               | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2     | ПК               | шт.               | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 3     | Озонатор         | шт.               | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 4     | Прочий инвентарь | сумма             | [REDACTED] | [REDACTED] |
| ИТОГО |                  |                   |            | [REDACTED] |

Сырье и материалы. Фактическая стоимость сырья и материалов, принимаемая к расчету прямых затрат, представляется в виде таблицы 9.

Затраты на сырьё и материалы для выполнения НИР находятся как произведение необходимого количества сырья и материалов (на весь объём выполнения НИР) на цену за единицу.

|      |      |          |         |      | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |   |      |

### 5.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме (таблица 14).

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (17)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m, \quad (18)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Таблица 14 – Затраты на оборудование

| №     | Наименование оборудования        | Кол-во, шт.  | Срок полезного использования, лет | Цены единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. |
|-------|----------------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1     | Персональный компьютер (ноутбук) | 1            | 4                                 | 50                                   | 50                                      |
| Итого |                                  | 50 тыс. руб. |                                   |                                      |   |

Рассчитывается норма амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 4 года по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{4} = 0,25.$$

Общая сумма амортизационных отчислений по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,25 \times 50000}{12} \times 13 = 13500 \text{ руб.}$$

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 90   |

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Так как для выполнения работ планируется привлечь определенное ранее количество исполнителей (8), а также лицо, ответственное за руководство исполнителями и ходом выполнения работ, то общая величина общего фонда заработной платы является суммой фондов заработной платы каждого участника НИР: исполнителя и руководителя.

Расчет величины общего фонда заработной платы (ОФЗП) определяется по формуле:

$$O\Phi ZP_n = \sum_{i=1}^n \Phi ZP_i \quad (19)$$

где  $\Phi ZP_i$  – фонд заработной платы  $i$ -того участника НИР.

Вычисления проводятся в следующей последовательности:

1) Расчет величины основной заработной платы ( $OZP^i$ ):

- определяется основная заработная плата по тарифной сетке за месяц;
- определяется стоимость рабочего дня исполнителя, пропорционально основной заработной плате исполнителя ( $OZP^i$ ) по тарифной сетке за 1 час из расчета среднего количества рабочих часов в месяц (144 ч);
- определяется основная заработка плата с учетом фактического времени, предполагаемого для выполнения определенных объемов НИР.

2) Расчет величины дополнительной заработной платы ( $DZP^i$ ):

$$DZP^i = (XXX) \quad (20)$$

где  $T_{отп}$  – число отпускных дней ( $T_{отп} = 30$ ).

3) Расчет фонда заработной платы ( $\Phi ZP^i$ ) с учетом стимулирующих выплат:

$$\Phi ZP^i = (XXX)$$

Заработная плата руководителя ( $ZP^{рук}$ ) определяется аналогично пропорционально фактическому времени руководства исполнителями и ходом выполнения НИР.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 91   |

Фактическое время руководства исполнителями и ходом выполнения НИР определяется в размере 22,3% от величины совокупного фактического времени, предлагаемого для выполнения определенных объемов НИР исполнителями.

В данном случае, итоговая сумма для одного исполнителя и руководителя определяется по формуле:

$$ОФЗП = ФЗП^и + ФЗП^{рук}, \quad (21)$$

Расчеты оформляются в виде таблицы 15.

Таблица 15 – ФОТ участников НИР

| №<br>п/п | Сотрудник                        | ОЗП <sub>м</sub> | ОЗП <sub>ч</sub> | Количество<br>часов | ОЗП           | ДЗП            | ФЗП |
|----------|----------------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------|----------------|-----|
| 1.       | Исполнитель №1                   | 5190             | 36,04            | 713                 | 256XXX<br>96  | XX             |     |
| 2.       | Руководитель                     | 6950             | 48,26            | 159                 | 7XXX67<br>3,3 | 33XXX<br>83,9  |     |
|          | Итого для<br>всех<br>сотрудников | 12140            | 84,3             | 872                 | 33369.X<br>X3 | 1471XX<br>X5,9 |     |

Количество часов:

- Исполнитель:  $(689,4+23,65) = 713$  (ч.)
- Руководитель:  $713 * 0,23 = 159$  (ч.).

ОЗП<sub>ч</sub>:

- Исполнитель:  $5190 / 144 = XXX$ ;
- Руководитель:  $6950 / 144 = XXX$

ОЗП:

- Исполнитель:  $36,04 * 713 = XXX$
- Руководитель:  $48,26 * 159 = XXX$

$ДЗП = (30 + 23 + 108) / 365 * ОЗП_ч XXX$

- Исполнитель:  $0,441 * 25696 = XXX$
- Руководитель:  $0,441 * 7573,3 = XXX$

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      |  | 92   |

ФЗП:

- Исполнитель:  $(25696+11332) * 1,45 = 53690,6$  (ден. ед.)
  - Руководитель:  $(7673,3 + 3383,9) * 1,45 = 16032,9$  (ден. ед.).
- ОФЗП = [REDACTED].)

#### 5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Социальная защита работников организаций научно-производственного комплекса осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации о труде, распространяющимся на всех работающих граждан.

Размер отчислений на социальное страхование (ОСС) определяется в соответствии с действующим на момент написания курсовой работы, порядком и ставками отчислений в соответствующие государственные внебюджетные фонды обязательного страхования.

Как правило, размер отчислений на социальное страхование определяется суммированием по каждой базе начисления ( $i$ -му участнику НИР) согласно следующей формуле:

$$ОСС = \sum_{i=1}^n ЗП \cdot K_{occ} \quad (22)$$

где  $K_{occ}$  – коэффициент, отражающий установленную действующую величину отчислений в соответствующие государственные внебюджетные фонды обязательного страхования;

$ЗП$  – заработка плата (или часть заработной платы), пропорционально которой производится расчет в соответствии с установленным действующим порядком отчислений в соответствующие государственные внебюджетные фонды обязательного страхования.

$$ОСС_n = 69723,5 * 0,262 = [REDACTED] рублей.$$

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 93   |

### 5.3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования

Рассчитаем интегральный финансовый показатель по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп},i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (23)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп},i}$  – интегральный финансовый показатель технологии;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения технологии.

Сравниваются две подрядные организации, обеспечивающие безопасность эксплуатации ГРП «Корсаков» Корсаковского района, где 159620 тыс. руб.– затраты на закупку оборудования, рассчитанные выше, [REDACTED]. – затраты на установку, 10000 тыс. руб. – максимальное найденное значение затрат на проведение запуска системы.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп},1} = \frac{159620}{100000} = X [REDACTED]$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп},2} = \frac{115000}{100000} = 11,5 [REDACTED]$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (24)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения технологии;

$a_i$  – весовой коэффициент i-го варианта исполнения технологии;

$b_i$  – бальная оценка i-го варианта исполнения технологии.

Для расчета построим сравнительную оценку характеристик вариантов исполнения технологии в таблице 16.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|---|------|
|      |      |          |         |      |   | 94   |

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения технологии

| Критерии исследования                                       | Объект исследования           |        |        |
|---|-------------------------------|--------|--------|
|   | Весовой коэффициент параметра | Исп. 1 | Исп. 2 |
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя | 0,3                           | 5      | 4      |
| 2. Удобство в эксплуатации                                  | 0,1                           |        |        |
| 3. Энергосбережение   | 0,2                           |        |        |
| 4. Надежность   | 0,1                           |        |        |
| 5. Материалоемкость   | 0,3                           |        |        |
| ИТОГО   | 1                             |        |        |

$$I_{\text{п-исп1}} = 5 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 = 4 ;$$

$$I_{\text{п-исп1}} = 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,3 = \boxed{\phantom{000}}$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения технологии ( $I_{\text{исп}i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{п-исп1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп2}} = XXX \quad (25)$$

$$I_{\text{исп1}} = 4 / 0,89 = XXX$$

$$I_{\text{исп2}} = 3,4 / 0,94 = \boxed{\phantom{000}}$$

Сравнительная эффективность проекта вычисляется по формуле:

$$\varTheta_{\text{cp}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}}, \quad (26)$$

$$\varTheta_{\text{cp}} = \frac{4,5}{3,62} = \boxed{\phantom{000}}$$

Составим таблицу 17 сравнительной эффективности технологий.

Таблица 17 – Сравнительная эффективность технологии

| № | Показатели  | Исп. 1     | Исп. 2     |
|---|---|------------|------------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель технологии           | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности технологии | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 3 | Интегральный показатель эффективности                   | [REDACTED] | [REDACTED] |

Исходя из результатов, приведенных в таблице, можно сделать вывод о том, что изначально рассматриваемый вариант установки оборудования оказался наиболее эффективным по всем показателям.

## **6 Социальная ответственность**

### **Введение**

В настоящем разделе ВКР будут рассматриваться опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оператора станции газораспределения.

В процессе написания раздела был проанализированы условия труда, экологическая безопасность, и возможные сценарии ЧС на станции.

Объект исследования является система газораспределения и газопотребления.

Область исследования являются газопроводы, пролегающие в прибрежных районах с морским климатом.

В данной ВКР рассмотрены условия безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давления.

Рабочая зона: полевые условия. Климатические условия умеренно холодные.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: ГРП, ГРПШ, задвижки, запорная арматура, регуляторы давления газа, дыхательные и предохранительные клапаны.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: осмотр, очистка, техническое обслуживание, ремонтно-восстановительные работы.

### **6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Разработка большинства месторождений нефти и газа в России, относится к работам по извлечению трудно добываемых полезных ископаемых,

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |   |      |  |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|---|------|--|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Социальная<br>ответственность  | Лист.   | Лист |  |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      |  |   | 97   |  |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      |  |   | 108  |  |
|          |                 |          |         |      |  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |      |  |
|          |                 |          |         |      |  |   |      |  |

которые расположены в труднодоступной местности. Поэтому данный вид деятельности в данном регионе Российской Федерации имеет ряд своих особенностей.

Правовое регулирования труда рабочих, в данной отрасли и в данном субъекте Российской Федерации, соблюдается с учетом норм, которые были установлены в статьях 297-302 Трудового кодекса Российской Федерации [1], глава 47 «Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом». Кроме того, учитываются нормы, установленные главой 50 Трудового кодекса «Особенности регулирования труда лиц, работающих в районах крайнего севера и приравненных к ним местностям», статьи с 313 по 327.

Согласно статье, номер 299 ТК РФ продолжительность вахты не должно превышать одного месяца. В исключительных случаях на отдельных объектах продолжительность вахты может быть увеличена работодателем до трех месяцев в порядке, установленном статьей 372 ТК РФ для принятия локальных нормативных актов.

Время отдыха и рабочее время регламентируются графиком работы на вахте, который утверждается работодателем в порядке, установленном статьей 372 ТК РФ. График предусматривает время, необходимое для доставки работников на вахту и обратно. Дни заезда и выезда к месту работы и обратно в рабочее время не включаются.

Рабочей зоной являются полевые условия на производственном объекте станции газораспределения. Эргономические требования к рабочему месту оператора регламентируются согласно ГОСТ 12.2.049-80 [2]. Элементами рабочего места опера являются: стул (кресло), рабочий стол, экран, клавиатура, подставка для ног, и поэтому рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору удобное выполнение работ в положении сидя, не создавая перегрузки костно-мышечной системы.

Также стоит уделить внимание работам, которые выполняются стоя ГОСТ 12.2.033-78 [3] обязательно должно соблюдаться прямое и свободное

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 98   |

положение корпуса тела, работающего или наклон его вперед не более чем на 15°.

## 6.2 Производственная безопасность

Во время проведения работ на человека могут оказывать влияние вредные и опасные производственные факторы (таблица 18).

Ниже представлены вредные и опасные факторы на станции газораспределения, идентификацию потенциальных опасных и вредных факторов проводили согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [4].

Таблица 18 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оператора товарного

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)  | Нормативные документы   |
|---|---|
| 1. Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды;             | ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [5]       |
| 2. Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания                           | ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [6]       |
| 3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения      | СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [7]                                 |
| 4. Повышенный уровень общей вибрации                                    | ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [8]                    |
| 5. Повышенный уровень шума  | ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [9]                             |
| 6. Аппараты под давлением;  | ГОСТ 34347-2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия [10]         |
| 7. Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм; | ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [11] |

## 6.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

### Аномальные микроклиматические параметры воздушной среды

На здоровье человека существенное влияние оказывает микроклимат окружающей его производственной среды, который складывается из температуры окружающего воздуха, влажности, излучения от нагретых предметов. При несоблюдении правил возможно появление обморожения

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 99   |

конечностей, дискомфорту и нарушению сенсорной и нервно-мышечной функции.

Параметры микроклимата в рабочей зоне требуется поддерживать по ГОСТ 12.1.005-88 в соответствии с категорией работ [5].

В зависимости от метода применяемого при закачке углекислого газа работы могут проводиться в производственных помещениях в которых размещены насосные и компрессорные установки или на открытом воздухе с применением передвижных насосных установок.

Низкая температура, также, как и высокая вызывает неблагоприятное воздействие на организм. Наиболее опасное для человека, явление гипотермия, вызывается продолжительной работой в условиях низкой температуры. Чтобы избежать переохлаждения работникам рекомендуется находиться на холода не более 10 минут при температуре воздуха до -10°C.

В комплект средств индивидуальной защиты от холода (комплект СИЗ X) включены все предметы, надетые на человека: комнатная одежда, спецодежда, головной убор, рукавицы, обувь. Основной материал должен обладать защитными свойствами, соответствующими условиям трудовой деятельности, быть стойким к механическим воздействиям, атмосферным осадкам, воздействию света, различного рода загрязнителям, легко очищаться от последних.

### **Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания**

В процессе трудовых операций рабочие могут подвергаться воздействию вредных газов, источниками, которые являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности фонтанной арматуры, вследствие коррозии или износа, превышение максимального допустимого давления.

Особенно опасен сероводород, он нарушает доставку тканям кислорода в организме человека, оказывает раздражающее действие на слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, ПДК H<sub>2</sub>S – 0.1 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> по ГОСТ 12.1.005-88 [6].

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 100  |

Для контроля запыленности и загазованности используют специальные приборы (газоанализаторы). Количество вредных примесей в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно-допустимых концентраций.

### **Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Недостаток или его неправильная спроектированная система приводит к различным заболеваниям органов зрения и ухудшению психического заболевания, также плохая видимость может привести к различным происшествиям.

Освещение в рабочей зоне нормируется согласно СП 52.13330.2016 [7]. Для рабочих площадок необходимо общее равномерное освещение, освещенность должна быть не менее 2 лк. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов.

### **Повышенный уровень общей вибрации и шума**

Виброакустические условия на рабочих местах определяются вибрационным уровнем согласно ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность [8]. Общие требования и шумовыми характеристиками машин и оборудования, режимами и условиями их работы, размещения (на территории или в помещении) и рядом других факторов. К числу наиболее типичных источников шума и вибраций следует отнести электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания и турбогенераторные двигатели, насосы, компрессоры и вентиляторы, разнообразные машины и механизмы (редукторы, лебедки, станки и прочие), системы транспорта.

В процессе закачки рабочего агента в пласт основными источниками шума являются насосные и компрессорные установки, двигатели внутреннего сгорания шум должен быть в пределах допустимых норм согласно ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [9]: наушники, противошумные вкладыши, шлемы и каски. Так же защита может быть осуществлена путем установки насосных и компрессорных агрегатов в

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 101  |

индивидуальных укрытиях и оснащение их средствами автоматики, дистанционным управлением, не требующим постоянного присутствия обслуживающего персонала.

При превышениях вибрации на рабочем месте уровня вводятся ограничения времени ее воздействия:

- при превышении предельно допустимого уровня (ПДУ) до 3 дБ длительность воздействия ограничивается 120-160 минутами;
- при превышении более 12 дБ запрещается проводить работы и применять оборудование, генерирующее такую вибрацию.

Задача от вибрации обеспечивается:

- балансировкой вращающихся частей оборудования и механизмов;
- устройством виброгасящих опор и фундаментов.

К методам и средствам коллективной защиты могут быть применены в данном случае звукоизолирующие кожухи, кабины, выгородки, а также рациональное размещение рабочих органов и рабочих мест.

### **Аппараты под давлением**

Оборудование, работающее под высоким давлением, обладает повышенной опасностью (участки трубопровод, замерные установки, агрегаты для нагнетания). К взрыву могут привести нарушения нормальной эксплуатации сосудов и установок, работающих под давлением.

Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования прописаны в ГОСТ 34347-2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия [10], работающего под давлением, распространяются:

- работающие под давлением пара или газа выше 0,07 МПа;
- на баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением выше 0,07 МПа;
- на цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50°C превышает давление 0,07 МПа;

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 102  |

- на цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создается периодически.

При применении МУН с помощью СО<sub>2</sub> может применяться оборудование под давлением с целью транспортировки, промежуточного хранения и нагнетания как самого рабочего агента, так и дополнительных химических реагентов.

Основным требованием к конструкции оборудования, работающего под высоким давлением, является надежность обеспечения безопасности при эксплуатации и возможности осмотра и ремонта.

### **Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм**

Газ, химические реагенты (ингибиторы и деэмульгаторы), относятся к веществам 3 класса опасности [11] и являются легковоспламеняющейся жидкостью, умеренно опасной по степени воздействия на организм, вредная при проглатывании. Вызывает раздражение кожи, повреждения глаз. Может вызвать раздражение верхних дыхательных путей, сонливость и головокружение при однократном воздействии. ПДК разовая составляет 5 мг/м<sup>3</sup>.

Для веществ, принадлежащих 3-му классу, установлены значения:

- предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – 1,1-10,0 мг/ м<sup>3</sup>;
- средняя смертельная доза при введении в желудок – 151-5000 мг/кг;
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу – 501-2500 мг/кг;
- средняя смертельная концентрация в воздухе – 5001-50000 мг/м<sup>3</sup>.

Для индивидуальной защиты необходимо использовать перчатки, средства защиты органов дыхания, очки, халат, защитную обувь.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 103  |

Для коллективной защиты в помещении должна быть предусмотрена вытяжка или вентиляция. Перед началом работы с вредными химическими реагентами проводится инструктаж.

#### **6.4 Экологическая безопасность**

##### **Защита селитебной зоны**

Согласно постановлению Правительства РФ от Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. [12] объекты по добыче сырой нефти и (или) природного газа, включая переработку природного газа и производству нефтепродуктов относятся к объектам I категории оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ), которая отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, составляет (согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03 [13]) – 1000 м.

При эксплуатации СИКН образуются следующие виды опасных отходов:

- Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%), образуется при ремонтных работах, обслуживании нефтепромыслового и технологического оборудования;
- Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (иск. крупногабаритный) образуется в результате деятельности персонала;
- По мере накопления вывозятся на специализированный полигон;
- Ртутные термометры отработанные и брак образуются в результате эксплуатации ртутных термометров в ИЛН;
- Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубы отработанные и брак образуются в результате замены пришедших в негодность ламп системы освещения помещений и промышленной площадки.

##### **Защита гидросферы**

Воздействие нефтепромысловых объектов на поверхностные и подземные воды, прежде всего, связано с созданием условий, изменяющих

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 104  |

характеристики фильтрационного внутриболотного и поверхностного стока (прокладка автодорог, трубопроводов, отсыпка площадок). Не допускается сброс отходов в водные источники, во избежание загрязнений водных ресурсов в соответствии с ГОСТ 17.1.3.06-82. [14] и поверхностных вод ГОСТ 17.1.3.13-86 [15].

В целях снижения негативного воздействия на водную среду при разработке месторождения предусматриваются следующие мероприятия: изъятие подземных вод в количествах, обеспечивающих сохранность основных свойств используемых водоносных горизонтов; обваловка кустовых и нефтесборных площадок; организация зон санитарной охраны артезианских скважин; повторное (оборотное) использование воды при строительстве и освоении эксплуатационных скважин; сбор и обезвреживание жидких отходов бурения; обеспечение мероприятий, контролирующих герметичность оборудования

### **Задача литосферы**

С точки зрения охраны окружающей среды аварией на объектах газовой отрасли является нарушение герметичности трубопроводов, оборудования и попадание химических реагентов в окружающую среду.

При разливе реагентов необходимо принять меры по установке предупреждающих знаков на подходе к аварийному участку, по ограждению места разлива химических реагентов красными флагами, а в темное время – световыми сигналами.

В случае разлива реагентов на почву необходимо немедленно выполнить все необходимые мероприятия для локализации разлива, а разлитые реагенты откачать в безнапорные дренажные емкости сбора утечек. Загрязненный грунт, если таковой имеется следует собрать и увезти с территории на специально отведенное место согласно ГОСТ Р 53692-2009 Обращение с отходами [16].

### **Задача атмосферы**

Атмосферный воздух рабочей зоны должно соответствовать требованиям

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 105  |

СанПиН 2.1.3684-21 [17].

При проведении работ в атмосферу попадают низшие предельные углеводороды, углекислый газ, азотистые соединения, выхлопные газы, сажа, оксид железа и другие.

- Проверка состояния оборудования;
- Использование техники (машин) в одно время минимум.

## **6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Объекты нефтегазовой отрасли должны соответствовать правилам безопасности в чрезвычайных ситуациях ГОСТ Р 22.0.01-2016 [18].

Перечень возможных ЧС: стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные, ветры, социального характера (террористический акт), техногенного характера (производственная авария).

Возможные чрезвычайные ситуации при подготовке, транспортировке и нагнетании углекислого газа и сопутствующих агентов в пласт:

Механические повреждения оборудования, сооружений и конструкций вызванные коррозией, некачественным монтажом оборудования или внешним воздействием. Своевременное проведение текущего и капитального ремонта оборудования позволяет избежать данной ЧС.

Взрывы и пожары, вызванные утечкой взрывоопасных веществ вследствие высокого уровня износа, человеческого или природного фактора. Своевременное проведение текущего и капитального ремонта, а также постоянный контроль за состоянием производственного фонда позволит не допустить столь серьезной чрезвычайной ситуации способной повлечь человеческие жертвы.

Рабочая зона находится в пожароопасной зоне класса П-І – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия. Взрывоопасная зона 2-го класса – зона, в которых при нормальном режиме работы оборудования не

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 106  |

образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования. Класс возможного пожара – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В). На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ [20].

К первичным средствам пожаротушения относятся переносные и передвижные огнетушители, оборудование пожарных кранов, ящики с порошковыми составами (песок, перлит и т.п.), а также огнестойкие ткани (асбестовое полотно, кошма, войлок и т.п.).

### **Вывод по разделу**

В данном разделе были рассмотрены и проанализированы вредные и опасные производственные факторы, которые влияют на человека. Также изучено воздействие на окружающую среду и возможные ЧС.

К вредному и опасному фактору при работе станции относятся: повышенный уровень шума, повышенный уровень общей вибрации, повышенная влажность и загазованность рабочей зоны, производственные факторы, вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм, аппараты под давлением.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ: 2-ая категория – помещения с повышенной опасностью. Оборудование которые используется на станции газораспределения относиться к I категории согласно ПЭУ, у работников, которые ведут на работы на данном оборудовании должны иметь группу по электробезопасности не ниже III. По уровню энергозатрат категория работ станции газораспределения – IIб – работы, связанные с ходьбой и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающимся умеренным физическим напряжением. Рабочая зона находится в пожароопасной зоне класса П-І – зоны и взрывоопасной зоне 1-го класса.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 107  |

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 – (Б) взрывопожаро-опасность. Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Наибольшее негативное воздействие на окружающую среду оказывается при разгерметизации оборудования и разливов нефтепродуктов, которые являются химическим веществом 3-го класса опасности.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Социальная ответственность | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                            | 108  |

## Заключение

На основании поставленных задач в исследования можно сделать следующие выводы:

1. Определены наиболее значимые проблемы развития газораспределительных сетей и разработаны основных механизмы, позволяющие повысить эксплуатационной надежности газораспределительных систем:

- дефицит пропускной способности;
- наличие запорных устройств в колодезном исполнении;
- отключения путем эффективного управления потоками газа с использованием отключающих устройств;
- постоянно снижающаяся надежность сетей.

В качестве активной профилактической работы могут послужить кардинальные действия: замена ГРП, перекладка газопровода стального на полиэтиленовый Газопровод, строительство закольцованных сетей.

Разработаны и внедрены мероприятия по повышению безопасности газораспределительной сети:

- Активное взаимодействие с органами власти и органами местного самоуправления по оформлению ими прав собственности на бесхозяйные газопроводы, ШРП, ГРП находящиеся в зоне эксплуатационной ответственности Общества;
- Повышение уровня безопасности и надёжности функционирования ОПО путем системы стандартизации;

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |   |      |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|---|------|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Заключение   | Лист.   | Лист |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      |  | 109   | 108  |
| Рук. ООП | Бруслук О.В.    |          |         |      |  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |      |
|          |                 |          |         |      |  |   |      |

- Создание и актуализация электронных схем и планшетов для аварийных служб;
- Обеспечение энергетической эффективности деятельности Общества, реализация мероприятий по Программам энергосбережения и достижение целевых показателей энергосбережения и энергоэффективности;
- Повышение уровня автоматизации технологических объектов сетей газораспределения.

Данные мероприятия предложены и внедряются с 2021 года. Их положительная реализация подтверждается отсутствием аварий и инцидентов в Обществе.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Заключение | Лист |
|------|------|----------|---------|------|------------|------|
|      |      |          |         |      |            | 110  |

## **Список использованной литературы**

1. Волохина А. Т. Анализ аварийности и травматизма на объектах систем газораспределения / А. Т. Волохина и др. // Безопасность труда в промышленности. –2006. – № 6. – С. 18-23.
2. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
6. ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
8. СП 42-103-2003 "Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов" разработан в развитие основополагающего СНиП 42-01-2002 "Газораспределительные системы" взамен СП 42-101-96
9. Крылов Г.В., Степанов О.А. Эксплуатация и ремонт газопроводов и газохранилищ. – М., Академа, 2000.
10. Алиев Л.А., Березина И.В., Телегин Л.Г. и др. Свод правил сооружения магистральных газопроводов. СП 101-34-96...СП 111-34-96. – М.: ИРЦ «Газпром», 2020. ВСН 011-88.

| Изм.     | Лист            | № докум. | Подпись | Дата | Обеспечение безопасной эксплуатации газопроводов среднего и низкого давлений сетей газораспределения и газопотребления в прибрежных районах с морским климатом |   |      |  |
|----------|-----------------|----------|---------|------|--|---|------|--|
| Разраб.  | Пригодский Д.И. |          |         |      | Список использованной литературы   | Лим.  | Лист |  |
| Руковод. | Чухарева Н.В.   |          |         |      |  |   | 111  |  |
| Рук. ООП | Брусник О.В.    |          |         |      |  |   | 108  |  |
|          |                 |          |         |      |  | Отделение нефтегазового дела<br>Группа 3-2Б7А |      |  |
|          |                 |          |         |      |  |   |      |  |

11. Информационные ресурсы: [Электронный ресурс] // Межгосударственный совет по промышленной безопасности. – URL: [http://www.mspbsng.org/stat\\_accident/](http://www.mspbsng.org/stat_accident/) (Дата обращения: 07.10.2021).

12. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на нефтепроводе, утв. 01.11.1995 Минтопэнерго.

13. Минаев В.И., Машины для строительства магистральных газопроводов. – М., Недра, 1985.

14. Сварочно-монтажные работы при строительстве трубопроводов. – М., Недра, 1990. СП 103-34-96.

15. Митюрин Д. В. 200 лет использования газа в России / Д. В. Митюрин // Газ России. – 2011. – № 2. – С. 6-8.

16. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21 июля 2021 г. № 116-ФЗ (с изм. от 13 июля 2015 г.): принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 июня 2021 г. // Собр. законодательства Рос. Федерации. –2021. – № 30. – Ст. 3588.

17. О техническом регулировании: федер. закон от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ (с изм. от 13 июля 2015 г.): принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 15 дек. 2002 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 дек. 2002 г. // Собр. законодательства Рос. Федерации. –2002. – № 52. – Ст. 5140.

18. Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2010 г. № 870: утв. приказом Росстандарта от 03 нояб. 2011 г. № 5214 (с изм. от 22 авг. 2013 г.) // Вестник Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – 2011. – № 10.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист | Список использованной литературы | 112 |
|------|------|----------|---------|------|------|----------------------------------|-----|
|      |      |          |         |      |      |                                  |     |

19. ПБ 03-581-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов, утв. 05.06.03г.
20. Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности: утв. приказом Ростехнадзора от 15 нояб. 2013 г. № 542 // Бюл. норматив. актов feder. органов исполнит. власти. – 2014. – № 4.
21. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 августа 2018 г. № 330 «Об утверждении Руководства по безопасности «Техническое диагностирование трубопроводов линейной части и технологических трубопроводов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов».
22. РД 51-100-85. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа.
23. Ребров С. А. Определение основных причин возникновения аварий на опасных производственных объектах газораспределения и газопотребления / С. А. Ребров и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 9. – С. 62-64.
24. Рябокляч А.А., Лерман М.Г., Мансуров А.С. Справочник монтажника магистральных газопроводов. – Киев: 1978. Эксплуатация магистральных газопроводов. Справочное пособие. – М.: Недра, 1987.
25. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственноому и совмешённому освещению жилых и общественных зданий.
26. Сварочно-монтажные работы при строительстве трубопроводов. Справочник. – М.: «недра», 1990.
27. Свод правил сооружения магистральных газопроводов. Подготовка строительной полосы. – М.: «ИРЦ Газпром», 2020.
28. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист                                    |
|------|------|----------|---------|------|---|
|      |      |          |         |      | Список использованной литературы<br>113 |

ГОСТ 50571-3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. Дата введения 01.01.1995.

29. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание. ВНИИСТ. 1988.

30. Таран В.Д. Сооружение магистральных газопроводов. – М.: «Недра», 1964.

31. Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления (с изм. от 23 июня 2011 г.): утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 29 окт. 2010 № 870 // Собр. законодательства Рос. Федерации. –2010. – № 45. – Ст. 5853.

32. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);

33. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

34. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

35. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

36. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

37. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение

38. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

39. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

40. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

41. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Классификация и общие требования безопасности.

42. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Лист | Список использованной литературы | 114 |
|------|------|----------|---------|------|------|----------------------------------|-----|
|      |      |          |         |      |      |                                  |     |

43. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

44. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»

45. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» На основании Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 14, ст.

46. ГОСТ Р 53692-2009 Обращение с отходами.

47. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

48. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Список использованной литературы | Лист |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      |                                  | 115  |