

Министерство образования и науки 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 объекта транспорта и хранения нефти, газа и
 продуктов переработки»
 Отделение Нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции»

УДК 622.691.4-045.52-049.65

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Ошлыков В. Е.		01.06.2018

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н. В.	доцент, к.х.н.		01.06.2018

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю.С.	ассистент		01.06.2018

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н.С.	ассистент		01.06.2018

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		01.06.2018

Томск – 2018 г.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

21.03.01 Нефтегазовое дело

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
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-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</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-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромыслового оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	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 (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Р9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

Министерство образования и науки 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 объекта транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки»
 Отделение Нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

 (Подпись) _____
 (Дата) Брусник О.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Ошлыкову Виктору Евгеньевичу

Тема работы:

«Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции»»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2018 № 1623/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Проведение реконструкции узла очистки газа на автоматической газораспределительной станции АГРС – П «Урожай-10».</p> <p>Технические характеристики АГРС - П «Урожай-10»:</p> <p>Давление газа на входе АГРС ($P_{вх}$)..... 5,5 МПа Давление газа на выходе АГРС ($P_{вых}$).....0,6 МПа Базовая пропускная способность..... 11660 $нм^3/час$ Условный диаметр на выходе $D_{увх}$110 мм Условный диаметр на выходе $D_{увых}$..... 225, 110 мм Точность поддержания давления газа..... ± 5</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести обоснование целесообразности и эффективности проведения реконструкции узла очистки газа на автоматической газораспределительной станции АГРС – П «Урожай-10»</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Технологическая схема типовой ГРС; - Технологическая схема узла переключения для автоматизированных ГРС; - Технологическая схема узла очистки газа ГРС; - Технологическая схема узла редуцирования ГРС; - Технологическая схема узла подготовки газа на собственные нужды ГРС;
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Макашева Ю.С., ассистент отделения СГН</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Абраменко Н.С., ассистент отделения ОКБ</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>15.01.2018 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н. В.	к.х.н.		15.01.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Ошлыков В. Е.		15.01.2018 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Ошлыкову Виктору Евгеньевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	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»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материально-технические ресурсы: два фильтра-сепаратора ГСИ, два фильтра-сепаратора ГСЦ, строительно-монтажные работы, дополнительные расходы (комплектация фильтров-сепараторов ГСЦ)</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Данная работа проводится впервые, поэтому нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Согласно п. 3 п. 16 ст. 149 НК РФ работы по разработке, написанию, отладке и внедрению нового алгоритма подлежат налогообложению. На основании п. 1 ст. 58 закона № 212-ФЗ ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды составляет 30 % от фонда оплаты труда</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Обосновать перспективность проведения реконструкции узла очистки газа с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Произвести расчет затрат на проведение реконструкции узла очистки газа с использованием актуальных цен и тарифов.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Исходя из анализа расчетов и технических характеристик, привести и обосновать целесообразный вариант реконструкции узла очистки газа АГРС.</i>

Перечень графического материала

1. *Линейный календарный график выполнения работ*
2. *Сводная смета затрат на проведение работ*
3. *SWOT-анализ*
4. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.05.2018 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения СГН	Макашева Ю.С.	ассистент		18.05.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Ошлыков Виктор Евгеньевич		18.05.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4Б	Ошлыкову Виктору Евгеньевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	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»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1 Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p><i>Объектом исследования является автоматическая газораспределительная станция типа «Урожай – 10». Объект относится к технологическому сооружению повышенной опасности, требующему особых условий эксплуатации. Выявить вредные и опасные проявления факторов производственной среды, возможности негативного воздействия на компоненты окружающей среды, возможные чрезвычайные ситуации на объекте.</i></p>
<p><i>2 Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>Привести необходимые ссылки на нормативно – техническую документацию, регулирующую указанную в данном разделе информацию по данной теме.</i></p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p><i>Проанализировать выявленные вредные факторы при разработке проектируемого решения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенная загазованность воздуха рабочей среды; - отклонение показателей микроклимата в производственном помещении; - повышенный уровень шума; - недостаточная освещенность рабочей зоны.
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p><i>Проанализировать выявленные опасные факторы при разработке проектируемого решения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся материалы, разрушающиеся конструкции; - электрический ток; - острые кромки, заусенцы на поверхностях оборудования;

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	- пожаровзрывоопасность
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Проанализировать влияние работ, проводимых в ходе проектируемого решения, на различные компоненты окружающей среды: - анализ воздействия объекта на атмосферу; - анализ воздействия объекта на гидросферу; - анализ воздействия объекта на литосферу; - анализ воздействия объекта на селитебную зону. Предложить решения по снижению негативного влияния работ на окружающую среду.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	- Проанализировать возможности возникновения ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения. - Предложить превентивные меры по предупреждению ЧС, а также действия в результате возникшей ЧС и меры по ликвидации её последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	- Привести специальные правовые нормы трудового законодательства при работе на ГРС. - Перечислить необходимые организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.05.2018 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Н.С.	ассистент		18.05.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4Б	Ошлыков Виктор Евгеньевич		18.05.2018

Министерство образования и науки 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 объекта транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение Нефтегазового дела
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.12.2017	<i>Введение</i>	10
29.12.2017	<i>Обзор литературы</i>	10
10.02.2018	<i>Характеристика объекта исследования</i>	8
18.02.2018	<i>Структура АГРС «Урожай – 10»</i>	10
01.03.2018	<i>Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС – П «Урожай-10»</i>	10
01.04.2018	<i>Расчетная часть</i>	15
18.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
20.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
21.05.2018	<i>Заключение</i>	8
22.05.2018	<i>Презентация</i>	9
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чухарева Н.В.	к.х.н.		15.11.2017

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		15.11.2017

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения:

Газопровод: Трубопровод, транспортирующий природного газа.

Газораспределительная станция: Комплекс сооружений системы транспорта природного газа, предназначенный для снабжения потребителей газом с определенными значениями давления, степени очистки и одоризации.

Автоматизация: Саморегуляция технологических процессов, предназначенная для полного или частичного освобождения человека от участия в данных процессах.

Газотранспортная организация: Организация, осуществляющая транспортировку природного газа и имеющая на правах собственности или других законных основаниях магистральные газопроводы и их отводы, компрессорные станции, газораспределительные станции и иные объекты газотранспортной системы.

Газотранспортная система: Совокупность взаимосвязанных элементов, в состав которой входят газопроводы с соответствующими сооружениями, предназначенная для снабжения потребителя газом.

Пропускная способность газопровода: Количество газа, проходящее по газопроводу за единицу времени.

Надежность: Свойство объекта сохранять с течением времени времени в определенных пределах значения параметров, от которых зависит выполнение требуемых функций в заданных режимах работы, условиях эксплуатации, технического обслуживания.

Реконструкция: Преобразование объекта, направленное на

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18		ДР	1	92
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Консульт.						Группа 2Б4Б		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18				

оптимизацию производственных процессов и улучшение его технических характеристик.

Байпас: Резервный маршрут для поддержания функционирования системы при авариях или ремонтных работах.

Транспорт газа: процесс подачи газа от места его добычи, получения или хранения к потребителю.

Условные обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условные обозначения

Условные обозначения	Наименование
$P_{вх}$	Давление газа на входе АГРС, МПа
$P_{вых}$	Давление газа на выходе АГРС, МПа
$D_{увх}$	Условный диаметр на входе АГРС, мм
$D_{увых}$	Условный диаметр на выходе АГРС, мм

Сокращения:

АГРС – автоматическая газораспределительная станция;

АГРС – П – автоматическая газораспределительная станция при компрессорной станции «██████████» п. ██████████ ██████████ ██████████ «██████████»;

САУ – система автоматического управления;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

КРП – контрольно-распределительный пункт;

ГРП – газорегуляторный пункт;

ГРУ – газорегуляторная установка;

УОГ – узел очистки газа;

ЁСК – ёмкость сбора конденсата;

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		2

МУПГ – мобильный узел подачи газа;
 ГКС – головная компрессорная станция;
 ПДК – предельно допустимая концентрация;
 ИТСО – инженерно – технические средства охраны;
 САЗ – средства антитеррористической защиты;
 ЭХЗ – электрохимическая защита;
 ПЦТ – пылеуловитель циклонного типа;
 ФС – фильтр – сепаратор;
 ФО – фильтр – осушитель;
 КИП – контрольно – измерительные приборы;
 ПЦС – прямоточно – центробежный сепаратор;
 СГО – система газовой очистки;
 ЛПУМГ – линейно – производственное управление магистральных газопроводов;
 ИТР – инженерно – технические работники;
 ТО – техническое обслуживание;
 ЭПУУ – электропневматический узел управления;
 СРД – сосуд, работающий под давлением.

Нормативные ссылки:

ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов.

ВРД 39-1.8-022-2001. Номенклатурный перечень газораспределительных станций магистральных газопроводов.

ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		3

факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

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

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума.

Классификация.

ГОСТ 12.2.003-74. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 5542-87. Газы горючие для промышленности и коммунально – бытового назначения. Технические условия.

ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.

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

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

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.

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

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		4

требования безопасности.

ПБ 03-576-2003. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

ППБ 01-03. Правил пожарной безопасности в Российской Федерации.

РД 03-29-93. Методические указания по проведению технического освидетельствования паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды.

РД 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

РД 51-100-85. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа.

СанПиН 2.2.1/2.1.1-1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.

Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ. «О техническом регулировании».

Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123-ФЗ. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		5

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 92 с., 21 рис., 22 табл., 55 источников.

Ключевые слова: газопровод, автоматическая газораспределительная станция, узел очистки газа, реконструкция, сепаратор.

Объект исследования: Автоматическая газораспределительная станция АГРС – П типа «Урожай – 10».

Цель работы: Выбор оптимальной технологии защиты от механических примесей и влаги на узле очистки газа автоматической газораспределительной станции.

Методы и методики проведения работ: Расчетная часть выполнена в соответствии с СТО Газпром 1.10-098-2004 «Методика проведения технического диагностирования трубопроводов и обвязок технологического оборудования газораспределительных станций магистральных газопроводов», ВРД 39-1.10-069-2002 «Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов» и ГОСТ 14249-89 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность».

В процессе исследования проводились: Аналитический обзор современных технологий очистки природного газа на газораспределительных станциях; выбор очистных устройств для замены оборудования узла очистки газа; технологический расчет пропускной способности газопровода – отвода, гидравлический и механический расчеты газового фильтра – сепаратора; рассматривались этапы работ по реконструкции узла очистки газа автоматической газораспределительной станции.

В результате исследования: Выбраны очистные устройства на узле очистки газа автоматической газораспределительной станции на основании технико – экономических показателей; выполнен технологический расчет пропускной способности газопровода – отвода, гидравлический и механический расчеты газового фильтра – сепаратора; описаны этапы проведения реконструкции; определена сметная стоимость работ.

Область применения: Газораспределительные станции магистральных газопроводов.

Экономическая эффективность/значимость работы: Проведен расчет экономических затрат на реконструкцию узла очистки газа автоматической газораспределительной станции посредством замены газовых сепараторов сетчатых первого типа (ГС1) на газовые сепараторы сетчатые с центробежными элементами (ГСЦ).

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Реферат	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	6	92
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

6.1.3.	Производственный шум	63
6.1.4.	Микроклимат.....	63
6.1.5.	Освещенность.....	63
6.1.6.	Электробезопасность.....	64
6.2.	Экологическая безопасность.....	65
6.2.1.	Анализ воздействия объекта на атмосферу	65
6.2.2.	Анализ воздействия объекта на гидросферу.....	65
6.2.3.	Анализ воздействия объекта на литосферу.....	66
6.2.4.	Анализ воздействия на селитебную зону.....	66
6.3.	Требования безопасности в чрезвычайных ситуациях	67
6.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
6.4.1.	Специальные правовые нормы трудового законодательства	69
6.4.2.	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	70
7	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	71
7.1.	Расчет продолжительности выполнения работ.....	71
7.2.	Расчет затрат на оплату труда.....	73
7.3.	Отчисления на социальные нужды	76
7.4.	Затраты на материалы.....	76
7.5.	Затраты на спецтехнику	77
7.6.	Сводная смета затрат на реконструкцию узла очистки газа	79
7.7.	SWOT-анализ.....	81
7.8.	Вывод.....	82
Заключение		84
Список использованных источников		85

Введение

Актуальность работы: Для обеспечения бесперебойной и эффективной подачи потребителям природного газа с определенной степенью очистки и осушки в газотранспортной системе применяются разнообразные фильтрующие устройства, которые могут характеризоваться недостаточной степенью очистки вследствие длительного ресурса эксплуатации и морально устаревать в связи с изменением требований к качеству транспортируемой среды и изменением нормативно – технической документации и регламентов предприятия. Поэтому, для обеспечения требуемых характеристики углеводородов, на предприятиях трубопроводного транспорта проводят реконструкции технологического оборудования, что требует внедрения не только новых современных технических устройств, но и применения новых технологий. в связи с вышеуказанным, тема ВКР бакалавра «Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции» актуальна.

Объект исследования: Автоматическая газораспределительная станция типа «Урожай – 10».

Предмет исследования: Технологическое оборудование узла очистки газа автоматической газораспределительной станции АГРС – П «Урожай – 10».

Цель ВКР: Замена очистных устройств на узле очистки газа автоматической газораспределительной станции.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Введение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	10	92
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

- проведение аналитического обзора по современным технологиям очистки газа на газораспределительных станциях с приведением характеристик, структуры и принципа работы автоматической газораспределительной станции АГРС – П;
- выбор технологического оборудования для обоснования целесообразности проведения реконструкции узла очистки газа автоматической газораспределительной станции АГРС – П;
- проведение технологического расчета по определению пропускной способности газопровода – отвода, гидравлического и механического расчетов газового фильтра – сепаратора типа ГСЦ;
- расчет затрат на проведение реконструкции узла очистки газа автоматической газораспределительной станции АГРС – П.

Практическая значимость: В дальнейшем результаты ВКР могут быть положены в основу магистерской диссертации.

Личный вклад автора:

- проведение аналитического обзора по современным технологиям очистки природного газа от механических примесей и влаги на газораспределительных станциях;
- проведение технологического расчета пропускной способности газопровода – отвода, гидравлического и механического расчетов газового фильтра – сепаратора типа ГСЦ для обеспечения безопасного выполнения работ и дальнейшей эксплуатации объекта.

Реализация и апробация работы: Основные положения и результаты работы докладывались на следующих конференциях:

1. XXII Международный симпозиум имени академика М. А. Усова студентов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр», г. Томск 6 апреля 2018 года.

					Введение	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

1 Обзор литературы

В настоящее время одной из ведущих отраслей топливно – энергетического комплекса (ТЭК) России и зарубежных стран является газовая отрасль. Общая протяженность системы магистральных газопроводов России составляет около 178 тыс. км [23], при этом она охватывает районы с разнообразными природно – климатическими и геологическими условиями.

Наличие большого объема научно – технической литературы по данной сфере и широкий диапазон нормативно – технической документации свидетельствуют о том, что транспорт природного газа представляет собой сложную систему различных технологических объектов, к которым относятся газораспределительные станции (ГРС), основное назначение которых в соответствии с нормативным документом [1] – снижение газового давления до определенного уровня в целях его безопасного потребления и подача газа с определенными параметрами количества, степени очистки и одоризации.

На ГРС осуществляются такие технологические процессы, как:

- очистка газа от твёрдых механических примесей и влаги;
- редуцирование – снижение давления газа до уровня, определенного по договору с потребителем;
- одоризация – добавление в газ сильно пахнущего вещества для своевременного обнаружения утечек по запаху в ходе эксплуатации газового оборудования;
- учёт расхода газа перед подачей его к потребителю.

В состав каждой ГРС входят основные узлы, представленные на рисунке 1. Представленные в данной работе технологические схемы

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Обзор литературы	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	12	92
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

выполнены в соответствии с ВРД 39-1.10-069-2002 [1].

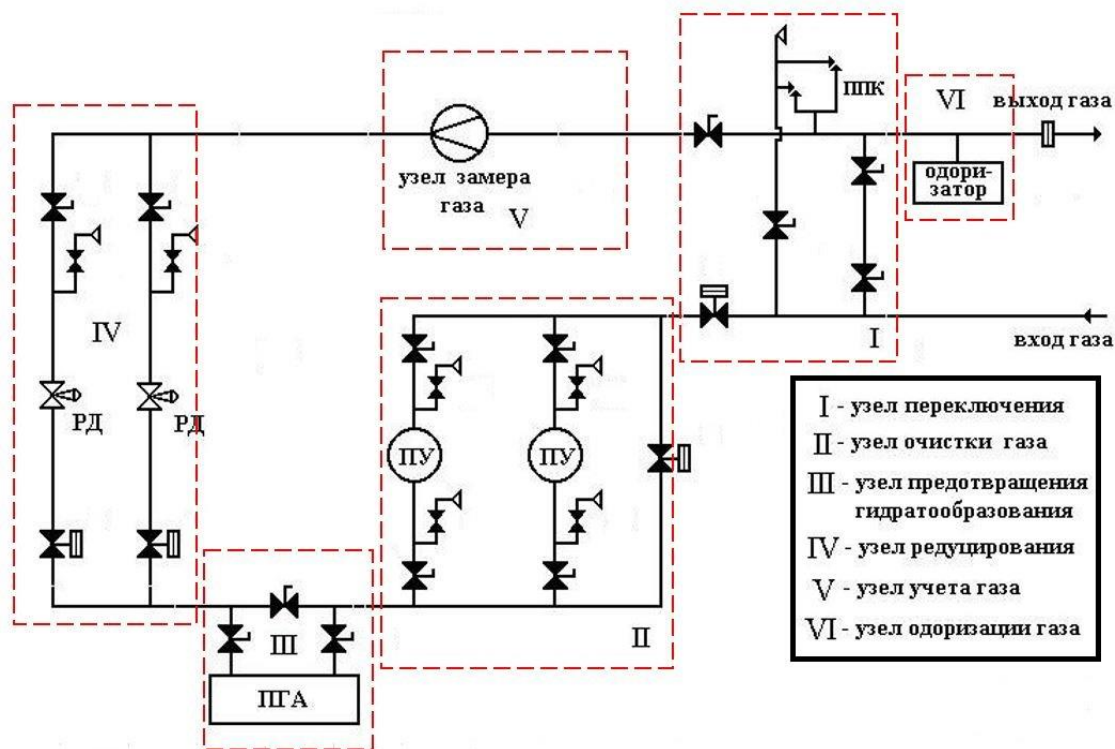


Рисунок 1. Технологическая схема типовой ГРС

Исходя из данных документа [1], в состав ГРС входят следующие основные узлы:

1. Узел переключения ГРС предназначен для переключения газового потока с входной линии на обводную линию с ручным или автоматическим регулированием давления газа, для отключения ГРС и защиты выходного газопровода от превышения давления выше установленной величины по каждому выходному газопроводу.

2. Узел очистки газа ГРС предназначен для удаления механических примесей и капельной жидкости из природного газа в емкость сбора конденсата (ЁСК) с целью предотвращения их попадания в газорегуляторные агрегаты и средства автоматики.

3. Узел предотвращения гидратообразования предназначен для борьбы с обмерзанием рабочей арматуры и образованием газовых гидратов в

					Обзор литературы	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		13

газопроводных сооружениях и арматуре.

4. Узел редуцирования газа предназначен для снижения давления газа до определенного значения и его автоматического поддержания перед подачей в линию потребителя.

5. Узел измерения расхода газа (узел учёта) предназначен для измерения расхода газа с применением расходомеров и счётчиков.

6. Узел одоризации газа предназначен для придания газу специфического запаха с целью своевременного обнаружения утечек.

Кроме того, каждая ГРС оснащается следующими узлами и системами:

1. Система подготовки газа на собственные нужды предназначена для использования части газового потока на собственные нужды ГРС, сокращая таким образом расходы на отопление.

2. Система подготовки импульсного газа предназначена для подготовки импульсного газа, используемого для перестановки кранов ГРС, а также для редуцирования газа, предназначенного прочим местным потребителям.

3. Система азотирования предназначена для осушки трубопроводов обвязки азотированием.

4. Мобильный узел подачи газа (МУПГ) предназначен для временного выполнения технологических функций ГРС при капитальном ремонте действующей станции.

5. Система автоматического управления (САУ) предназначена для непрерывного автоматического контроля технологических параметров, реализации функций защиты, дистанционного и автоматического управления основным и вспомогательным оборудованием ГРС, обеспечивающим подачу газа потребителям в необходимом количестве с заданными параметрами.

6. Система связи предназначена для обеспечения голосовой связи между диспетчером на головной компрессорной станции (ГКС) и оператором на ГРС.

					Обзор литературы	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

7. Система контроля загазованности предназначена для выдачи сигналов о превышении установленных значений предельно допустимых концентраций (ПДК) метана, этана, пропана, бутана, этилена, пропилена в помещениях ГРС.

8. Система пожаротушения.

9. Инженерно – технические средства охраны (ИТСО) и средства антитеррористической защиты (САЗ).

10. Система энергоснабжения.

11. Система освещения.

12. Система молниезащиты и заземления.

13. Система электрохимической защиты (ЭХЗ).

14. Система отопления.

15. Система вентиляции.

16. Система кондиционирования.

17. Система водоснабжения.

18. Система канализации.

По данным [2], большинство газораспределительных станций в пределах Российской Федерации находятся в эксплуатации 20 лет и более, поэтому установленное на ГРС оборудование может либо морально устаревать, либо не удовлетворять требуемой точности измерения. При этом требования, предъявляемые к перекачиваемому к потребителю газу, в частности к степени его очистки, регламентируются в нормативно – технической документации [3, 4] и постоянно ужесточаются.

Исходя из постоянно повышающихся требований, предъявляемых к качеству подготовки газа, за последние годы в России появилась необходимость создания агрегатов более совершенных конструкций, обеспечивающих высокие параметры производительности и эффективности. Вследствие вышеуказанного, для газораспределительных организаций по

					Обзор литературы	Лист
						15
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

техничко – экономическим соображениям актуален вопрос реконструкции или технического перевооружения существующих агрегатов без ввода дополнительного технологического оборудования. С этой целью разрабатываются новые технологические установки и методики проведения технологических операций. По данным статьи [5], особое внимание стоит уделять таким критериям, как увеличение надежности технологий, повышение уровня автоматизации, соответствие нормам экологии, а также экономическая выгодность процесса в целом.

Анализ работ различных авторов [17 – 22] показывает, что одним из перспективных направлений развития данных критериев является совершенствование существующих и разработка новых технологий очистки и осушки природного газа, так как в промышленности во всех случаях необходима очистка газа от механических примесей и влаги. Для этого на магистральных газопроводах в составе автоматизированных газораспределительных станций, компрессорных станций и пунктов подготовки газа для газотурбинных установок применяются узлы очистки газа (УОГ).

УОГ являются важным звеном в системе подготовки и подачи газа в регулирующее, предохранительное, измерительное и газоиспользующее оборудование. УОГ могут эксплуатироваться в районах с умеренным и холодным климатом. Климатическое исполнение УОГ выбирают в зависимости от района строительства в соответствии с требованиями нормативного документа [6].

По данным методических материалов [7], к первичным источникам появления твердых механических примесей в природном газе относится их возникновение в процессах коррозионного разрушения и низкокачественного монтажа во внутренних полостях стальных газопроводов. Положения нормативно – технической документации требуют наличия узла очистки газа

					Обзор литературы	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

перед каждым пунктом его редуцирования в связи с тем, что присутствие в газе твердых и жидких частиц является причиной загрязнения и эксплуатационного износа рабочих органов газового оборудования, более того, дополнительных экономических затрат на разборку, замену и очистку данных элементов.

По данным причинам на узлах очистки газа газораспределительных станций устанавливаются пылеуловители циклонного типа (ПЦТ), фильтры – сепараторы (ФС) и фильтры – осушители (ФО). Среди основных требований, предъявляемых к ним, выделяют простоту конструктивного исполнения, высокую эффективность очистки и малое влияние на гидравлическое сопротивление.

Очистка газа пылеуловителями циклонного типа

УОГ может состоять из нескольких ПЦТ с обвязкой из запорной арматуры и датчиков контрольно – измерительных приборов (КИП), расположенных на несущих рамах, конструкция которых позволяет транспортировать изделие любыми видами транспорта [8].

Обвязка запорной арматурой может быть выполнена как на ручных кранах, так и на кранах с пневмоприводом и электроприводом во взрывозащищённом исполнении для возможности дистанционного управления узлом очистки газа.

В соответствии с источником [9], конструкция пылеуловителя циклонного типа представлена сосудом цилиндрической формы с эллипсообразными днищами (рисунок 2), который изготавливается по требованиям, изложенным в нормативном документе «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» [10].

					Обзор литературы	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

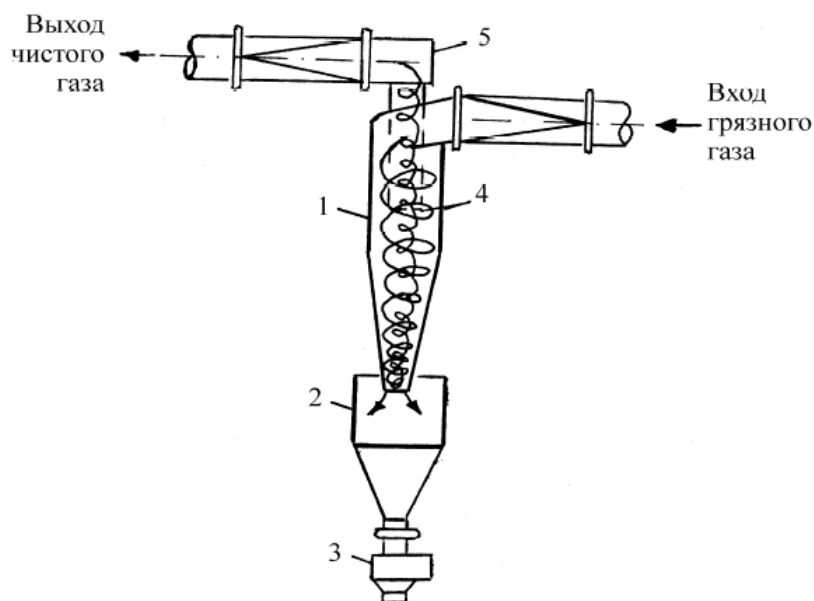


Рисунок 2. Конструкция пылеуловителя циклонного типа [10]:

1 – корпус; 2 – бункер для сбора пыли; 3 – штуцер слива; 4 – выхлопная труба; 5 – устройство для отвода очищенного газа

Принцип работы ПЦТ подробно описан в [11] и заключается в следующем. Поток природного газа вводится в ПЦТ через входной патрубок. В аппарате создается вращающийся газовый поток, направленный к конической части вниз. Вследствие центробежной силы механические частицы и капли жидкости выпадают из потока, осаждаются на стенках корпуса и стекают в бункер для сбора пыли. Через штуцер слива конденсат удаляется в ЁСК. Далее очищенный газовый поток движется снизу вверх и выводится из ПЦТ через выходной патрубок.

Для наиболее эффективной сепарации влаги и механических примесей из газового потока в состав ПЦТ входят две секции:

- секция ввода и очистки газа;
- секция сбора отделенного от основного газового конденсата и механических примесей.

Наиболее оптимальная работа УОГ обеспечивается при скорости движения газа не менее 18 м/с.

					Обзор литературы	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Существует множество типов ПЦТ. Помимо описанного выше противоточного циклона, также применяются и менее распространённые прямоточные ПЦТ. Они отличаются размерами цилиндрической и конической частей, а также относительной высотой цилиндрической части. При высокой относительной высоте снижается коэффициент гидравлического сопротивления в бункере, но при этом также понижается и степень очистки.

В настоящее время ПЦТ широко применяются в системах транспорта и хранения нефти и газа, что обуславливается их способностью улавливать частицы с минимальными размерами до 2 мкм. По данным исследований [12] анализ существующих моделей противоточных циклонов показывает их достаточно высокую эффективность очистки в диапазоне от 86 до 92%, но при этом они создают высокое гидравлическое сопротивление, что является их существенным недостатком. В противоточных циклонах значения гидравлического сопротивления находятся в пределах от 125 до 150 мм вод. ст. Данные показатели значительно превышают нормированный техническими условиями на входе в газовое оборудование диапазон от 40 до 60 мм вод. ст.

Таким образом, циклоны надёжны, высокопроизводительны, используются для очистки агрессивных газов. Среди их недостатков стоит выделить повышенное гидравлическое сопротивление и неспособность улавливать пыль с малым размером частиц.

Очистка газа фильтрами – сепараторами

Узел очистки газа на базе фильтров – сепараторов состоит из двух и более вертикальных ФС. Конструкция вертикального ФС представлена на рисунке 3.

					Обзор литературы	Лист
						19
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

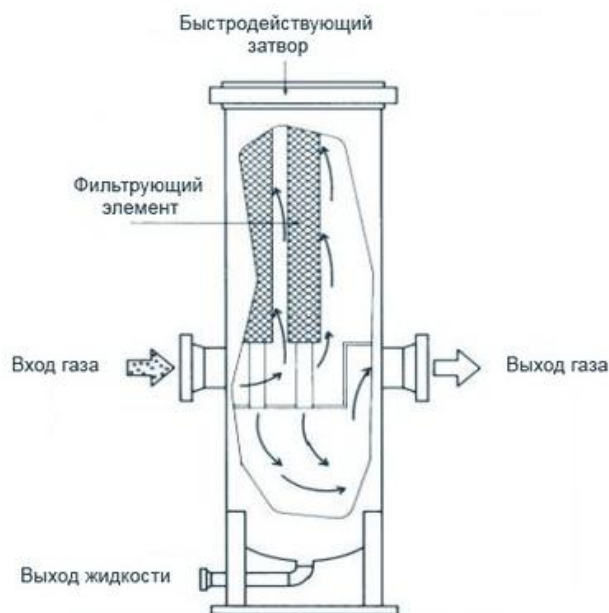


Рисунок 3. Конструкция фильтра-сепаратора [13]

В соответствии с [13] сепарация капель влаги и твердых частиц основана на технологии закручивания газового потока и последующего резкого изменения направления потока. Конструктивно верхняя часть фильтра – сепаратора представлена специальной фильтрующей кассетой, в состав которой входят сменных фильтрующие элементы. Промежуточная емкость оборудована датчиком верхнего уровня, подающим сигнал об открытии или закрытии крана с дистанционным управлением, который автоматически сбрасывает конденсат в ёмкость сбора при достижении им максимального уровня в промежуточной ёмкости.

На входе в ФС в части отделения жидкости газ сильно закручивается. Возникает вихревой поток. Из-за этого части загрязнений отбрасываются к внешней стенке корпуса сепаратора. Распределение давления в газовом вихре вызывает вторичный поток газа в середине вихря. Этот поток увлекает за собой загрязняющие частицы и предотвращает их отложение на стенках

					Обзор литературы	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

корпуса. Затем газовый поток течет в верхнюю часть фильтра, где он дополнительно фильтруется посредством фильтрующего элемента. После прохождения фильтрующего элемента газ выходит из газового фильтра – сепаратора через выходной патрубок.

Узел очистки газа на базе ФС обеспечивает высокую степень очистки (2 – 5 мкм) с полным удалением жидких фракций. Фильтры обязаны быть с запорной арматурой с электроприводом во взрывозащищенном исполнении с возможностью ручного привода (или кранами с пневмоприводами), переход в работу резервных фильтров производится дистанционно с САУ ГРС. Фильтры оборудованы датчиками уровня и устройством автоматического сброса конденсата в ёмкость сбора конденсата из промежуточной ёмкости.

Очистка газа фильтрами – осушителями

Фильтры – осушители предназначены для очистки и осушки импульсного газа, подаваемого в узлы управления с различными типами приводов шаровых кранов, устанавливаемых на линейной части газопровода, в станциях газораспределения, компрессорных станциях, пунктах подготовки газа и пр. Конструкция ФО представлена на рисунке 4.

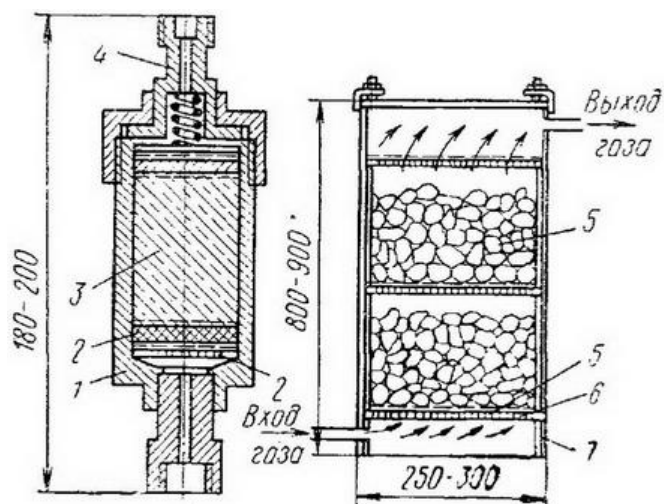


Рисунок 4. Конструкция фильтра-осушителя [14]

Исходя из [14], принцип работы ФО заключается в следующем: газ из

					Обзор литературы	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		21

подводящего трубопровода поступает в корпус фильтра, где проходит три стадии подготовки:

- грубая очистка от механических примесей;
- осушка от влаги при помощи гранулированного сорбента, который, поглощая из газа влагу, растворяется с образованием солевого раствора, стекает вниз и собирается в нижней части осушителя, после чего периодически удаляется;
- тонкая очистка от механических примесей.

Перспективы повышения эффективности систем очистки природного газа

Из вышеуказанной информации можно сделать вывод, что с учетом особенностей эксплуатации современного газового оборудования актуально применение систем очистки природного газа, обеспечивающих высокую пропускную способность при наименьших затратах на их эксплуатацию.

Кроме того, УОГ должны обеспечивать не только очистку газа от механических примесей, но и его эффективную осушку, поскольку осушка газа при его подготовке в условиях транспорта и хранения осуществляется с целью предотвращения гидратообразования. Согласно литературному источнику [16], возникновение газовых гидратов обусловлено показателями давления и температуры в трубопроводах и оборудовании, наличием свободных капель влаги, наличием центров кристаллизации. Поэтому одним из наиболее распространенных технологических решений проблемы образования газовых гидратов является снижение концентрации механических частиц и капельной влаги в газовом потоке до минимума. Для обеспечения оптимальной эксплуатации газового оборудования в качестве одной из разновидностей данного подхода выступает разработка и применение моделирующих программ, что позволяет исследовать процессы

					Обзор литературы	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

гидратообразования с минимальными материальными и временными затратами. Данные модели являются актуальными не только для стадии проектирования, но и для процессов функционирования существующего оборудования, так как они позволяют учитывать влияние внешних факторов на показатели действующих процессов и принимать своевременные меры по обеспечению оптимальных условий их протекания.

Отдельные вопросы повышения эффективности эксплуатации систем очистки природного газа и возможные пути их разрешения описаны в работах таких авторов, как А. В. Бирюков, А. П. Усачев, А. И. Ларюхин, А. И. Хазбулатов, П. В. Шерстюк и других исследователей. Решения, предложенные данными авторами, применимы к задачам разработки инновационных установок очистки природного газа от механических примесей и влаги с обеспечением высокой пропускной способности и минимальной частоты операций по обслуживанию и регенерации.

В частности, А. В. Бирюков [17] предлагает комплексное решение данных задач в виде совокупности мероприятий, обеспечивающих эффективный контроль критических показателей перепада давления на фильтрующих элементах и пропускной способности систем очистки природного газа. Основываясь на опыте эксплуатации систем очистки и осушки природного газа, автор предлагает решение вопроса эффективности систем очистки с конструктивной точки зрения путем внедрения новой многоблочной установки очистки природного газа от механических примесей.

В отличие от него, в исследованиях Ларюхина А. И. [18] повышение эффективности эксплуатации систем очистки природного газа проводится при помощи разработки методов экспериментального и численного моделирования физических процессов подготовки природного газа. Это позволяет обеспечивать требуемые потребительские качества природного

					Обзор литературы	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

газа без внесения существенных изменений конструкции самого оборудования.

Основываясь на результатах анализа нормативно – технической документации, А. И. Хазбулатов утверждает, что, несмотря на относительно распространенное применение прямоточно – центробежных сепараторов (ПЦС), на данный момент отсутствуют надежные методические указания по расчету данных устройств. В связи с этим, его работы направлены на анализ влияния определенных параметров на степень эффективности очистки природного газа от механических примесей и влаги в ПЦС и разработку методики подбора оптимальных параметров работы, таких как: размеры вихревой камеры, размеры сепарационной щели, тип завихрителя, размеры бункера и др. [12]. Таким образом, его решение вопроса повышения эффективности эксплуатации систем очистки природного газа заключается в разработке методики расчета оптимальных рабочих характеристик очистных устройств, индивидуальных для конкретных систем очистки и осушки природного газа.

П. В. Шерстюк, как и А. В. Бирюков, предлагает решение вопроса повышения эффективности эксплуатации систем очистки природного газа с конструктивной точки зрения, однако он предлагает новые технические решения лишь для одного компонента очистных устройств, а именно фильтрующих элементов. Рассматриваемые им гофрированные фильтрующие элементы на практике обладают повышенной удельной пропускной способностью и устойчивостью к износу и разрушению [19].

В сравнении с вышеуказанными авторами, А. П. Усачев совместно с другими исследователями использует в своих работах комбинированный подход к путям повышения эффективности эксплуатации систем очистки природного газа, рассматривая как методы математического моделирования процессов газоперекачки и оптимальных рабочих параметров очистных

					Обзор литературы	Лист
						24
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

устройств, так и новые конструктивные решения, в частности разработку фильтров – сепараторов для комплексной очистки газа от твердых примесей, влаги, жидких углеводородов, смолистых и сажистых веществ [20 – 22].

Следует учитывать тот факт, что нарушения в работе системы очистки может привести к возникновению аварийных ситуаций или инцидентов на газотранспортных предприятиях. Например, на рисунке 5 приведены данные статистики аварийности и производственного травматизма за период 2010 – 2016 гг. на опасных производственных объектах системы газораспределения из отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году [15].



Рисунок 5. Динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом за 2010-2016 гг. на опасных производственных объектах системы газораспределения [15]

По данным анализа распределения видов аварий за 2015 г. значительная доля случаев возникновения аварий и инцидентов в газораспределительных сетях (около 21%) приходится на выходы из строя газового оборудования, в том числе на повреждение и разрушение фильтрующих элементов и последующее попадание их частей в

газорегулирующие агрегаты, что приводит к превышению максимально допустимого перепада давления и снижению пропускной способности системы газовой очистки (СГО) до значений ниже критических. Это также доказывает актуальность совершенствования существующих и разработки новых СГО, применяемых на УОГ.

Таким образом, одним из важнейших параметров качества транспортируемого природного газа является уровень содержания в нем механических включений и капельной влаги. Поэтому в связи с постоянно повышающимися требованиями к качеству поставляемого потребителю природного газа важен вопрос изучения современных технологий защиты от механических примесей и влаги с целью разработки возможных мероприятий по их улучшению и модернизации для обеспечения необходимого уровня качества природного газа, поэтому тема данной ВКР является актуальной.

					Обзор литературы	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

2 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования в данной работе является автоматическая газораспределительная станция малой производительности АГРС – П «Урожай – 10». АГРС – П имеет два выхода на потребителей: один с условным диаметром 225 мм, расходом 10260 нм³/час и выходным давлением 0,6 МПа, другой с условным диаметром 110 мм, расходом 1400 нм³/час и выходным давлением 0,6 МПа в соответствии с [55].

Технические характеристики АГРС – П «Урожай – 10» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики АГРС – П «Урожай – 10»

Наименование параметра	Значение
Давление газа на входе АГРС ($P_{вх}$)	■ МПа
Давление газа на выходе АГРС ($P_{вых}$)	■ МПа
Пропускная способность АГРС	11660 нм ³ /час
$D_{увх}$	110 мм
$D_{увых}$	225 мм, 110 мм
Точность поддержания давления газа на выходе АГРС	±5 %
Аварийная сигнализация	Дистанционная передача общего аварийного сигнала
Количество выходов на потребителя	Один (два по заказу)
Масса АГРС не более 12 т	

Расчетная часть выполнена в соответствии с СТО Газпром 1.10-098-2004 «Методика проведения технического диагностирования трубопроводов и обвязок технологического оборудования газораспределительных станций магистральных газопроводов» [29], ВРД 39-1.10-069-2002 «Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции					
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Характеристика объекта					
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18				Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18				ДР	27	92
Консульт.								Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б4Б		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18						

газопроводов» [1] и ГОСТ 14249-89 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность» [53].

					Характеристика объекта	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		28

3 Структура АГРС «Урожай – 10»

3.1.Исполнение АГРС «Урожай – 10»

Все технологическое оборудование АГРС размещается в блок – контейнерах обычного или северного исполнения. Контейнеры собраны на несущей металлической раме в качестве каркаса, крыша и стены которого обшиты с внешней и внутренней стороны металлическими листами с набивкой между ними теплоизолирующего материала. Они снабжаются естественной вытяжной и аварийной вентиляцией, активирующейся при оповещении от датчика загазованности, а также сигнализацией несанкционированного проникновения. Автоматическая газораспределительная станция типа АГРС – П «Урожай – 10» производительностью 11660 нм³/час представлена в моноблочном исполнении (рисунок 6).



Рисунок 6 - Автоматическая газораспределительная станция в моноблочном исполнении АГРС – П «Урожай-10» производительностью 11660 нм³/час

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Структура АГРС «Урожай – 10»	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	29	92
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

В состав блок – здания входит:

1. Отсек управления (операторная).

В отсеке управления размещены узел связи, система автоматизированного управления (САУ) ГРС (рисунок 7), автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП), аварийно – предупредительная сигнализация, автоматизированное рабочее место оператора (АРМО).

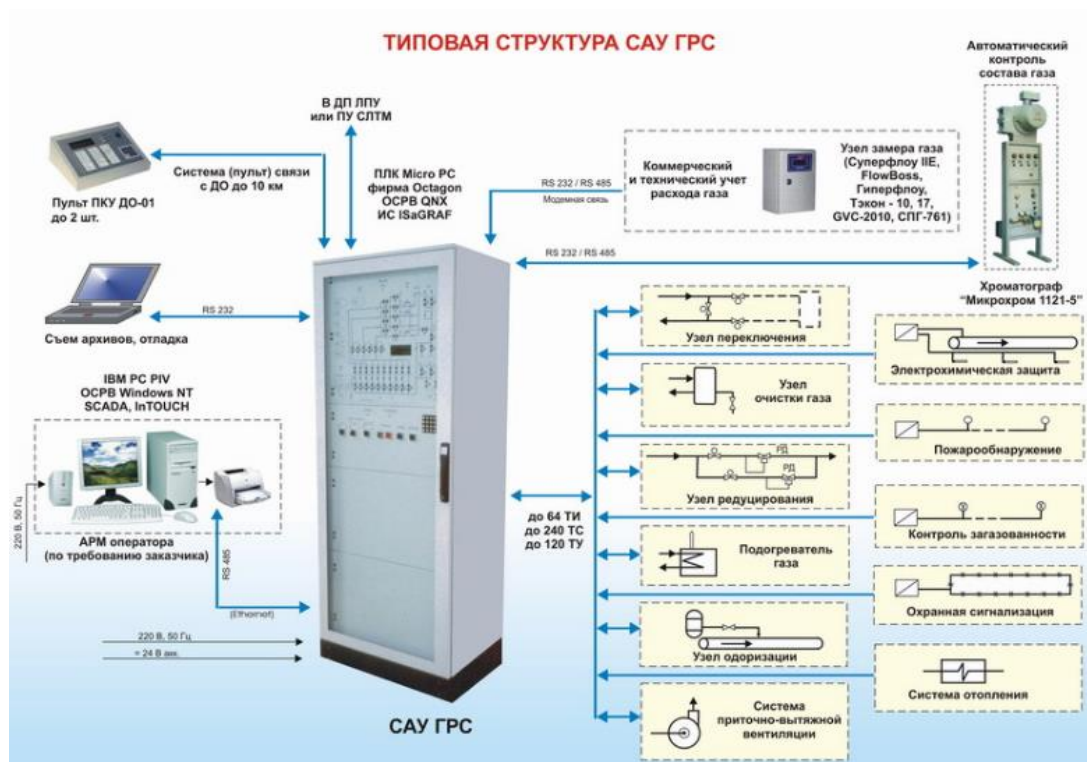


Рисунок 7 – Типовая структура САУ ГРС

2. Отсек подготовки теплоносителя.

В данном отсеке происходит подогрев жидкости теплоносителя в системе отопления для обогрева помещений.

Отсек включает котловое оборудование, горелки, приборы КИПиА.

3. Отсек технологический.

В технологическом отсеке АГРС – П «Урожай – 10» размещены

					Структура АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		30

наиболее важные узлы станции, обеспечивающие большинство технологических процессов: узел переключения, узел очистки газа, узел предотвращения гидратообразований, узел редуцирования, узел подготовки газа на собственные нужды, узел учета газа.

4. Отсек одоризации.

На АГРС – П «Урожай – 10» КС в качестве одоранта используется этилмеркаптан, добавляемый в газовый поток из расчета 16 г на 1000 м³ газа [1]. Одоризацию осуществляет универсальный автоматический одоризатор УОГ – 1, представляющий собой капельную установку. Капельная установка расположена в отсеке одоризации и состоит из расходной ёмкости, мерного стекла, капельницы, игольчатого вентиля, эжектора и нейтрализатора паров (рисунок 8).



Рисунок 8 – Узел одоризации ГРС

3.2. Функции АГРС «Урожай – 10»

АГРС – П «Урожай – 10» выполняет следующие функции:

- очистка газа от капельной влаги и механических частиц при автоматическом сбросе конденсата;
- подогрев газа перед его редуцированием и поддержание заданной температуры с целью повышения надежности работы эксплуатируемого

					Структура АГРС «Урожай – 10»	Лист
						31
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

оборудования;

- редуцирование газа высокого давления до определенного низкого и поддержание его с заданной точностью;
- учет расхода газа с регистрацией и передачей данных газораспределяющей организации;
- одоризация газа;
- автоматическое управление режимами работы технологического оборудования станции, в том числе ограничение поставок газа по требованиям газораспределяющей организации;
- звуковое и визуальное оповещение при аварийных ситуациях, а также при нарушениях работы с передачей сигнала на пульт диспетчеру или оператору.

3.3. Технологический отсек АГРС «Урожай – 10»

Технологический отсек АГРС – П «Урожай – 10» включает следующие узлы и блоки:

1. Узел переключения (рисунок 9).



Рисунок 9. Узел переключения ГРС

					Структура АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		32

Он предназначен для осуществления следующих операций:

– переключение газового потока с входной линии на обводную линию (байпас) с ручным или автоматическим регулированием давления газа. Для этого обводная линия оснащается по ходу газа соответственно ручным краном и клиновой задвижкой или управляемыми с САУ краном и краном-регулятором;

– отключение ГРС;

– защита выходного газопровода от превышения давления выше установленной величины по каждому выходному газопроводу.

В узле переключения расположены следующие функциональные элементы:

– обводная линия (байпас). Для автоматизированных ГРС включает три запорных органа: кран с пневмоприводом; кран-регулятор, настроенный на выходное давление; ручной кран. Для неавтоматизированных ГРС включает два запорных органа: кран с пневмоприводом и ручной кран;

– продувочная линия для стравливания газа с участка от охранного до входного крана ГРС;

– предохранительные клапана на трехходовом кране для автоматической защиты от кратковременного превышения давления. Допускается замена трехходового крана двумя заблокированными кранами – один открыт, второй закрыт. Клапана должны проверяться и настраиваться без снятия;

– входной и выходной краны ГРС для отключения соответственно ГРС и потребителя от газоснабжения;

– необходимые приборы КИП.

На рисунке 10 представлена технологическая схема узла переключения АГРС – П «Урожай – 10».

					Структура АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		33

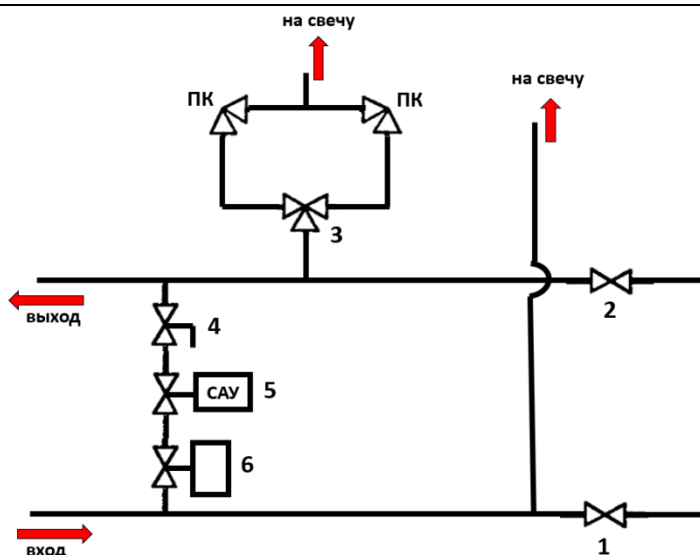


Рисунок 10. Технологическая схема узла переключения для автоматизированных ГРС:

1 – входной кран ГРС; 2 – выходной кран ГРС; 3 – трехходовой кран; 4 – ручной кран; 5 – кран – регулятор; 6 – кран с пневмоприводом; ПК – предохранительный клапан

1. Узел очистки газа (рисунок 11) предназначен для удаления механических примесей и капельной жидкости из природного газа в емкость сбора конденсата. Имеет рабочий и резервный фильтры с общим накопителем, из которых при достижении предельного уровня автоматически сбрасываются продукты очистки в ЁСК.

Выделяют следующие функциональные элементы УОГ:

- фильтрующий элемент (для ГРС производительностью 10000 и выше должно быть как минимум 2);
- обводная линия;
- ёмкость сбора конденсата;
- необходимые приборы КИП.



Рисунок 11. Узел очистки газа ГРС

Технологическая схема УОГ представлена на рисунке 11.

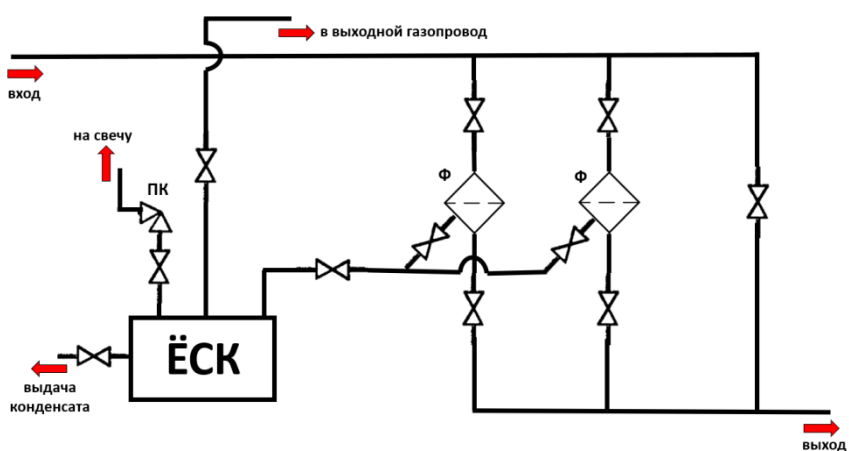


Рисунок 12. Технологическая схема узла очистки газа ГРС:
Ф-фильтрующий элемент; ПК- предохранительный клапан

2. Узел предотвращения гидратообразования (рисунок 13) предназначен для поддержания установленной температуры газа на выходе АГРС и предотвращения обмерзания арматуры и образования кристаллогидратов в газопроводных коммуникациях и ГПА.



Рисунок 13. Узел предотвращения гидратообразования ГРС

На АГРС – П «Урожай – 10» установлено два подогревателя природного газа ПГ газо – водяного типа с нержавеющей трубным пучком. Подогрев газа осуществляется посредством нагрева теплоносителя (смесь воды и диэтиленгликоля) до расчетной температуры, который нагревает газ, проходя через U – образный трубный пучок в трубчатом теплообменнике.

4. Узел редуцирования предназначен для снижения и автоматического поддержания давления газа в линии потребителя. Узел оснащен двумя нитками редуцирования одинаковой производительности (рабочая и резервная), оснащенными однотипной запорно – регулирующей арматурой для защиты потребителей от недопустимого давления (+/-) 10% от заданного.

В качестве устройств для редуцирования и автоматического поддержания давления газа в линии потребителя используются регуляторы давления мембранные РДМ.

Технологическая схема узла редуцирования газа представлена на рисунке 14.

					Структура АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		36

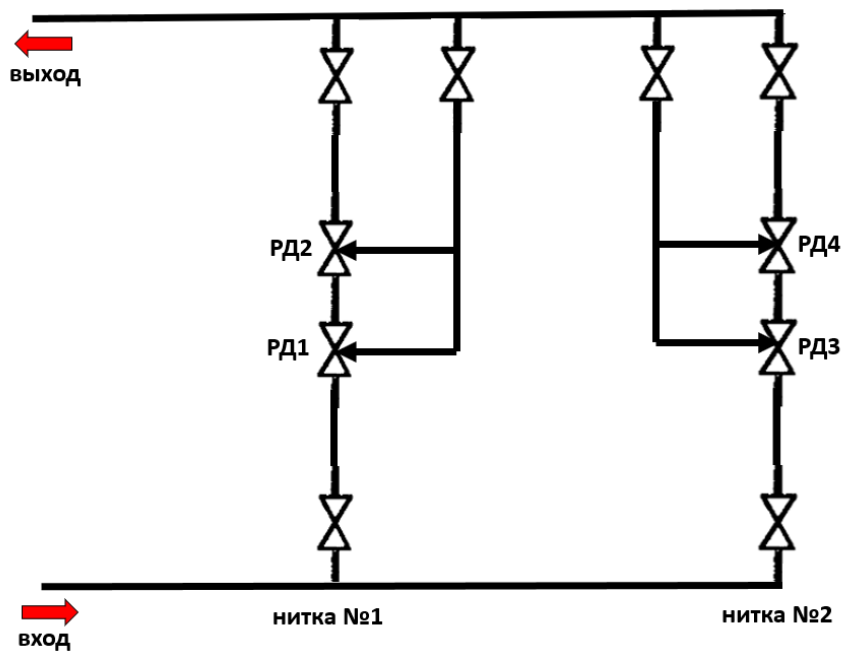


Рисунок 14. Технологическая схема узла редуцирования ГРС:

РД – регулятор давления

5. Узел подготовки газа на собственные нужды предназначен для снижения и автоматического поддержания заданного низкого давления газа для собственных нужд АГРС, а также автоматической защиты оборудования собственных нужд от недопустимого давления.

На АГРС – П «Урожай – 10» в качестве устройства для поддержания низкого давления используется регулятор давления газовый комбинированный РДГК.

Технологическая схема узла подготовки газа на собственные нужды представлена на рисунке 15.

					Структура АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		37

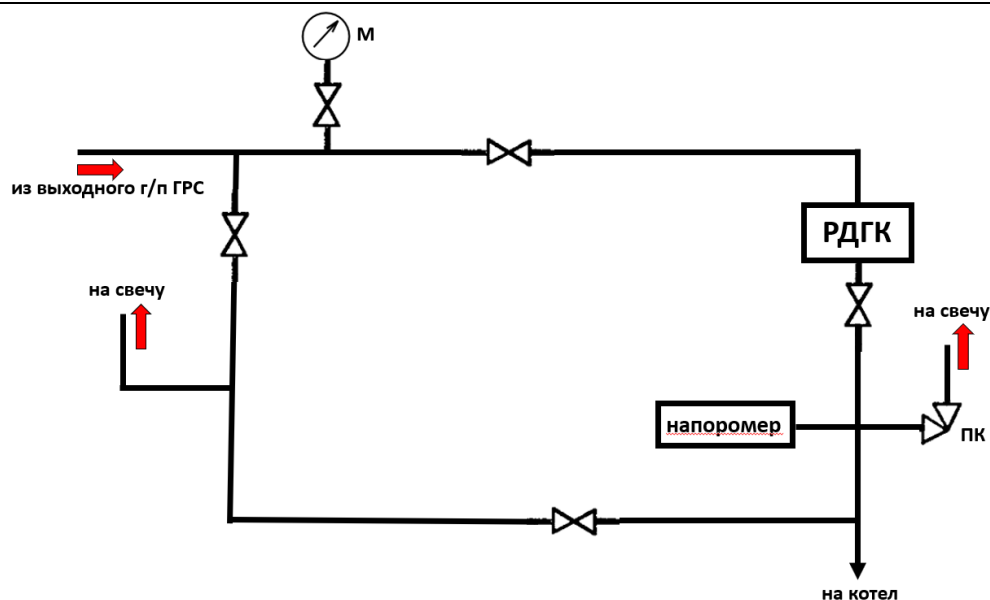


Рисунок 15. Технологическая схема узла подготовки газа на собственные нужды ГРС:

М – манометр; РДГК – регулятор давления газовый комбинированный; ПК – предохранительный клапан

6. Узел измерения расхода газа предназначен для измерения расхода газа с применением расходомеров и счётчиков. На АГРС – П «Урожай – 10» для учета газа, подаваемого потребителю, используются показания турбинных счетчиков СТГ (рисунок 16).



Рисунок 16. Счетчик турбинный газовый СТГ

4 Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС – П «Урожай – 10»

В ходе анализа состояния узла очистки газа на АГРС – П «Урожай – 10» было выявлено, что в связи с физическим износом газовых фильтров – сепараторов ГС1, установленных на узле очистки газа, а также в целях повышения пропускной способности и качества очистки газового потока от механических примесей и влаги целесообразна их замена.

4.1. Фильтры – сепараторы ГС1

Узел очистки газа на АГРС – П «Урожай – 10» оборудован двумя газовыми сепараторами сетчатыми первого типа ГС1 (рисунок 17).

4.1.1. Устройство и принцип работы сепаратора ГС1

Газовые сепараторы сетчатые ГС1 предназначены для окончательной очистки природного газа от жидкости (конденсата, ингибитора гидратообразования, воды) и механических примесей.

Содержание жидкости, поступающей в сепаратор с газом, не должно быть более $200 \text{ см}^3/\text{нм}^3$.

Уход жидкости из газового сепаратора составляет не более 20 см^3 на 1000 нм^3 газа в пределах допустимого начального содержания в рекомендуемом диапазоне работы сепараторов.

Стандарт устанавливает два типа сетчатых сепараторов:

1) Тип 1 – цилиндрические вертикальные с корпусным фланцем разъемом диаметром 600, 800 мм.

2) Тип 2 – цилиндрические вертикальные диаметром 1200, 1600, 2000

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	40	92
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

мм.

Газовый сепаратор представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд, объем которого зависит от количества, проходящего через него газа. Газ вводится в среднюю часть сепаратора, где, проходя сначала коагулятор, а затем сетчатую насадку, освобождается от капелек, содержащихся в нём жидкости, и выводится из верхней части оборудования. Капельки и конденсат стекают вниз газового сепаратора, откуда по мере накопления сбрасываются в дренажную емкость. Кроме этого, сепаратор оборудуется сигнализаторами уровня конденсата, манометром, предохранительным клапаном и запорной арматурой.

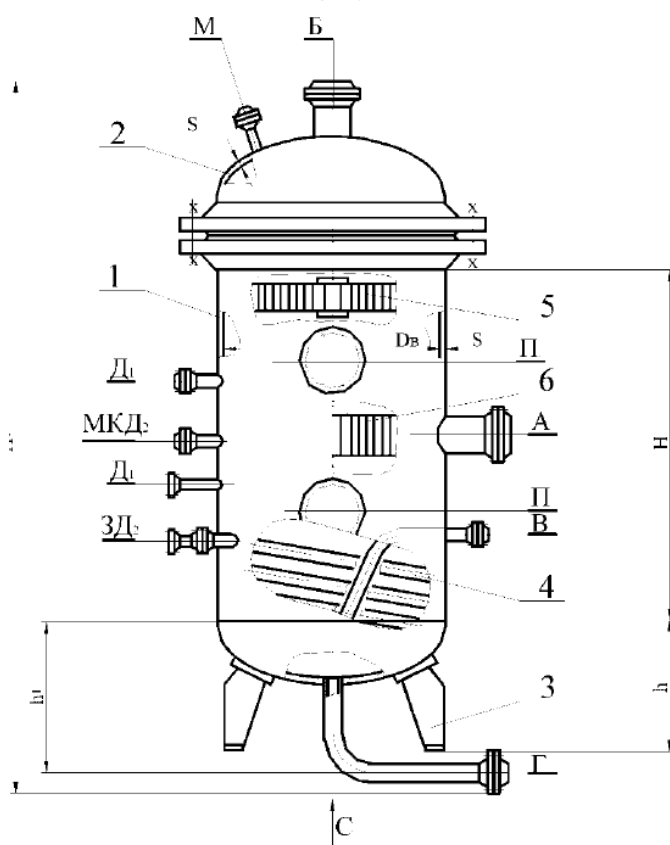


Рисунок 17. Газовый сепаратор сетчатый первого типа ГС1 [25]:

1 – корпус; 2 – днище; 3 – опора; 4 – подогреватель; 5 – насадка; 6 – узел
входа

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		40

4.1.2. Технические характеристики сепаратора ГС1

Таблица 3 – Технические характеристики сепаратора ГС1 – 6,3 – 600

№ п/п	Параметр	Значение
1	Рабочее тело	Природный газ
2	Производительность по газу, м ³ /ч	16155
3	Внутренний диаметр, мм	600
4	Расчетное давление, МПа	6,3
5	Рабочее давление, МПа	5,72
6	Рабочий объем, м ³	0,27
7	Рабочая температура среды, °С	от минус 30 до 100
8	Эффективность очистки, %	98
9	Потери давления потока, МПа	до 0,05

4.2. Фильтры – сепараторы ГС2

Газовый сепаратор сетчатый второго типа предназначен для окончательной очистки природного газа от жидкости (конденсата, ингибитора гидратообразования, воды) и механических примесей.

4.2.1. Устройство и принцип работы сепаратора ГС2

Стандарт устанавливает два типа сетчатых сепараторов:

1) Тип 1 – цилиндрические вертикальные с корпусным фланцем разъемом диаметром 600, 800 мм.

2) Тип 2 – цилиндрические вертикальные диаметром 1200, 1600, 2000 мм.

Устройство и принцип работы газового сепаратора ГС2 аналогичны ГС1, данная модель отличается только своими рабочими параметрами и

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист 41
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

габаритами.

4.2.2. Технические характеристики сепаратора ГС2

Таблица 4 – Технические характеристики сепаратора ГС2 – 6,3 – 1200

№ п/п	Параметр	Значение
1	Рабочее тело	Природный газ
2	Производительность по газу, м ³ /ч	64555
3	Внутренний диаметр, мм	1200
4	Расчетное давление, МПа	6,3
5	Рабочее давление, МПа	5,72
6	Рабочий объем, м ³	1,3
7	Рабочая температура среды, °С	от минус 30 до 100
8	Эффективность очистки, %	98

4.3. Пылеуловители циклонного типа

Пылеуловитель циклонного типа (рисунок 18) предназначен для очистки природного и других газов от механических примесей и капельной жидкости. ПЦТ устанавливается на магистральных и технологических трубопроводах.

4.3.1. Устройство и принцип работы ПЦТ

ПЦТ представляет собой вертикальный сосуд с эллиптическими днищами, подводными и отводящими патрубками на опоре. У основания опоры имеются отверстия для фундаментных болтов.

ПЦТ эксплуатируется на открытом воздухе.

Очищаемый природный газ попадает в пылеуловитель циклонного типа через входной патрубок. При входе внутрь газ соударяется с отбойником, в

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист 42
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

результате чего крупные капли жидкости оседают на поверхности отбойника и стекают в верхнюю полость сбора конденсата. Отбойник расположен под углом к входному патрубку, поэтому поток газа после контакта с отбойником направляется по периферии внутренней части сосуда. Жидкость, конденсирующаяся на стенках, стекает вниз в верхнюю полость сбора конденсата. При достижении верхнего предельного уровня, конденсат сбрасывается избыточным давлением в емкость сбора конденсата через штуцер слива. Под действием центробежных сил газ очищается от механических примесей и оставшейся капельной жидкости.

Продукты очистки скапливаются в нижней полости корпуса. При достижении верхнего предельного уровня открытием крана, продукты очистки сбрасываются в емкость сбора конденсата. Очищенный газ через выходной патрубок поступает в трубопровод магистрали.



Рисунок 18. Пылеуловитель циклонного типа

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		43

4.3.2. Технические характеристики ПЦТ

Таблица 5 – Технические характеристики ПЦТ

№ п/п	Параметр	Значение
1	Рабочее тело	Природный газ
2	Производительность по газу, м ³ /ч	20000 – 1000000
3	Диаметр корпуса, мм	150,200,300,400, 500, 600, 700, 800
4	Рабочее давление, МПа	0,3 – 10
6	Рабочая температура среды, °С	от минус 10 до 50
7	Степень очистки, % частицы до 5 мкм частицы до 10 мкм частицы до 20 мкм	65 – 85 85 – 90 90 – 99
8	Расчетный срок службы, не менее, лет	20

4.4. Фильтры – сепараторы с центробежными элементами ГСЦ

Газовый сепаратор сетчатый первого типа с центробежными элементами ГСЦ (рисунок 19) предназначен для окончательной очистки природного газа от жидкости (конденсата, ингибитора гидратообразования, воды) и механических примесей.

4.4.1. Устройство и принцип работы сепаратора ГСЦ

Газовый сепаратор сетчатый первого типа с центробежными элементами (ГСЦ) производства ЗАО НТК «Модульнефтегазкомплект» предназначен для глубокой очистки газового потока от капельной, мелкодисперсной, аэрозольной жидкости, масла и твердых примесей [26].

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист 44
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Данный сепаратор является центробежным аппаратом. В ГСЦ одновременно в поле центробежных сил происходит разделение жидкости и газа. Отделившаяся от газа жидкость стекает в полость основного аппарата. Нижняя часть ГСЦ погружена под уровень жидкости и опирается на дно основного аппарата. Таким образом, образует гидрозатвор, который не позволяет газу пройти в полость основного аппарата. Для обеспечения удаления остаточного газа, выделившегося из жидкости в основном аппарате, предусмотрен вентиляционный патрубок, сообщающий газовое пространство основного аппарата с центральным выхлопным патрубком гидроциклона, что позволяет выделяющемуся из жидкости газу уходить через ГСЦ с основным потоком газа.

Высокая эффективность сепарации (99,9%) на всем диапазоне нагрузок, устойчивая работа в пробковом режиме с сохранением указанной степени сепарации достигается за счет наличия последовательно работающих, по ходу вращения газового потока, нескольких ступеней сепарации, представленных в виде специальных центробежных элементов.

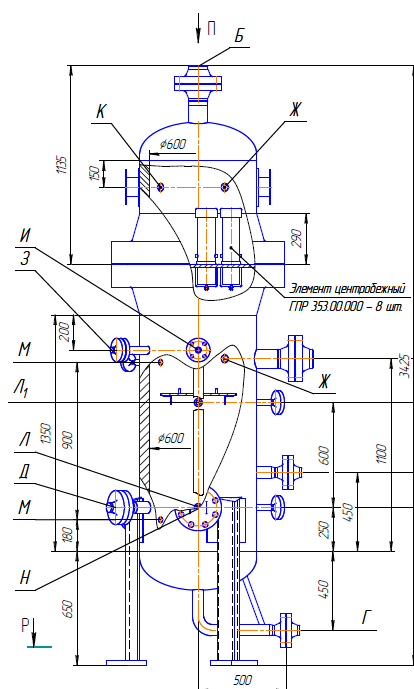


Рисунок 19. Газовый сепаратор с центробежными элементами ГСЦ [26]

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		45

4.4.2. Технические характеристики сепаратора ГСЦ

Технические характеристики газового сепаратора сетчатого с центробежными элементами приведены в Таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики сепаратора ГСЦ – 6,3 – 530

№ п/п	Параметр	Значение
1	Рабочее тело	Природный газ
2	Производительность по газу, м ³ /ч	13125
3	Внутренний диаметр, мм	530
5	Расчетное давление, МПа	6,3
6	Рабочее давление, МПа	5,7
7	Рабочий объем, м ³	0,4
8	Рабочая температура среды, °С	от минус 30 до 100
9	Эффективность очистки, %	99,9
10	Потери давления потока, МПа	до 0,03

4.5. Анализ сравнения узла очистки газа на базе различного оборудования

Проанализировав технические характеристики четырех вариантов комплектации узла очистки газа, можно сделать заключение, что узел очистки газа с установленными сепараторами ГСЦ при аналогичных рабочих параметрах обеспечивает меньшие потери давления газового потока и повышенную эффективность очистки природного газа от механических примесей и капельной влаги по сравнению с сепараторами ГС1. Фильтры – сепараторы ГС2 рассчитаны на производительность по газу, намного

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист 46
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

превышающую расход газа на АГРС – П «Урожай – 10», а пылеуловители циклонного типа должны эксплуатироваться на открытом воздухе вследствие больших габаритных размеров и особенностей технического обслуживания, что делает их установку в технологическом отсеке АГРС – П «Урожай – 10» невозможной. Поэтому в качестве наиболее оптимального варианта замены технологического оборудования узла очистки газа рассматриваются газовые фильтры – сепараторы ГСЦ.

В таблице 7 представлено сравнение технических характеристик рассмотренных вариантов очистных устройств.

Таблица 7 – Сравнение технических характеристик рассмотренных вариантов очистных устройств

Параметр	ГС1	ГС2	ПЦТ	ГСЦ
Производительность по газу, м ³ /ч	16155	64555	20000...1000000	13125
Внутренний диаметр, мм	600	1200	150,200,300,400, 500, 600, 700, 800	530
Рабочее давление, МПа	5,72	5,72	0,3...10	5,7
Эффективность очистки, %	98	98	90..99	99,9
Потери давления потока, МПа	До 0,05	До 0,05	0,06...0,15	До 0,03

4.6.Правила эксплуатации узла очистки газа на ГРС

В данном разделе приведены основные положения нормативно – технической документации [1, 28] касательно эксплуатации узла очистки газа на ГРС.

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист 47
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

На ГРС для очистки газа применяются пылевлагоулавливающие аппараты, которые обеспечивают подготовку газа в целях стабильной и бесперебойной работы технологического оборудования ГРС. Число аппаратов для узла очистки газа рассчитывается, но составляет не менее двух. По договору с потребителем на ГРС малой производительности (до 10000 м³/ч) может быть установлен один аппарат очистки газа с наличием байпаса.

Узел очистки газа необходимо оснащать устройствами для удаления конденсата и шлама в специальные емкости, снабженные приборами измерения уровня, и механизированной системой их удаления в транспортные емкости, из которых они, по мере накопления, вывозятся с территории ГРС для утилизации. Емкости должны быть рассчитаны на рабочее давление подводящего газопровода – отвода.

В ходе эксплуатации устройства осушки и очистки природного газа для систем КИПиА необходимо выполнять следующие действия:

- проводить периодический контроль и очистку полости приборов и оборудования методом продувки. Очистка полости приборов КИПиА осуществляется непосредственно прибористом КИПиА;
- обеспечивать периодический визуальный контроль состояния фильтрующих элементов устройства очистки газа;
- регулярно заменять фильтрующие элементы устройства при подключенном резервном оборудовании.

Дренажные и сливные линии, запорная арматура должны быть оборудованы защитой от обмерзания.

Газоопасные работы по вскрытию, осмотру и очистке стенок очистных аппаратов проводятся в соответствии с инструкцией, с соблюдением мер безопасности, исключающих возможность самовозгорания пирофорных соединений.

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		48

Для предотвращения самовозгорания пирофорных отложений аппарат перед вскрытием необходимо заполнить водой или водяным паром. В ходе вскрытия, осмотра и очистки внутренние поверхности стенок необходимо обильно смачивать водой.

Необходимо осуществлять сбор извлекаемых из аппаратов пирофорных отложений в металлическую тару, наполненную водой, а по окончании работ немедленно удалять с территории ГРС и закапывать в специально отведенном месте.

Технологический процесс сбора продуктов очистки должен исключать возможность пролива и попадания конденсата на грунт. Слив конденсата в емкости должен производиться под слоем жидкости.

Для узла очистки газа на ГРС предусмотрены технологические операции и виды ремонтных работ, представленные на рисунке 20.

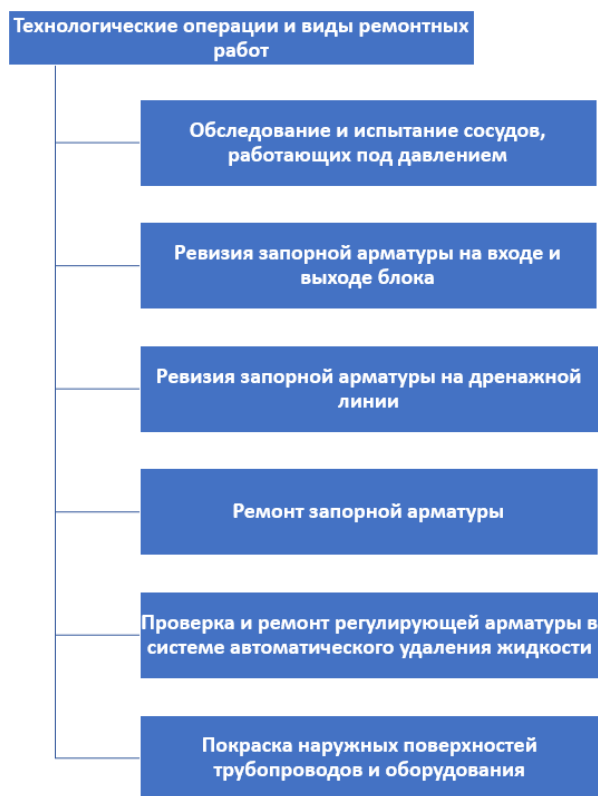


Рисунок 20. Технологические операции и виды ремонтных работ для узла очистки газа ГРС

					Выбор технологического оборудования при проведении реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10»	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		49

5 Расчетная часть

5.1. Определение пропускной способности газопровода – отвода

Пропускная способность газопровода – максимальное количество газа, которое может быть перекачено по газопроводу или его участку за сутки при максимальном использовании принятых расчетных параметров и установившемся режиме.

Исходные данные:

$q = 11660 \text{ м}^3/\text{ч}$ - пропускная способность газопровода – отвода;

$D_y = 110 \text{ мм}$ – условный диаметр газопровода;

$P_n = 5,5 \text{ МПа}$ – начальное давление участка газопровода;

$P_k = 5,4 \text{ МПа}$ – конечное давление участка газопровода;

$L = 0,6 \text{ км}$ – длина газопровода – отвода;

$t_{гр} = 5,4 \text{ }^\circ\text{C}$ – среднегодовая температура грунта;

$K_T = 1,5$ – коэффициент теплопередачи от газа к грунту;

$C_p = 0,6 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ – теплоемкость газа;

$t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура газа.

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Расчетная часть	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	48	92
Консульт.						Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

Таблица 8 – Основные параметры компонентов газа

Компоненты	Объемная концентрация, в долях ед.	Молекулярная масса, кг/кмоль	$T_{кр}$, К	$P_{кр}$, МПа	Динамическая вязкость, $кгс/м^2 \cdot 10^{-7}$
Метан	0,98	16,04	190,5	4,49	10,3
Этан	0,01	30,07	306	4,77	7,5
Пропан	0,0003	44,09	369	4,26	6,9
Бутан	0,0007	58,12	425	3,5	6,9
Пентаны	0,00023	72,15	470,2	3,24	6,2
Диоксид углерода	0,0007	44,01	305	7,28	13,8
Азот	0,008	28,02	126	3,39	16,6
Кислород	0,00007	32	154,96	5,01	1,94

1) Определим молекулярную массу газовой смеси, $M_{см}$, кг/кмоль:

$$M_{см} = \sum V_i \cdot m_i \quad (1)$$

где V_i – объёмная концентрация i – го компонента газа;

m_i – молекулярная массы i – го компонента газа, кг/кмоль.

$$M_{см} = 0,98 \cdot 16,04 + 0,01 \cdot 30,07 + 0,0003 \cdot 44,09 + 0,0007 \cdot 58,12 + 0,00023 \cdot 72,15 + 0,0007 \cdot 44,01 + 0,008 \cdot 28,02 + 0,00007 \cdot 32 = 16,34 \text{ кг/кмоль}$$

2) Определяем плотность газовой смеси, $\rho_{см}$, кг/м³;

$$\rho_{см} = \frac{M_{см}}{22,4} \quad (2)$$

где 22,4 – молярный объем газа при нормальных условиях, м³/кмоль.

$$\rho_{см} = \frac{16,34}{22,4} = 0,73 \text{ кг/м}^3$$

3) Определяем относительную плотность газа по воздуху, Δ :

$$\Delta = \frac{\rho_{см}}{\rho_{в}} \quad (3)$$

где $\rho_{в} = 1,293 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха при стандартных условиях.

					Расчетная часть	Лист
						51
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$\Delta = \frac{0,73}{1,293} = 0,57$$

4) Определим динамическую вязкость газовой смеси, $\mu_{см}$, Па · с:

$$\mu_{см} = \frac{\sum V_i \cdot \mu_i}{100} \quad (4)$$

где μ_i – динамическая вязкость i – го компонента газа, Па · с.

$$\begin{aligned} \mu_{см} &= 0,98 \cdot 10,3 + 0,01 \cdot 7,5 + 0,0003 \cdot 6,9 + 0,0007 \cdot 6,9 + 0,00023 \cdot 6,2 \\ &\quad + 0,0007 \cdot 13,8 + 0,008 \cdot 16,6 + 0,00007 \cdot 1,94 \\ &= 10,3 \cdot 10^{-7} \text{Па} \cdot \text{с} \end{aligned}$$

5) Определим критическое давление газовой смеси, $P_{кр}$, МПа:

$$P_{кр} = \frac{\sum V_i \cdot P_{кр i}}{100} \quad (5)$$

где $P_{кр i}$ – критическое давление i – го компонента газа, МПа.

$$\begin{aligned} P_{кр} &= 0,98 \cdot 4,49 + 0,01 \cdot 4,77 + 0,0003 \cdot 4,26 + 0,0007 \cdot 3,5 + 0,00023 \cdot 3,2 \\ &\quad + 0,0007 \cdot 7,28 + 0,008 \cdot 3,39 + 0,00007 \cdot 5,01 = 4,48 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

6) Определим критическую температуру газовой смеси, $T_{кр}$, К:

$$T_{кр} = \frac{\sum V_i \cdot T_{кр i}}{100} \quad (6)$$

где $T_{кр i}$ – критическая температура i – го компонента газа, К.

$$\begin{aligned} T_{кр} &= 0,98 \cdot 190,5 + 0,01 \cdot 306 + 0,0003 \cdot 369 + 0,0007 \cdot 425 + 0,00023 \cdot 4 \\ &\quad + 0,0007 \cdot 305 + 0,008 \cdot 126 + 0,00007 \cdot 154,096 = 191,5 \text{ К} \end{aligned}$$

7) Определим среднее давление газа на участке, $P_{ср}$, МПа:

$$P_{ср} = \frac{2}{3} \left(P_H + \frac{P_K^2}{P_H + P_K} \right) \quad (7)$$

где P_H – начальное давление газа, МПа;

P_K – конечное давление газа, МПа.

$$P_{ср} = \frac{2}{3} \left(5,5 + \frac{5,4^2}{5,5 + 5,4} \right) = 5,45 \text{ МПа}$$

8) Определим среднюю температуру газа на участке, $T_{ср}$, К:

					Расчетная часть	Лист
						52
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{гр}} + T_{\text{н}}}{2} \quad (8)$$

где $T_{\text{гр}}$ – температура окружающей среды на глубине заложения трубопровода, К;

$T_{\text{н}}$ – температура газа на входе в линейный участок, К.

$$T_{\text{ср}} = \frac{278,4 + 293}{2} = 285,7 \text{ К}$$

9) Определим приведенную температуру газовой смеси, $T_{\text{пр}}$:

$$T_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{ср}}}{T_{\text{кр}}} \quad (9)$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{285,7}{191,5} = 1,49$$

10) Определим приведенное давление газовой смеси, $P_{\text{пр}}$:

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{кр}}} \quad (10)$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{5,45}{4,48} = 1,22$$

11) Определим коэффициент сжимаемости газовой смеси, Z :

$$Z = 1 + A_1 P_{\text{пр}} + A_2 P_{\text{пр}}^2 \quad (11)$$

$$A_1 = -0,39 + \frac{2,03}{T_{\text{пр}}} - \frac{3,16}{T_{\text{пр}}^2} + \frac{1,09}{T_{\text{пр}}^3} \quad (12)$$

$$A_1 = -0,39 + \frac{2,03}{1,49} - \frac{3,16}{1,49^2} + \frac{1,09}{1,49^3} = -0,121$$

$$A_2 = 0,0423 - \frac{0,1812}{T_{\text{пр}}} + \frac{0,2124}{T_{\text{пр}}^2} \quad (13)$$

$$A_2 = 0,0423 - \frac{0,1812}{1,49} + \frac{0,2124}{1,49^2} = -0,0151$$

$$Z = 1 - 0,121 \cdot 1,22 - 0,0151 \cdot 1,22^2 = 0,83$$

12) Определим число Рейнольдса, Re :

					Расчетная часть	Лист
						53
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$Re = \frac{1810 \cdot q_{\text{сут}} \cdot \Delta}{d_B \cdot \mu_{\text{см}}} \quad (14)$$

где $q_{\text{сут}}$ – пропускная способность, млн.м³/сут;
 Δ – относительная плотность газа по воздуху;
 d – условный диаметр участка газопровода, мм;
 $\mu_{\text{см}}$ – динамическая вязкость газовой смеси, Па · с.

$$q = \frac{24 \cdot q \cdot 10^{-6}}{K_{\text{и}}^{\circ}} \quad (15)$$

где $K_{\text{и}}^{\circ} = 0,9405$ – коэффициент использования пропускной способности для газопроводов отводов.

$$q = \frac{24 \cdot 11660 \cdot 10^{-6}}{0,9405} = 0,298 \text{ млн.м}^3/\text{сут}$$

$$Re = \frac{1810 \cdot 0,298 \cdot 0,57}{110 \cdot 10,3 \cdot 10^{-7}} = 0,3 \cdot 10^7.$$

13) Определим коэффициент сопротивления трению, $\lambda_{\text{тр}}$:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,067 \cdot \left(\frac{158}{Re} + \frac{2 \cdot K}{d_g} \right)^{0,2} \quad (16)$$

где $K = 0,03$ – эквивалентная шероховатость стенки труб, мм.

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,067 \cdot \left(\frac{158}{0,3 \cdot 10^7} + \frac{2 \cdot 0,03}{110} \right)^{0,2} = 0,0154$$

14) Определим коэффициент гидравлического сопротивления с учетом местных сопротивлений и гидравлической эффективности газопровода, λ :

$$\lambda = 1,05 \cdot \frac{\lambda_{\text{тр}}}{E} \quad (17)$$

где $E = 0,95$ – коэффициент гидравлической эффективности газопровода.

$$\lambda = 1,05 \cdot \frac{0,0154}{0,95} = 0,017$$

					Расчетная часть	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		54

15) Определим расчетную пропускную способность газопровода - отвода, q , м³/сут.

$$q_{\text{сут}} = 3,32 \cdot d^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{P_H^2 - P_K^2}{\lambda \cdot T_{\text{ср}} \cdot z \cdot L}} \quad (18)$$

$$q_{\text{сут}} = 3,32 \cdot 110^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{5,5^2 - 5,4^2}{0,017 \cdot 285,7 \cdot 0,83 \cdot 0,6}} = 282839 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Заданная пропускная способность газопровода – отвода $q=11660 \text{ м}^3/\text{ч} = 279840 \text{ м}^3/\text{сут}$ не превышает рассчитанной величины. Условие соответствует действительности.

5.2. Гидравлический расчет газового фильтра – сепаратора ГСЦ

Расчет гидравлического сопротивления необходим для определения затрат энергии на перемещение газового потока.

Гидравлическое сопротивление обусловлено сопротивлением трения и местными сопротивлениями, возникающими при изменении скорости потока по величине и направлению.

1) Критерий Рейнольдса для газового потока определяется формулой:

$$Re = \frac{\omega \cdot D \cdot \rho}{\mu}; \quad (19)$$

где ω – скорость газового потока, м/с;

D – внутренний диаметр сепаратора, м;

ρ – плотность газовой среды, кг/м³;

μ – вязкость газа, Па · с;

Динамическая вязкость в соответствии с предыдущими расчетами принимается равной $10,3 \cdot 10^{-7}$ Па · с;

Скорость газового потока принимается равной 25 м/с, как максимально допустимая скорость газа в трубопроводе в соответствии с нормативными

					Расчетная часть	Лист
						55
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

документами по эксплуатации газораспределительных станций.

$$Re = \frac{25 \cdot 0,53 \cdot 0,73}{10,3 \cdot 10^{-7}} = 9390777$$

Полученное значение критерия Рейнольдса соответствует турбулентному режиму движения газового потока ($Re > 1600$).

2) Абсолютную шероховатость стенок сепаратора принимаем равной $\Delta = 0,1 \cdot 10^{-3}$ мм. Тогда относительная шероховатость стенок сепаратора равна:

$$e = \frac{\Delta}{D} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,53} = 0,19 \cdot 10^{-3}$$

Далее определяем следующие величины:

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{0,19 \cdot 10^{-3}} = 5263$$

$$10 \cdot \frac{1}{e} = 10 \cdot \frac{1}{0,19 \cdot 10^{-3}} = 52632$$

$$560 \cdot \frac{1}{e} = 560 \cdot \frac{1}{0,19 \cdot 10^{-3}} = 2947368$$

3) Поскольку $Re > 560/e$, принимаем, что в сепараторе имеет место турбулентный режим, в этом случае коэффициент трения определяется по формуле:

$$\lambda = 0,11 \cdot e^{0,25} = 0,11 \cdot (0,19 \cdot 10^{-3})^{0,25} = 0,013$$

4) Найдем гидравлическое сопротивление сепаратора по формуле:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L \cdot \omega^2 \rho}{D \cdot 2} = 0,013 \frac{1,8 \cdot 25^2 \cdot 0,73}{0,53 \cdot 2} = 10,07 \text{ Па} \quad (20)$$

где L, D – высота и диаметр сепаратора, м;

Таким образом, общие потери давления газового потока на узле очистки газа составят 20,14 Па. Данное значение соответствует техническим характеристикам газовых фильтров – сепараторов ГСЦ.

5.3. Механический расчет газового фильтра – сепаратора ГСЦ

Механический расчет включает расчет толщины обечайки, подбор

					Расчетная часть	Лист
						56
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

крышки и днища газового фильтра – сепаратора.

В качестве материала обечайки и днищ выберем сталь 09Г2С в соответствии с ГОСТ 5520-79 [52]. Данная сталь характеризуется высокой коррозионной стойкостью и используется ЗАО НТК «Модульнефтегазкомплект» для изготовления газовых фильтров – сепараторов ГСЦ. При работе элементов химической аппаратуры в условиях любых отрицательных температур за расчетную температуру принимают 20 °С.

Расчет толщины обечайки выполнен в соответствии с ГОСТ 14249-89 [53].

1) Исполнительная толщина тонкостенной гладкой цилиндрической обечайки, нагруженной внутренним избыточным давлением, рассчитывается по формуле:

$$S \geq \frac{P \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P} + C \quad (21)$$

где P – рабочее давление сепаратора, МПа;

D – диаметр обечайки, м;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение для стали марки 09Г2С, МПа;

φ – коэффициент прочности сварных швов: стыковых, выполненных автоматической или полуавтоматической сваркой с одной стороны, с флюсовой или керамической подкладкой, при контроле 100 % длины шва, принимается равным 0,9;

C – суммарная прибавка к номинальной расчетной толщине стенки.

2) В соответствии с техническими характеристиками фильтра – сепаратора ГСЦ рабочее давление $P = 5,7$ МПа, диаметр обечайки $D = 0,53$ м.

3) Суммарную прибавку к номинальной расчетной толщине стенки определяем по формуле [9]:

					Расчетная часть	Лист
						57
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (22)$$

где C_1 – прибавка на коррозию, принимается равной 1 мм;

C_2 – прибавка на минусовое отклонение по толщине листа, принимается равной 0,7 мм;

C_3 – технологическая прибавка, принимается равной 0,5 мм.

$$C = 1 + 0,7 + 0,5 = 2,3 \text{ мм}$$

4) Допускаемое напряжение для стали марки 09Г2С определяем по формуле:

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma^* \quad (23)$$

где $\eta = 0,9$ – коэффициент для взрывоопасных и пожароопасных сред;

$\sigma^* = 183$ МПа – допускаемое напряжение для стали 09Г2С при 20 °С.

$$[\sigma] = 0,9 \cdot 183 = 164,7 \text{ МПа}$$

5) Используя предыдущие расчеты, найдем толщину стенки обечайки:

$$S \geq \frac{5,7 \cdot 0,53}{2 \cdot 164,7 \cdot 0,9 - 5,7} + 0,0023 = 0,01 \text{ м}$$

Причем для обечайки $D \geq 200$ мм должно соблюдаться условие:

$$(s - c)/D \leq 0,1 \quad (24)$$

$$(10 - 2,3) / 530 = 0,015 < 0,1$$

Исходя из полученного условия, принимаем толщину стенки обечайки равной 10 мм.

б) Определим допускаемое давление в обечайке:

$$P_d = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - C)}{D + (S - C)} \quad (25)$$

$$P_d = \frac{2 \cdot 164,7 \cdot 0,9 \cdot (10 - 2,3)}{530 + (10 - 2,3)} = 5,89 \text{ МПа}$$

					Расчетная часть	Лист
						58
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Значение допускаемого давления в обечайке выше рабочего, условие выполняется.

7) Расчет толщины крышки выполняется аналогично расчету толщины обечайки, однако необходимо сделать пересчет коэффициента φ для днища:

$$\varphi_{\text{днища}} = \frac{D - S}{D} \quad (26)$$

$$\varphi_{\text{днища}} = \frac{530 - 10}{530} = 0,98$$

Таким образом:

$$S \geq \frac{5,7 \cdot 0,53}{2 \cdot 164,7 \cdot 0,98 - 5,7} + 0,0023 = 0,01 \text{ м}$$

Следовательно, принимаем толщину крышки равной толщине обечайки – 10 мм.

8) Наиболее распространенной формой днищ в сварных аппаратах является эллиптическая форма с отбортовкой на цилиндр. Для газового фильтра – сепаратора ГСЦ подбираем стандартное эллиптическое отбортованное стальное днище с внутренними базовыми размерами типа: днище 530×10 09Г2С ГОСТ 6533-68 [54].

9) Соединение обечайки с днищем и крышкой можно выполнить цельносварным либо на фланцах. Выбираем фланцевое соединение для облегчения выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту газовых фильтров – сепараторов ГСЦ в ходе их дальнейшей эксплуатации.

					Расчетная часть	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

6 Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции

Введение

Газораспределительные станции (ГРС) относятся к одним из основных объектов газотранспортной промышленности, их надежное и безопасное функционирование обеспечивает бесперебойную подачу природного газа потребителям. ГРС является комплексом сооружений, предназначенным для снижения газового давления до определенного уровня, обеспечивая при этом подачу газа с определенными параметрами количества, степени очистки и одоризации. [1]

В данной работе проведены исследования с целью повышения надежности и безопасности газоснабжения, а также качества подготовки природного газа перед его подачей потребителям.

К одной из важнейших проблем, стоящих перед разработчиком, относится необходимость обеспечения безопасного проведения работ персоналом, обслуживающим узел очистки газа, а также охрана окружающей среды от вредных факторов в ходе эксплуатации газового оборудования.

Большинство проблем вызывает обеспечение охраны окружающей среды вследствие больших денежных и временных затраты, что приводит к снижению прибыли. В связи с крупномасштабным отрицательным влиянием человека в окружающую среду, в последнее время проблема охраны природы приобрела исключительную актуальность.

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	58	92
Консульт.		Абраменко Н.С.		30.05.18		Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б4Б		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18				

6.1. Производственная безопасность

Газораспределительная станция является опасным производственным объектом, а процесс ее эксплуатации несет в себе ряд опасностей как для жизни и здоровья рабочего персонала, местного населения и третьих лиц, так и для окружающей среды, а также возможность возникновения чрезвычайных ситуаций.

В таблице 9 представлен перечень опасных и вредных производственных факторов, характерных для проектируемой производственной среды, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [35].

Таблица 9 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по реконструкции узла очистки газа на АГРС

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работы в ходе реконструкции: -очистка внутренней полости трубопровода от инородных предметов; -монтаж/демонтаж оборудования узла очистки газа; -сварочные работы; -пусконаладочные работы.	-повышенная загазованность воздуха рабочей среды; -отклонение показателей микроклимата в производственном помещении; -повышенный уровень шума; -недостаточная освещенность рабочей зоны.	-подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся материалы, разрушающиеся конструкции; -электрический ток; -острые кромки, заусенцы на поверхностях оборудования;	-СанПиН 2.2.4-548-96 [49]; -ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [36]; -ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ [38]; -ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [43]; -СП 52.13330.2011 [51]; -ГОСТ 12.2.003-74 [53]; -ГОСТ 12.1.007-76 [40]; -СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [48]; -Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ [55]; -ГОСТ 30852.19-2002 [56]

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		61

6.1.1. Вредные вещества

По эксплуатируемому газопроводу перекачивается газ, содержащий 97,5 % метана. При проведении реконструкции узлов ГРС перекачку приостанавливают, а оставшийся в полости трубопровода газ стравливают в атмосферу. Природный газ нетоксичен, но при большом его содержании в воздухе (более 20 %) возникает недостаток кислорода, что провоцирует удушье. В таблице 10 приведены допустимые нормы содержания углеводородов в воздухе в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 10 – Нормы содержания углеводородов в воздухе

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Углеводороды алифатические предельные C ₁ – C ₁₀	300	IV

Для минимизации воздействия фактора необходимо организовывать непрерывный контроль газовой среды в ходе проведения работ. При превышении ПДК составляющих газа работы прекращаются, проводятся мероприятия по поиску и ликвидации утечек.

6.1.2. Механическое травмирование

От подвижных частей производственного оборудования, перемещений оборудования при монтаже и демонтаже, острых кромок и заусенцев на поверхностях оборудования возможен производственный травматизм рабочего персонала. Требования, предъявляемые к производственному оборудованию, подробно описаны в ГОСТ 12.2.003-74. Для предотвращения производственного травматизма рабочий персонал должен знать и соблюдать технику безопасности при работе с газовым оборудованием, а также быть

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		62

обеспеченным необходимыми средствами индивидуальной защиты: рабочая одежда, перчатки и т. д.

6.1.3. Производственный шум

Рабочий процесс на ГРС происходит в условиях повышенного шумового фона. Источником шума являются процессы, происходящие с газом в регуляторах давления и сужающих устройствах. Уровень шума выше нормированных значений оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека и результат его работы. Согласно ГОСТ 12.1.003-83 [38], нормированный уровень шума составляет 80 дБ А. На ГРС в целях борьбы с шумом предусматривается покрытие узла редуцирования звукопоглощающей изоляцией, а также снабжение рабочего персонала необходимыми СИЗ: наушники, беруши и др.

6.1.4. Микроклимат

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, на рабочем месте должна поддерживаться температура от +21 до +23 °С в холодное время года и от +22 до +24 – в теплое. Относительная влажность должна находиться в пределах от 40 до 60%. Для устранения несоответствия микроклимата в помещениях ГРС нормативным показателям используются система отопления и система вентиляции.

6.1.5. Освещенность

Уровень освещения в производственном помещении влияет на функционирование зрительного аппарата, вызывает усталость центральной нервной системы. Подробно требования, предъявляемые к освещению

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		63

производственных помещений, описаны в СП 52.13330.2011. Недостаток освещенности в помещениях ГРС восполняется путем комбинирования естественного и искусственного освещения. Для поддержания освещенности в пределах норм темное время суток пользуются искусственным освещением. Во время ремонтных работ используется местное освещение. Для этого применяются переносные светильники на аккумуляторе во взрывозащищенном исполнении.

6.1.6. Электробезопасность

Опасность поражения электрическим током присутствует при работе с любым электрооборудованием. На ГРС к электрической сети подключены: контрольно-измерительные приборы, системы охранной, пожарной и аварийной сигнализации, САУ ГРС, источники освещения, оборудование защиты от коррозии, АРМ оператора. Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Требования, предъявляемые к электробезопасности производственных процессов, подробно описаны в ГОСТ Р 12.1.019.2009.

Меры защиты:

1. Применение защитного зануления, защитного заземления, защитного отключения.
2. Обеспечение изоляции, ограждение и недоступность электрических цепей.
3. Использование предупредительных плакатов и знаков безопасности.
4. Установка молниеотводов.
5. Проведение инструктажей и обучения персонала безопасным методам работы с электроприборами.
6. Использование средств индивидуальной защиты: диэлектрических

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
						64
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

перчаток и бот, диэлектрических резиновых ковриков, инструментов с изолированными ручками.

6.2. Экологическая безопасность

При проведении работ по реконструкции узла очистки газа на ГРС производится сброс давления в трубопроводе и оборудовании. Для снижения давления в участке газ, находящийся во внутренних полостях трубопровода и оборудования, сбрасывается в атмосферу через свечу. Кроме того, возможны утечки конденсата, образовавшегося в ходе технологического процесса очистки газа от механических примесей и влаги, а также появление отходов производства.

6.2.1. Анализ воздействия объекта на атмосферу

В ходе реконструкции проводится запланированный выброс вредных веществ в атмосферу (сравливание газа из газопроводов и технологического оборудования ГРС). Таким образом, в атмосферу могут попасть легкие газообразные углеводороды (метан, этан, пропан, бутан), относящиеся к четвертому классу опасности.

Во избежание дополнительных утечек стоит произвести проверку оборудования на прочность и герметичность, а также соблюдать технологические режимы работы оборудования.

6.2.2. Анализ воздействия объекта на гидросферу

При реконструкции ГРС некоторые загрязняющие вещества (масла, конденсат) могут нанести вред гидросфере, попав в сточные воды. Причиной этого могут послужить несоблюдение правил эксплуатации оборудования, износ уплотнений оборудования, аварии.

Для защиты гидросферы следует исключить появление источников

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		65

утечки вредных веществ на месте производства работ, а также своевременно убирать отходы в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки.

6.2.3. Анализ воздействия объекта на литосферу

При осуществлении реконструкции узла очистки газа на литосферу оказывается негативное воздействие, связанное с образованием большого количества отходов производства.

Во избежание этого все отходы необходимо подвергать селективному сбору, временному хранению на специально отведенных площадках и передаче на утилизацию специализированным организациям.

6.2.4. Анализ воздействия на селитебную зону

Опасные производственные объекты, в число которых входит и ГРС, должны располагаться на достаточном расстоянии от жилых зон для обеспечения безопасности населения и невозможности проникновения на объект.

Для этого применяют следующие меры:

1. Газораспределительная станция располагается на максимально возможном рациональном удалении от населенных пунктов.
2. Вокруг газораспределительной станции организуется санитарно-защитная зона шириной 100 м.
3. Территория огораживается по периметру.
4. Устанавливается видеонаблюдение и периметральная охранная сигнализация.
5. Устанавливаются специальные информационные и запрещающие знаки.

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		66

6.3. Требования безопасности в чрезвычайных ситуациях

Реализация сценариев аварий со взрывом газозвушной смеси не рассматривается, так как природный газ на 90% и более состоит из метана, который при нормальных условиях легче воздуха и поэтому образование устойчивого взрывопожароопасного облака маловероятно. Однако всё это полностью не исключает возможность взрыва. Другими источниками возгорания могут послужить неосторожное обращение с огнем или электрооборудованием, короткое замыкание.

Основные источники выделения взрывопожароопасных веществ:

1. Предохранительные устройства. В случае повышения давления в газопроводе выше допустимых пределов или при ручном подрыве срабатывает клапан СППК, и часть газа через свечу сбрасывается в атмосферу.

2. Нарушения герметичности оборудования.

3. Сброс давления в трубопроводе и оборудовании при проведении ремонтных работ. Для снижения давления в ремонтируемом участке, газ, находящийся во внутренних полостях трубопровода и оборудования сбрасывается в атмосферу через свечу.

Таблица 11 – Характеристика взрывопожароопасных веществ на ГРС согласно ГОСТ 30852.19-2002 [56]

Наименование	Температура, °С		Предел взрываемости, мг/л	
	вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний
Метан	-	537	29	113
Этан	-	515	31	194
Пропан	-	470	31	200
Бутан	-	372	33	225
Сероводород	-	246	57	650
Метанол	11	386	73	484

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		67

Методы снижения взрывопожароопасности:

1. Исключение появления источников утечки вредных веществ (соблюдение правил эксплуатации, противокоррозионная защита).
2. Вентилирование помещений, в которых возможно появление взрывопожароопасных веществ, для снижения их концентрации в воздухе.
3. Применение газоанализаторов для контроля загазованности.
4. Использование электрооборудования во взрывобезопасном исполнении.
6. Использование инструмента в искробезопасном исполнении.
7. Оптимальное расположение зданий и сооружений согласно генеральному плану газораспределительной станции.

При возникновении неисправности оборудования, рабочего инвентаря и инструмента немедленно прекратить работу и сообщить руководителю работ.

Работник должен принимать меры по ограничению возникновения аварийной ситуации и ее локализации.

При производстве работ по ликвидации аварии работник должен соблюдать требования по охране труда по видам выполняемых работ.

При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую медицинскую помощь и сообщить о несчастном случае руководителю работ.

Для принятия первоначальных мер по локализации и ликвидации аварийных ситуаций предназначена аварийно – диспетчерская служба (АДС) – в частности, в проведении работ по ликвидации и локализации чрезвычайных ситуаций, ликвидации аварий на сетях газоснабжения, выполнении газоспасательных работ в зоне чрезвычайной ситуации,

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		68

ликвидации и локализации чрезвычайных ситуаций, связанных с разгерметизацией систем, оборудования, выбросами в окружающую среду взрывоопасных продуктов.

Ликвидация аварий производится немедленно после обнаружения с обязательным уведомлением диспетчера ЛПУМГ. Следует принять все меры для оперативной ликвидации аварий в начальной стадии, для сообщений о ходе ликвидации аварии с диспетчером ЛПУМГ должна поддерживаться постоянная связь.

При невозможности ликвидации аварийной ситуации собственными силами оператор ГРС должен немедленно принять меры по прекращению подачи газа к месту аварии и сообщить диспетчеру ЛПУМГ.

Для каждой ГРС должны быть разработаны планы ликвидации возможных аварий (инструкции по действию персонала в аварийных ситуациях).

Дежурный оператор в аварийных ситуациях должен действовать согласно «Схемы оповещения при возникновении аварийной ситуации на ГРС» и «Карты действия дежурного оператора ГРС и бригады ГРС по ликвидации аварий и аварийных ситуаций на ГРС».

6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с нормативными документами, к работе на газораспределительной станции допускаются только лица, достигшие 18 – летнего возраста, которые прошли медицинский осмотр и не имеют противопоказаний, обученные безопасным методам ведения работы, прошедшие инструктаж на рабочем месте и получившие допуск к самостоятельной работе. Все работники обязаны использовать спецодежду, спецобувь, иные средства индивидуальной защиты в соответствии с нормами

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		69

[7].

Рабочий персонал, в соответствии с федеральным законом от 28.12.13 № 426 – ФЗ «О специальной оценке условий труда», ст. 147 ТК РФ и ст. 117 ТК РФ [34], получает надбавку к заработной плате в размере не менее 4% от оклада и дополнительный оплачиваемый отпуск в размере 7 календарных дней, как работники занятые на работах с вредными или опасными условиями труда.

Работники имеют право на досрочную пенсию, а работодатель обязан перечислять повышенные взносы в пенсионный фонд.

6.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Для наиболее безопасного и эффективного ведения работ рабочее место должно быть правильно организовано. Это касается как расположения предметов на рабочем столе, так и расстановки оборудования на всей территории газораспределительной станции. Должен быть обеспечен наиболее удобный и быстрый доступ к оборудованию.

При расположении зданий и сооружений учитываются стороны света, рельеф местности и роза ветров. Это необходимо для того, чтобы обеспечить благоприятные условия для естественного освещения, проветривания помещений, минимизации последствий снежных заносов, избежать скопления газа в котловинах при его утечке.

Необходимо обеспечить рациональное размещение зданий и сооружений ГРС: расположить административно – хозяйственные здания со стороны наибольшего движения автотранспорта; бытовые помещения – ближе к проходным; здания и сооружения с производствами повышенной пожарной опасности, в том числе котельную – с подветренной стороны по отношению к остальным зданиям.

					Социальная ответственность при работе на газораспределительной станции	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		70

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1. Расчет продолжительности выполнения работ

Необходимо выполнить реконструкцию узла очистки газа АГРС – П «Урожай – 10» посредством замены фильтров – сепараторов ГС1 на фильтры – сепараторы ГСЦ вследствие физического износа ГС1 и лучших рабочих характеристик ГСЦ. Это позволит снизить риск утечек и аварийных ситуаций на узле очистки, а также повысить качество подготовки природного газа перед подачей потребителю, что уменьшит затраты на дальнейшие работы по очистке полости газопроводов от внутренних отложений.

Срок выполнения работ при реконструкции узла очистки газа определяется на основании опыта реконструкции аналогичных объектов.

В ходе подготовительного этапа осуществляются работы, связанные с услугами подрядных организаций. Они включают разработку проектно – конструкторской документации, изготовление и испытание двух фильтров – сепараторов на заводе компании - изготовителя, оформление соответствующих разрешений на реконструкцию. Продолжительность подготовительного этапа занимает значительную часть времени и составляет 2 месяца.

В ходе непосредственной реконструкции первый этап работ занимает 2 недели. В процессе производится подготовка и доставка на промышленную площадку необходимого оборудования, расходных материалов, спецтехники.

Второй этап работ занимает 1 день, поскольку по согласованию с потребителем газ либо не будет поставляться вообще, что крайне нежелательно при долгосрочном выполнении работ, либо будет поставляться

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	69	92
Консульт.		Макашева Ю.С.		28.05.18		Кафедра транспорта и хранения нефти и газа		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18		Группа 2Б4Б		

неочищенный природный газ, что при длительном выполнении работ может повлечь за собой загрязнение ГПА внутренними отложениями. В ходе данного этапа производится замена газовых сепараторов ГС1 на газовые сепараторы ГСЦ.

Третий этап занимает 1 день и включает пусконаладочные работы и мониторинг работы узла очистки газа (таблица 12).

Таблица 12 – Временные нормы выполнения технологических операций

п/п	Наименование операций	Объем работ		Продолжительность работ, часов	Состав бригады	
		Ед. изм.	Кол-во			
1	Отключение подогревателей газа, приборов учёта, Закрытие входного и выходного кранов, закрытие охранного крана, открытие продувочных свечей	шт.	1	1	4	
2	Вырезка двух фильтров – сепараторов ГС1	резов	2	1,5	3	
3	Демонтаж оборудования узла очистки газа	шт.	1	2	3	
4	Сварка газопровода узла очистки газа, монтаж фильтров –сепараторов ГСЦ, монтаж приборов КИП	шт.	1	3	5	
5	Пуск ГРС в работу	шт.	1	0,5	2	
6	Пусконаладочные работы	шт.	1	8	4	
7	Продолжительность работ по реконструкции	1	-	-	8	-
		Итого	-	-	16	-

Вследствие параллельного выполнения некоторых видов работ для более корректного отображения рабочего процесса необходим линейный

график (таблица 13).

Таблица 13 – Линейный календарный график выполнения работ

Наименование работ	Сроки выполнения		Кол-во дней	Март			Апрель			Май		
	начало	конец										
Разработка технического задания и технико-экономического обоснования	02.03.2018	01.04.2018	30	■	■	■						
Разработка проектно-конструкторской документации	02.03.2018	01.04.2018	30	■	■	■						
Изготовление и испытание фильтров-сепараторов	02.04.2018	22.04.2018	20				■	■	■			
Оформление разрешений на реконструкцию	23.04.2018	02.05.2018	10					■	■			
Подготовка оборудования, расходных материалов, спецтехники	03.05.2018	10.05.2018	7							■	■	■
Доставка фильтров-сепараторов и оборудования на производственную площадку	11.05.2018	18.05.2018	7									■
Подготовка ГРС к проведению работ	11.05.2018	18.05.2018	7									■
Демонтаж оборудования узла очистки газа	18.05.2018	19.05.2018	1									■
Монтажно-сварочные работы по установке новых фильтров-сепараторов	18.05.2018	19.05.2018	1									■
Пусконаладочные работы	20.05.2018	23.05.2018	3									■
Мониторинг работы узла очистки газа	20.05.2018	23.05.2018	3									■

7.2. Расчет затрат на оплату труда

Затраты на оплату труда при реконструкции узла очистки газа ГРС посредством замены фильтров – сепараторов ГС1 фильтрами – сепараторами ГСЦ включают в себя затраты на услуги подрядных организаций и затраты на оплату труда рабочего персонала при проведении технологических операций по реконструкции.

К услугам подрядных организаций относятся разработка технического задания и технико – экономического обоснования, разработка проектно – конструкторской документации, изготовление и испытание фильтров – сепараторов, осуществление пусконаладочных работ. Данные затраты приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Затраты на услуги подрядных организаций

Наименование услуги	Стоимость (руб. без учета НДС)
Разработка технического задания и технико – экономического обоснования	256000
Разработка проектно – конструкторской документации	234000
Изготовление и испытание фильтров-сепараторов	500000
Пусконаладочные работы	25000

Затраты на оплату труда в ходе проведения технологических операций по непосредственной реконструкции определяется из численности

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 73
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

задействованного рабочего персонала и объема сварочно-монтажных работ.

Надбавки и доплаты к заработной плате в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда указаны в таблице 15.

Таблица 15 – Надбавки и доплаты к заработной плате

Наименование надбавки	Коэффициент
Районный коэффициент	1,5
Доплата за вредные условия труда	1,1
Доплата за вахтовый метод работы	1,25
Доплата за время нахождения в пути	1,1

Начисление заработной платы рабочему персоналу осуществляется по тарифным ставкам, в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда (таблица 16). Окончательный расчет заработной платы включает отработанное время, премии, надбавки и доплаты.

Таблица 16 – Тарифные ставки на предприятии

Наименование специальности	Тарифная ставка (руб/час)
Начальник участка	150
Электрогазосварщик	130
Монтажник	100
Специалист КИПиА	140

В соответствии с данными таблиц, проведём расчет заработной платы для монтажника:

$$ЗП_ч = Т_ч \cdot РК \cdot ДВ \cdot ВП \cdot ВР$$

где $T_ч$ – часовая тарифная ставка;

RK – районный коэффициент;

$ДВ$ – доплата за вредные условия труда;

$ВП$ – доплата за время нахождения в пути;

$ВР$ – доплата за вахтовый метод работы.

$$ЗП_ч = 100 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 226,9 \text{ руб/час}$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		74

Количество монтажников составляет 2 человека с продолжительность рабочего дня 8 часов, итого:

$$ЗП=ЗП_ч \cdot Т \cdot q = 3630 \text{ руб.}$$

где $ЗП_ч$ – часовая зарплата одного работника;

T – время работы;

q – количество монтажников.

Расчет заработной платы остального рабочего персонала производится аналогично. Результаты расчета и суммарный фонд заработной платы (ФЗП) представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Заработная плата рабочего персонала

№ п/п	Наименование специальности	Количество	Тарифная ставка (руб/час)	Количество часов	Итого (руб)
1	Начальник участка	1	150	16	5445
2	Электрогазосварщик	2	130	8	4719
3	Монтажник	2	100	8	3630
5	Специалист КИПиА	1	140	8	2541
Всего (ФЗП)		7	-	-	16335

Затраты на командировочные расходы приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на командировочные расходы рабочих

Наименование параметра		Ед. изм.	Значение
Продолжительность смены		Час.	8
Состав бригады		Чел.	7
Продолжительность производства работ	Начальник участка	дн.	2
	Электрогазосварщик	дн.	1
	Монтажник	дн.	1
	Специалист КИПиА	дн.	1
Суточная норма		руб./день	550
Суточная стоимость проживания		руб./день	600
Суточные на всех работников		руб.	2750
Стоимость проживания всех работников		руб.	3000
Итого:		руб.	5750

Суточная норма составляет 550 руб. в день, суточная стоимость проживания одного работника составляет 600 руб. в день.

7.3. Отчисления на социальные нужды

Отчисления на единый социальный налог осуществляется в размере 30% от всего (ФЗП) фонда заработной платы.

На 2018 год при оплате ЕСН плательщик должен перечислить в фонды следующие проценты:

- 22% в Пенсионный Фонд;
- 2,9% в Фонд социального страхования;
- 5,1% в Фонд медицинского страхования.

Итого ЕСН составляет: 30,0%.

Согласно сводному отчёту по заработной плате (таблица 17) фонд заработной платы (ФЗП) составляет 16335 руб. Рассчитаем сумму каждого отчисления.

Отчисление в Пенсионный фонд составляют:

$$З_{пф} = З_{фзп} \cdot 0,22 = 16335 \cdot 0,22 = 3593,7 \text{ руб.}$$

Отчисление в Фонд социального страхования (ФСС) составляют:

$$З_{фсс} = З_{фзп} \cdot 0,029 = 16335 \cdot 0,029 = 473,7 \text{ руб.}$$

Отчисление в Фонд медицинского страхования (ФМС) составляют:

$$З_{фмс} = З_{фзп} \cdot 0,051 = 16335 \cdot 0,051 = 833,1 \text{ руб.}$$

Общие отчисления на единый социальный налог (ЕСН) составляют:

$$З_{есн} = З_{фзп} \cdot 0,3 = 16335 \cdot 0,3 = 4900,5 \text{ руб.}$$

7.4. Затраты на материалы

Реконструкция является сложным, материалоемким и трудоёмким процессом. Помимо заработной платы, она включает затраты на материалы и

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		76

на спецтехнику. Затраты на материальные ресурсы представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на материальные ресурсы

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Общее кол-во	Цена, руб.
1	Фильтр – сепаратор ГСЦ 4,0-530	м ³	2	500000
2	Средства автоматики и КИП	компл.	1	12000
3	Комплект трубной обвязки	компл.	1	10000
4	Теплоизоляция	компл.	1	20000
5	Ответные фланцы	компл.	1	11000
Итого				553000

7.5. Затраты на спецтехнику

Рабочая бригада будет заселена в поселке в 2 км от АГРС – П «Урожай – 10». Ежедневная доставка рабочих на место производства работ осуществляется служебным транспортом – автобусом «VDL – НЕФАЗ – 52999». Расход топлива составляет 25 л. на 100 км. За время выполнения работ, составляющее два рабочих дня, требуется совершить 4 рейса. В соответствии с этими данными рассчитаем затраты на ежедневную доставку рабочего персонала к месту проведения работ.

$$P_T = \frac{P}{100} \cdot P_{Tл} = \frac{8}{100} \cdot 25 = 2 \text{ л.}$$

где P_T – расход топлива, л;

P – расстояние, км;

$P_{Tл}$ – расход топлива, л/100 км.

$$Z_{дт} = P_T \cdot C_{дт} = 2 \cdot 38,4 = 76,8 \text{ руб.}$$

где $Z_{дт}$ – затраты на дизельное топливо, руб;

P_T – расход топлива, л;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 77
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$C_{дт}$ – стоимость 1л дизельного топлива, руб.

Для доставки и разгрузки оборудования, инструментов и расходных материалов будет использован бортовой грузовик «КАМАЗ 65117 – 6010 – 78» с манипулятором ИТ – 180. Расходом топлива грузовика составляет 27 л. на 100 км., расход топлива на работу крана – манипулятора составляет 9 л. на 1 час.

Грузовику потребуется совершить 1 рейс от промышленной площадки до места проведения работ и обратно.

$$P_T = \frac{P}{100} \cdot P_{Тл} = \frac{1}{100} \cdot 27 = 0,27 \text{ л}$$

где P_T – расход топлива, л;

P – расстояние, 1 км;

$P_{Тл}$ – расход топлива, л/100 км.

$$З_{дт} = P_T \cdot C_{дт} = 0,27 \cdot 38,4 = 10,37 \text{ руб.}$$

$З_{дт}$ – затраты на дизельное топливо, руб;

P_T – расход топлива, л;

$C_{дт}$ – стоимость 1л дизельного топлива, руб.

Кроме того, грузовик с манипулятором задействуется при погрузке и разгрузке расходных материалов и оборудования в течение 2 часов. Найдем расход топлива в режиме работы крана – манипулятора:

$$P_{км} = T \cdot ЛЧ = 2 \cdot 9 = 18 \text{ л.}$$

$P_{км}$ – расход топлива в режиме работы крана, л;

T – время работы автокрана, ч;

$ЛЧ$ – расход топлива в режиме работы крана, л/час.

$$З_{дт} = P_{км} \cdot C_{дт} = 18 \cdot 38,4 = 691,2 \text{ руб.}$$

$З_{дт}$ – затраты на дизельное топливо, руб;

$P_{км}$ – расход топлива, л;

$C_{дт}$ – стоимость 1л дизельного топлива, руб.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		78

Затраты на ежедневную доставку рабочего персонала к месту проведения работ и обратно, а также на использование спецтехники представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Затраты на доставку рабочего персонала и спецтехнику

Наименование	Ед. изм.	Расчёт
Количество рейсов	шт.	4
Расстояние одного рейса	км.	2 км
Расход топлива на перевозку рабочего персонала	л.	2
Затраты на перевозку рабочего персонала	руб.	76,8
Расход топлива на использование грузовика с краном-манипулятором	л.	18,27
Затраты на использование грузовика с краном-манипулятором	руб.	701,57
Общая стоимость затрат на доставку рабочего персонала и спецтехнику	руб.	778,37

7.6. Сводная смета затрат на реконструкцию узла очистки газа

В данной работе использовался ресурсный метод расчета сметной стоимости работ, то есть калькулирование ресурсов в соответствии с текущими ценами и тарифами. На момент составления сметы использовались натуральные измерители расхода материалов и конструкций, затрат времени эксплуатации машин и оборудования, затраты труда рабочих, а цены на указанные ресурсы принимались текущие.

Основу сметного расчёта составляют затраты на материальные

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		79

ресурсы, на спецтехнику и на заработную плату. Сводная смета затрат на реконструкцию узла очистки газа АГРС – П «Урожай – 10» представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Сводная смета затрат на реконструкцию УОГ

№ п/п	Наименование	Наименование работ	Единицы измерения	Результат
1	Затраты на услуги подрядных организаций	Разработка технического задания и технико-экономического обоснования	руб.	256000
		Разработка проектно-конструкторской документации		234000
		Пусконаладочные работы		25000
2	Затраты на материалы и оборудование	Фильтр-сепаратор ГСЦ 4,0-530	руб.	500000
		Средства автоматики и КИП		12000
		Комплект трубной обвязки		10000
		Теплоизоляция		20000
		Ответные фланцы		11000
3	Затраты на доставку рабочего персонала и спецтехнику	Затраты на перевозку рабочего персонала	руб.	76,8
		Затраты на использование грузовика с краном-манипулятором		701,57
4	Затраты на оплату труда	Начальник участка	руб.	5445
		Электрогазосварщик		4719
		Монтажник		3630
		Специалист КИПиА		2541
5	Затраты на командировочные расходы рабочим	Суточные расходы	руб.	2750
		Стоимость проживания		3000
Затраты на оплату услуг подрядных организаций			руб.	515000
Затраты на материалы и оборудование				553000
Затраты на доставку рабочего персонала и спецтехнику				778
Затраты на оплату труда				16335
Затраты на командировочные расходы рабочим				5750
Общая стоимость работ				руб.

Общая стоимость затрат на выполнение работ по реконструкции узла очистки газа АГРС – П «Урожай – 10» посредством замены фильтров – сепараторов ГС1 на фильтры – сепараторы ГСЦ составит 1090863 руб.

Структура затрат при выполнении работ графически представлена на рисунке 21.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		80

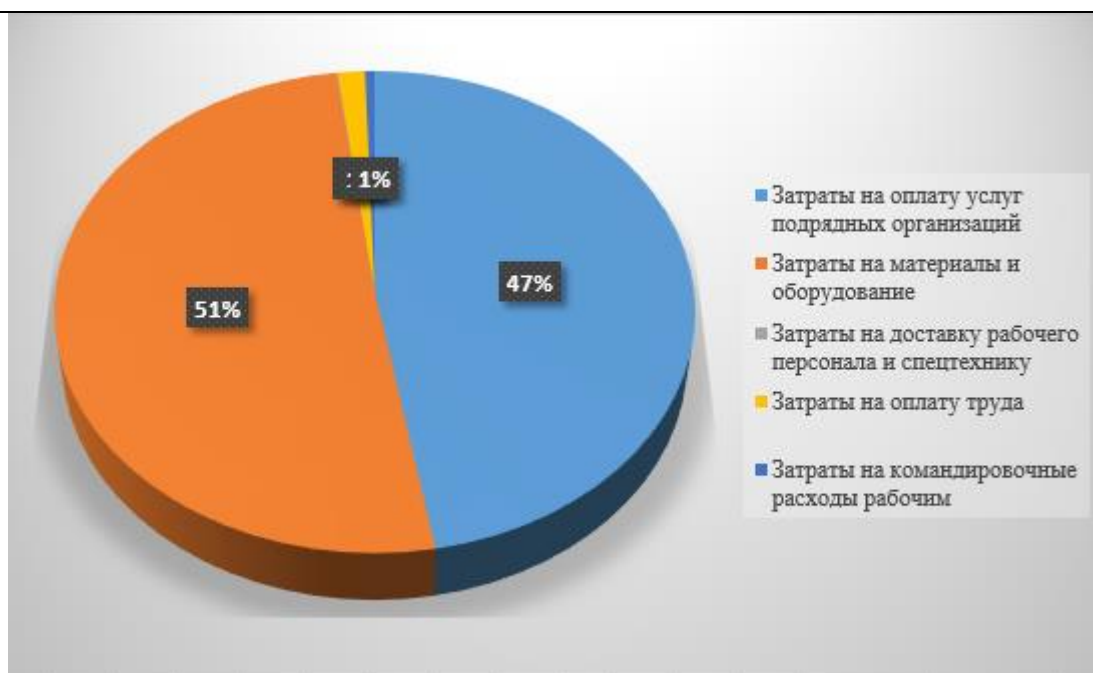


Рисунок 21 – Структура затрат в процентном соотношении

Из рисунка 21 видно, что наибольший процент затрат при проведении реконструкции узла очистки газа приходится на приобретение материалов и оборудования, а также на услуги подрядных организаций.

7.7.SWOT-анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ проекта с позиции четырех критериев оценки:

- Strengths – сильные стороны;
- Weaknesses – слабые стороны;
- Opportunities – возможности;
- Threats – угрозы.

В таблице 22 представлена матрица SWOT, составленная для проекта реконструкции узла очистки газа АГРС.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		81

Таблица 22 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Замена изношенного оборудования</p> <p>С2. Увеличение надежности работы</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Необходимость затрат на дополнительное оборудование</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышенная эффективность очистки</p> <p>В2. Снижение риска утечек</p>	<p>1. Поиск решений для снижения себестоимости</p> <p>2. Реконструкция имеющегося оборудования</p>	<p>1. Приобретение необходимого оборудования</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Введение дополнительных требований для оборудования данного типа</p> <p>У2. Последующая экономическая невыгодность проекта</p>	<p>1. Постоянное отслеживание изменений в нормативной документации</p>	<p>1. Переквалификация рабочего персонала</p> <p>2. Приобретение необходимого оборудования</p>

7.8. Вывод

Был проведен технико – экономический расчет, необходимый для учета всех затрат на проведение реконструкции узла очистки газа на АГРС «Урожай – 10». Расчет затрат выполнен с использованием актуальных цен и тарифов. Высокие значения степени проработанности проекта и уровня имеющихся знаний у разработчика свидетельствуют о хорошей перспективности и достаточных знаниях для успешной коммерциализации проекта.

Таким образом, реконструкция узла очистки газа на АГРС целесообразна вследствие физического износа установленных фильтров – сепараторов ГС1, а также лучших рабочих характеристик фильтров – сепараторов ГСЦ, таких как более высокая эффективность очистки и

					<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		82

сниженные потери давления газового потока. Это позволит снизить риск утечек и аварийных ситуаций на узле очистки, а также повысить качество подготовки природного газа перед подачей потребителю, что приведет с коммерческой точки зрения к снижению затрат на аварийно – восстановительные работы и работы по очистке полости газопроводов от внутренних отложений.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		83

Заключение

В выпускной квалификационной работе:

– выполнен аналитический обзор литературы по повышению качества системы очистки и осушки природного газа от механических примесей и влаги на газораспределительных станциях;

– проведен сравнительный анализ четырех комплектаций узла очистки газа автоматической газораспределительной станции и выбран оптимальный вариант на основании технических характеристик;

– выполнен расчет газопровода – отвода на автоматической газораспределительной станции АГРС – П «Урожай – 10», результаты которого показали, что заданная пропускная способность газопровода – отвода $q = 279840 \text{ м}^3/\text{сут}$ не превышает рассчитанной величины $282839 \text{ м}^3/\text{сут}$.;

– проведен гидравлический расчет фильтра – сепаратора ГСЦ, результаты которого показали, что расчетные общие потери давления газового потока на узле очистки газа величиной 20,14 Па соответствуют техническим характеристикам газовых фильтров – сепараторов ГСЦ;

– выполнен механический расчет фильтра – сепаратора ГСЦ, по результатам которого толщина крышки и толщина обечайки аппарата приняты равными 10 мм., подобрано стандартное эллиптическое отбортованное стальное днище типа 530×10 09Г2С ГОСТ 6533-68;

– рассчитана общая стоимость затрат на выполнение работ по реконструкции узла очистки газа АГРС посредством замены фильтров – сепараторов ГС1 на фильтры – сепараторы ГСЦ (1090863 руб.).

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Заключение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	82	92
Консульт.		.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б4Б		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18				

Список использованных источников

1. ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://gostbank.metaltorg.ru/vrd> (дата обращения: 15.11.17).

2. Колотовский А.Н., Томилин А.В., Захаров А.В., Сухолитко А.А., Есин Ю.И. Основные критерии вывода ГРС в капитальный ремонт и техническое обслуживание ТПА на объектах транспорта газа // Журнал. Газовая промышленность. Спецвыпуск. 2015. с. 23 – 24.

3. ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные для промышленного и коммунально – бытового назначения. Технические условия.

4. СТО Газпром 089-2010. Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия.

5. И.В. Филимонова, Л.Н. Эдер, В.Ю. Немов, М.В. Мишенин. Газовая отрасль России на современном уровне // Журнал. Экологический вестник. №9. 2014. с. 4 – 9.

6. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

7. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Густов С.В., Шерстюк П.В. Обоснование размеров ячейки сетки фильтрующих элементов системы защиты, предотвращающих попадание твердых частиц в газорегуляторные пункты, узлы учета и газоиспользующие приборы // Нефтегазовое дело. том 8

					Современные технологии защиты от механических примесей и влаги на газораспределительной станции			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Ошлыков В.Е.		01.06.18	Список использованных источников	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Чухарева Н. В.		01.06.18		ДР	139	92
Консульт.		.				Кафедра транспорта и хранения нефти и газа Группа 2Б4Б		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18				

№1. 2010. с. 77.

8. Узлы очистки газа [Электронный ресурс]. : офиц. сайт ООО Газстройинжиниринг 2009 – 2018. URL: <http://www.gazstroyinzhiniring.ru/catalog/uptpig/uzly-ochistki-gaza/> (дата обращения: 26.03.2018).

9. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие. // Пензенский государственный университет. Пенза, 2005. – 210 с.

10. ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

11. Кобзарь И.Г., Козлова В.В. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: курс лекций по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»; Ульяновский государственный технический университет. Ульяновск, 2007.

12. Хазбулатов А.И. Выбор оптимальных параметров прямоточно – центробежного сепаратора для очистки газа от механических примесей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.И. Хазбулатов. – Казань, 2013. – 20 с.

13. Фильтры газа, подогреватели газа, фильтры – подогреватели газа, фильтрующие элементы, напорные резервуары [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.irimex.ru/files/catrubs/files/1046/1.pdf> (дата обращения: 25.03.2018).

14. Узлы очистки газа [Электронный ресурс]. : офиц. сайт. ООО Нефтегазоборудование 2018. URL: <https://ngosar.ru/gazovoe-oborudovanie/ochistka-gaza/nodesclean.html> (дата обращения: 26.03.2018).

15. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году. М., 2017.

16. Щедрина Г.Г., Ежов В.С., Семичева Н.Е. Некоторые аспекты предотвращения образования кристаллогидратов на газораспределительных

					Список использованных источников	Лист
						86
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

станциях // Известия Юго – Западного государственного университета. 2017. Т. 21, № 3 (72). С. 68 – 74.

17. Бирюков А.В. Многоблочная установка очистки природного газа от механических примесей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.В. Бирюков. – Уфа, 2017. – 20 с.

18. Ларюхин А.И. Разработка математических моделей абсорбционной осушки и гидратообразования при подготовке природного газа: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.И. Ларюхин. – Ижевск, 2008. – 20 с.

19. Шерстюк П.В. Повышение эффективности и безопасности эксплуатации установок очистки природного газа на основе использования гофрированных фильтрующих элементов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / П.В. Шерстюк. – Уфа, 2013. – 20 с.

20. Усачев А.П., Густов С.В. Математическая модель оптимизации геометрических параметров газовых фильтров, располагаемых в обогреваемых помещениях // Электронный журнал. Нефтегазовое дело. №4. 2014. с. 279.

21. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Бирюков А.В. Обоснование и разработка многоблочной установки очистки природного газа от твердых частиц // Электронный журнал. Нефтегазовое дело. №4. 2012. с. 437.

22. Усачев А.П., Шурайц А.Л., Салин Д.В., Усуев З.М. Обоснование применения и разработка газовых фильтров-сепараторов для комплексной очистки от твердых примесей, воды, жидких углеводородов, смолистых и сажистых веществ. // Электронный журнал. Нефтегазовое дело. №4. 2015. с. 345.

23. Россия в цифрах. 2017: Крат. стас. сб / Росстат – М., Р76 2017 – 511 с.

24. Крымский В.Г., Жалбеков И.М., Имильбаев Р.Р., Юнусов А.Р., Автоматизация управления технологическими процессами в

					Список использованных источников	Лист
						87
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

газораспределительных сетях: проблемы тенденции и перспективы. // Журнал “Электротехнические и информационные комплексы и системы” Выпуск № 2 / том 9 / 2013 г.

25. Разделительное и сепарационное оборудование [Электронный ресурс]. : офиц. сайт. ООО Курганхиммаш 2018. URL: <https://khm.ru/gazovoe-oborudovanie/ochistka-gaza/nodesclean.html> (дата обращения: 26.03.2018).

26. Газосепаратор ГСЦ [Электронный ресурс]. : офиц. сайт. ООО Модульнефтегазкомплект 2018. URL: <https://mngk.ru/catalog/27/141> (дата обращения: 26.03.2018).

27. Данилов А.А. Автоматизированные газораспределительные станции: Справочник. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2004.

28. СТО Газпром 2-3.5-051-2006 Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов.

29. СТО Газпром 1.10-098-2004. Методика проведения технического диагностирования трубопроводов и обвязок технологического оборудования газораспределительных станций магистральных газопроводов.

30. СТО Газпром 2-3.5-454-2010 Правила эксплуатации магистральных газопроводов.

31. ВРД 39-1.8-022-2001 Номенклатурный перечень газораспределительных станций магистральных газопроводов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://gostbank.metaltorg.ru/vrd> (дата обращения: 15.09.17).

32. Бобровский С.А. Газораспределительные станции и газохранилища: учебное пособие / Московский институт нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина. — Москва: Изд – во института газовой промышленности им. И.М. Губкина, 1977. — 87 с.

33. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.:

					Список использованных источников	Лист
						88
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

<http://docs.cntd.ru/document/gost-12-0-003-74-ssbt> (дата обращения: 20.05.18).

34. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-029-80-ssbt> (дата обращения: 20.05.18).

35. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 20.05.18).

36. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-005-88-ssbt> (дата обращения: 20.05.18).

37. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt> (дата обращения: 20.05.18).

38. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.gostbaza.ru/?gost=1048> (дата обращения: 20.05.18).

39. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-010-76-ssbt> (дата обращения: 20.05.18).

40. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-012-2004-ssbt> (дата обращения: 20.05.18).

41. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/21681/> (дата обращения: 20.05.18).

					Список использованных источников	Лист
						89
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

42. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-0-01-94> (дата обращения: 20.05.18).

43. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-0-07-95> (дата обращения: 25.05.16).

44. ПБ 03-576-2003. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/15QP.html> (дата обращения: 20.05.18).

45. ППБ 01-03. Правил пожарной безопасности в Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901866832> (дата обращения: 20.05.18).

46. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/902207994> (дата обращения: 20.05.18).

47. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 20.05.18).

48. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/464688928> (дата обращения: 20.05.18).

49. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 20.05.18).

					Список использованных источников	Лист
						90
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

50. РД 51-100-85. Руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/464688804> (дата обращения: 20.05.18).

51. ГОСТ 12.2.003-74. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200077775> (дата обращения: 20.05.18).

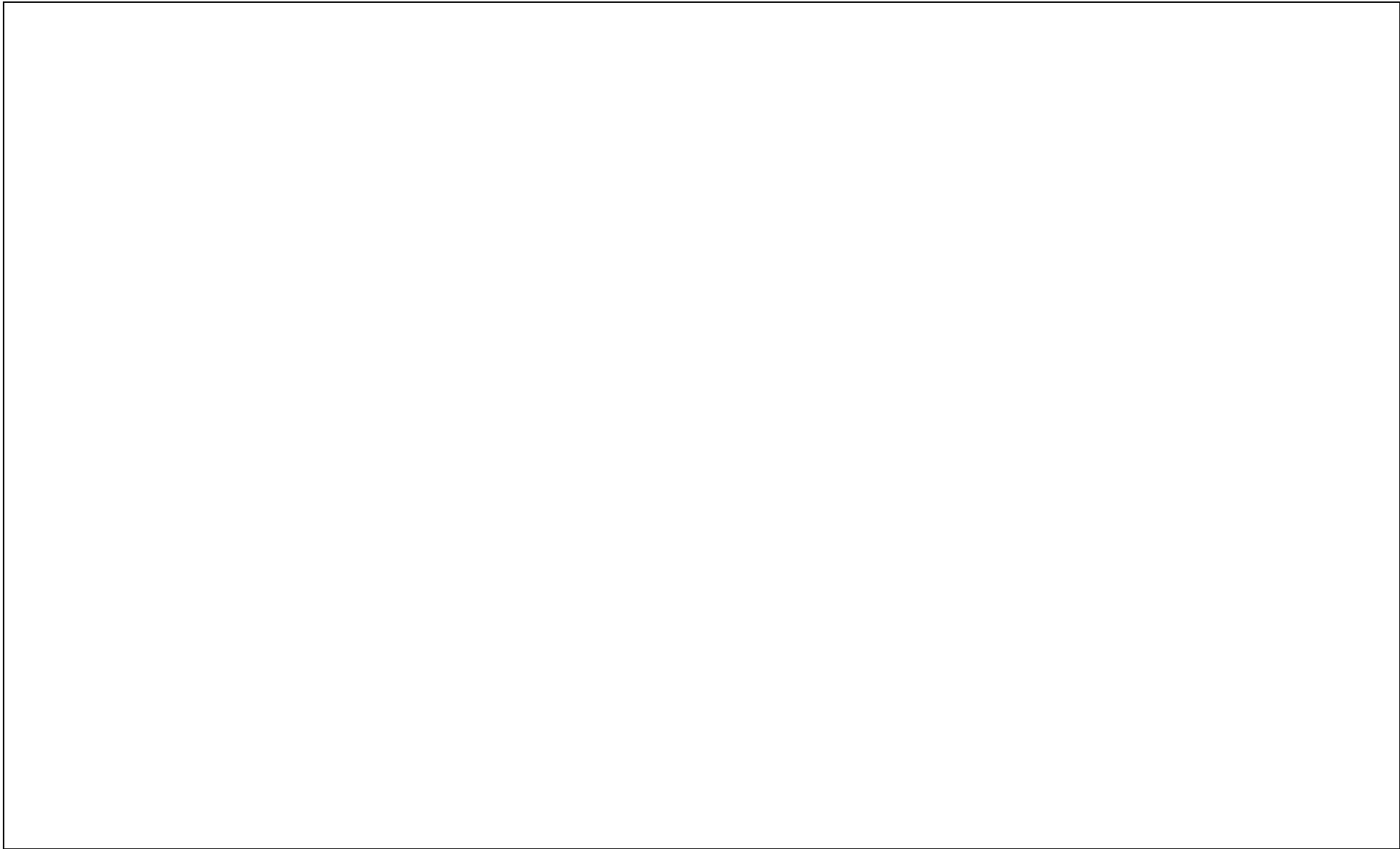
52. ГОСТ 5520-79. Прокат листовой из углеродистой, низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/552079> (дата обращения: 12.05.18).

53. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/554365> (дата обращения: 12.05.18).

54. ГОСТ 6533-78 Днища эллиптические отбортованные стальные для сосудов, аппаратов и котлов. Основные размеры. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/551936> (дата обращения: 12.05.18).

55. Генеральная схема газоснабжения и газификации Томской области (корректировка) [Электронный ресурс]. : ОАО «Газпром промгаз», Москва, 2012. URL: <https://depenerg.tomsk.gov.ru/278/userfiles.pdf> (дата обращения: 26.03.2018).

					Список использованных источников	Лист
						91
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



					Приложения	Лист
						92
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		