

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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение надежности работы компрессорной установки ТАКАТ 55.2,7-14 М4 ХЛ1 путем модернизации системы смазки и впрыска

УДК 622.691.5:66.078

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Лев Алексеевич	д.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Беляев Дмитрий Владимирович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Манабаев К.К.	к.ф.-м.н.		

Томск – 2020 г.

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
<i>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</i>		
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>Модуль специализации «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»</i>		
P9	Планировать и организовывать работу по проведению планово-предупредительных ремонтов установок, технического обслуживания и ремонта оборудования.	<i>ОПК-5, ОПК-6, ПК-3, ПК-7, ПК-9, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-21, требования</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
		<i>профессионального стандарта 19.003 "Специалист по ремонту и обслуживанию нефтезаводского оборудования", 19.029 «Специалист по эксплуатации газораспределительных станций», 19.0015 «Специалист по эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа»</i>
P10	Планировать внедрение новой техники и передовых технологий, разрабатывать и реализовывать программы модернизации и технического перевооружения предприятия.	<i>ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-10, ПК-12, ПК-17, ПК-21, ПК-23, требования профессионального стандарта 19.003 "Специалист по ремонту и обслуживанию нефтезаводского оборудования", 19.029 «Специалист по эксплуатации газораспределительных станций», 19.0015 «Специалист по эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа»</i>
P11	Организовывать проведение проверок технического состояния и экспертизы промышленной безопасности, проводить оценку эксплуатационной надежности технологического оборудования.	<i>ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-10, ПК-17, ПК-30, требования профессионального стандарта 19.003 "Специалист по ремонту и обслуживанию нефтезаводского оборудования", 19.029 «Специалист по эксплуатации газораспределительных станций», 19.0015 «Специалист по эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа»</i>

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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту: (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Группа	ФИО
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович

Тема работы:

Повышение надежности работы компрессорной установки ТАКАТ 55.2,7-14 М4 ХЛ1 путем модернизации системы смазки и впрыска	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-103/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор винтового компрессора. Модернизация оборудования. Подбор и расчёт оборудования.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Компрессорная станция	Старший преподаватель Беляев Дмитрий Владимирович
Основное оборудование	Старший преподаватель Беляев Дмитрий Владимирович
Расчётная часть	Старший преподаватель Беляев Дмитрий Владимирович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.э.н. Якимова Татьяна Борисовна
Социальная ответственность	Ассистент, Черемискина Мария Сергеевна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Общие сведения о винтовых компрессорах
Установка компрессора ТАКАТ55.2,7-17 М4 ХЛ1
Модернизация
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Социальная ответственность

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	29.02.2020
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Лев Алексеевич	д.т.н.		29.02.2020
Старший преподаватель	Беляев Дмитрий Владимирович			29.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович		29.02.2020

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

КУ - компрессорная установка;

КС- компрессорная станция;

МЗ – затушенные минеральные масла;

МС – синтетические масла;

НШМ - насос масляный шестеренчатый;

СУ – синтезированные из углеводородов масла

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 77 страниц, 7 рис., 27 табл., 14 источников.

Ключевые слова: компрессорная установка, винтовой компрессор шестеренчатый насос, система впрыска и смазки.

Объектом исследования в данной работе является система впрыска и смазки в винтовом компрессоре.

Цель работы - модернизация системы впрыска и смазки винтовой компрессорной установки ТАКАТ 55.2,7-14 М4 ХЛ1 на нефтегазовых месторождениях, которые расположены в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территориях.

Задачи:

1. Подробно изучить одноконтурную систему впрыска и смазки винтового компрессора;
2. Представить техническое предложение по повышению надежности;
3. Провести подбор оборудования и расчёт необходимого оборудования предлагаемой системы.

В ходе данной выпускной квалификационной работе рассмотрены основные теоретические положения о строении и принципе работы винтовых компрессоров. Проанализированы и изучены системы смазки компрессора. Выявлена проблема общей системы впрыска и смазки компрессорной установки ТАКАТ 55.2,7-14 М4 ХЛ1, предложен переход на совместную.

Область применения: компрессорные установки.

Экономическая эффективность: реализация проекта модернизации маслосистемы позволяет получить большой экономический эффект за счет увеличения долговечности составных частей установки, и как следствие, снижения затрат на её обслуживание.

Содержание	
Введение.....	10
1. Общие сведения о винтовых компрессорах	11
1.1 Назначение системы впрыска и смазки.	13
2. УСТАНОВКА КОМПРЕССОРНАЯ ТАКАТ55.2,7-17 М4 ХЛ1	16
2.1 Устройство и работа установки	16
2.2.2 Подшипники	23
2.2.3. Уплотнение	24
2.2.4. Муфта дисковая.....	24
2.2.5. Блок фильтров тонкой очистки масла.....	25
2.2.6. Система впрыска и смазки компрессора.	25
2.2.7. Установка маслоснабжения.....	26
2.2.8. Фильтр масла	26
2.2.9. Клапан перепускной	27
2.2.10. Система маслоотделения.....	27
2.2.11 Клапан поддержания давления.....	29
3. Модернизация.....	31
3.1 Существующая система и ее недостатки.....	31
3.2 Техническое предложение	32
3.3 Расчет и подбор оборудования	33
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	44
4.2 Анализ конкурентных технических решений.....	44
4.3 Технология QuaD	46
4.4 SWOT-анализ.....	48
4.5 Планирование управления исследовательским проектом	50

4.5.1 План проекта	50
4.5.2. Определения трудоемкости выполнения работ	51
4.5.3. Разработка графика проведения исследования	51
4.5.4 Бюджет проекта.....	54
4.5.5. Расчет материальных затрат	54
4.5.6. Основная заработная плата исполнителей темы	55
4.5.7 Отчисления во внебюджетные фонды.....	58
4.5.8 Накладные расходы	58
4.5.9. Формирование бюджета затрат исследовательского проекта.	58
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	59
4.7 Вывод по разделу:	62
5.Социальная ответственность	65
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	65
5.2.Производственная безопасность.....	68
5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов	69
5.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего	71
5.5. Экологическая безопасность.....	72
5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
5.7. Выводы по разделу.....	75
Заключение	76
Список литературы	77

Введение

Винтовые компрессора имеют широкое применение в нефтегазовой отрасли. При работе винтовые компрессоры подвержены высоким давлениям и температуре, соответственно, для обеспечения заданной точности и износостойкости, им требуется надежная система смазывания и охлаждения.

Учитывая то, что большая часть месторождения нефти и газа располагается в большой удаленности от крупных городов, а подвоз запасных частей и материалов зачастую осложнен и имеет большую стоимость, важной проблемой становится обеспечение высокого уровня надежности оборудования.

Пример подобного месторождения является Угутский производственный участок. На данном месторождении винтовые компрессоры отечественного производства используются в холодильных установках. Которые применяются для охлаждения осушенного газа и разделения его на топливный газ и газовый конденсат. При этом, существует следующая проблема в работе этих компрессоров преждевременный выход из строя масляного насоса системы смазки. Данная проблема приводит к длительным простоям технологического оборудования и трате ресурсов на его ремонт.

Еще одна из проблем — это полноценный ремонт неисправного оборудования в условиях крайнего севера тяжело осуществить из-за затрудненной и дорогостоящей доставки оригинальных запчастей. Также, полноценный дорогостоящий ремонт не гарантирует того, что оборудование вновь не выйдет из строя раньше срока.

Целью данной выпускной работы является модернизация системы впрыска и смазки винтовой компрессорной установки ТАКАТ 55.2,7-14 М4 ХЛ1 на нефтегазовых месторождениях, которые расположены в районах крайнего севера и приравненных к ним территориях.

Задачи для выполнения ВКР:

- Подробно изучить одноконтурную систему впрыска и смазки винтового компрессора;
- Представить техническое предложение по повышению надежности;
- Провести подбор оборудования и расчёт необходимого оборудования предлагаемой системы.

1. Общие сведения о винтовых компрессорах

Патент на конструирование винтового компрессора был оформлен в 1878 году. Этот год принято считать точкой отсчета в развитии современных способов сжатия воздуха. Но в то время просто не представлялось возможным изготовить роторы винтовой пары с необходимой точностью. Только в начале 30 – х годов прошлого века были созданы первые работающие винтовые компрессоры. Они использовались в строительстве и максимальное давление, которое они могли создать, не превышало трёх атмосфер.

Свой первый коммерческий успех винтовые компрессоры получили в 40-х и 50-х годах в секторе сжатия газов, используемых в различных технологических процессах.

Надежность в работе, малая металлоёмкость и габаритные размеры предопределили их широкое распространение. Кроме того, использование винтовых компрессоров позволяет экономить электроэнергию до 30%.

В нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли промышленности винтовые компрессоры имеют широкий спектр применения:

- Входят в состав технологических линий;
- Используются в системах вентиляции и кондиционирования воздуха;
- Являются частью вспомогательных систем обеспечения искусственными холодами и пневматической энергией.

Винтовые компрессоры имеют существенные преимущества по сравнению поршневыми и центробежными, что обусловлено принципом их действий и устройством:

- Наибольшая масса и габаритные размеры компрессора;
- Высокий коэффициенты подачи и КПД в широком диапазоне степени повышения давления сжатия;
- Экономическое и плавное регулирование производительности;
- Возможность сжатия двухфазных сред, например холодильного агента, и масла без ухудшения характеристик, малая чувствительность к присутствию в газе загрязнений;
- Полная уравновешенность роторов, позволяющих применять более легкие фундаменты, высокая виброустойчивость, надежность в работе;
- Простота обслуживания и полная автоматизация, дающие возможность применять схемы с дистанционным управлением;
- Отсутствие потерь на дросселирование, а также трения между роторами и корпусом.

К недостаткам винтовых компрессоров следует отнести сложность изготовления роторов и их монтажа, повышенный шум, а также высокую стоимость.

Принцип работы винтового компрессора показан на рисунке 1.

Когда роторы вращаются, объем камер увеличивается, и в то же время происходит процесс всасывания. В дополнение к объему камеры достигается максимальная мощность, процесс всасывания заканчивается, и камера оказывается изолированной стенкой корпуса и заглушками из всасывающей и нагнетательной труб.

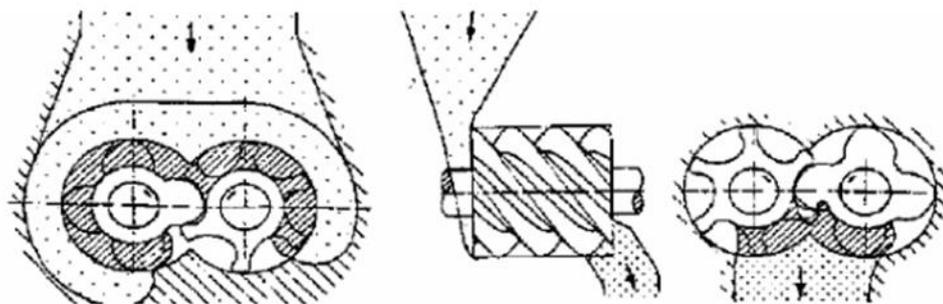


Рисунок 1 – Принцип сжатия газа в компрессоре

При дальнейшем вращении в полость ведомого ротора начинается сопрягающийся выступ ведущего ротора. Введение начинается с переднего конца и постепенно распространяется на выпускное окно. С определенного момента времени обе винтовые поверхности объединяются в общую полость, объем которой непрерывно уменьшается из-за поступательного движения линии соприкосновения сопряженных элементов в направлении выпускного окна. Дальнейшее вращение роторов приводит к вытеснению газа из полости в выпускную трубу. Ввиду того, что скорость вращения ротора значительна и одновременно существует несколько камер, компрессор создает равномерный поток газа.

Несбалансированные механические силы обеспечивают винтовым компрессорам высокие рабочие скорости, то есть они позволяют получить высокую производительность при относительно небольших внешних размерах.

1.1 Назначение системы впрыска и смазки.

Для нормальной работы компрессора его узлы трения должны смазываться.

Смазка выполняет в компрессоре, как минимум, 4 функции:

1. **Уплотнение.** Несмотря на то, что зазоры между самими роторами, а также между роторами и корпусом очень малы, эти зазоры являются причиной возможных перетечек воздуха из области высокого давления в области низкого.

Смазка в данном случае минимизирует перетечки и повышает КПД винтового блока.

2. **Охлаждение.** При сжатии воздуха выделяется достаточно много тепла, которое нужно охладить. Смазка в данном случае выступает в качестве охлаждающей жидкости.

3. **Фильтрация.** В процессе работы компрессора внутри системы возможно появление различных нежелательных частиц: пыль, попавшая вместе с воздухом или продукты износа внутренних элементов. Смазка выводит эти элементы из винтового блока, и они оседают в масляном фильтре.

4. **Смазывание.** Достаточный масляный слой минимизирует контакт между скользящими деталями, что увеличивает долговечность и снижает износ и расходы на эксплуатацию.

Недостаточная смазка может привести к преждевременному износу быстроизнашивающихся деталей.

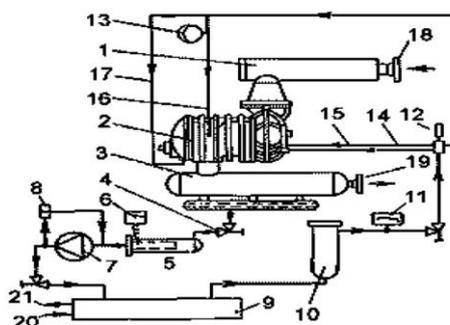


Рисунок 2 - Схема смазывания винтового компрессора

- 1 – всасывающий патрубок с фильтром; 2 – винтовой компрессор; 3 -маслоотделитель;
- 4 – запорный вентиль; 5 – масляный фильтр на всасывающем трубопроводе; 6 – термостат;
- 7 – масляный насос; 8 – перепускной клапан; 9 – холодильник; 10 – фильтр; 11- реле протока;
- 12 – термометр; 13 – манометр для масла; 14,15,16 – маслопровод к радиальным подшипникам;
- 17 – масло провод к редуктору-синхронизатору; 18 – фланец всасывающего патрубка;
- 19 – нагнетательный патрубок; 20 и 21 – патрубки для входа и выхода аммиака из масляного холодильника.

Замену масла проводят в соответствии с рекомендацией завода-изготовителя (обычно через 50, 100, 500 часов работы компрессора и далее после профилактических осмотров и ремонтов в зависимости от

продолжительности работы и качества масла). Побудительным причинам замены масла являются ухудшение качества масла после проверки его на соответствие требованиям ГОСТа, попадание в систему смазки воды и ухудшение состояния компрессора. Всякий раз при замене масла фильтры и днище картера промывают керосином. Фильтр тонкой очистки при промывке разбирают.

От обслуживания системы смазки во многом зависит долговечность и надежность компрессора.

Причинами увеличения расхода масла могут быть повышение давления в системе смазки или уровня масла в картере, повышение температуры нагнетания, интенсивный износ и неплотность винтовой пары (устраняется при ремонте).

Понижение давления масла, не регулируемое клапаном, может быть вызвано износом маслонасоса или чрезмерным увеличением зазоров в подшипнике. В этих случаях компрессор выводят в ремонт.

Нагрев пар трения может происходить в результате нарушения работы самой системы смазки (негерметичность системы, неправильная настройка регулятора давления масла, недостаточная производительность маслонасоса, засорение фильтров, некачественное масло и пр.), а также из-за недостаточной обработки компрессора или плохой сборки сопряженных деталей.

Масло определяются рядом свойств. Одним из основных свойств является вязкость. С повышением температуры вязкости падает, что сказывается на эффективности защиты от износа поверхностей трения. Для холодильных машин с высокими температурами конденсации и нагнетания выбирают масла повышенной вязкости. Температура вспышки масла должна быть более чем на 30°C выше температуры нагнетания. При высоких температурах масло теряет стабильность и на горячих поверхностях металла в клапанах образуется нагар.

Температура застывания сначала также является одним из важных свойств для его использования в холодильных машинах. Она должна быть 8 – 10 Цельсия ниже температуры кипения хладагента, чтобы масло не замерзло в испарителе. Для циркуляции масла в системе его температура должна быть 8 – 10 Цельсия выше температуры застывания. Масло также должно обладать минимальной кислотностью, не содержать влаги и механической примесей.

В холодильных установках используются масла нефтяного происхождения – минеральные (М) и синтетические (С). В качестве последних используются синтетические жидкости различных классов – кремнийорганические, фторорганические, полиэферы, полигликоли и др. Используют также затушенные минеральные масла (МЗ), смеси минеральных масел с синтетическими (МС) и масла, синтезированные из углеводородов (СУ).

2. УСТАНОВКА КОМПРЕССОРНАЯ ТАКАТ55.2,7-17 М4 ХЛ1

2.1 Устройство и работа установки

КУ представляет собой одноступенчатую, маслозаполненную винтовую машину, которая работает по следующей схеме.

Рабочий газ по всасывающему трубопроводу через краны шаровые, компенсатор и газовый фильтр поступает в компрессор, где сжимается до заданных параметров.

Во время работы в полость сжатия компрессора подаётся масло. Масло под давлением сжатого газа поступает из маслоотделителя через фильтры масла, обратные клапаны, маслоохладители, клапан соленоидный, электроприводной затвор дисковый, регулирующий на впрыск в компрессор. В компрессоре масло смешивается с газом и маслогазовая смесь через обратный клапан и компенсатор поступает в маслоотделитель. В маслоотделителе газ отделяется от масла и через патрубок в верхней крышке маслоотделителя поступает во второй маслоотделитель. Далее газ через концевой

маслоотделитель, обратный клапан, расходомер-счетчик и кран шаровой подается потребителю.

Для безопасной эксплуатации установки на выходе из маслоотделителя установлен предохранительный клапан, который настраивается на предприятии – изготовителе на давление начала открытия 19,5 кгс/см². Обратный клапан установлен после компрессора с целью исключения обратной раскрутки роторов компрессора и уноса масла из маслоотделителя во всасывающую магистраль при останове.

Клапан поддержания давления установлен после конечного маслоотделителя и служит для снижения количества уноса масла во время пуска компрессорной установки и поддержания в маслоотделителе давления газа не менее 9,5 кгс/см², обеспечивая <025a02 подачу масла в систему впрыска и смазки.

Для сброса рабочего газа из газовой магистрали установки при ее останове предусмотрена линия, управляемая электромагнитным клапаном.

Подвод азота при продувке установки производится по линии, управляемой краном шаровым через обратный клапан.

Выход попутного газа и азота при продувке на свечу обеспечивается кранами.

Для учёта количества газа, поступающего потребителю на линии нагнетания установки установлен расходомер-счетчик

Основными частями установки являются блок компрессорный и блок маслоотделения, объединённые торцевыми стенами контейнеров в единый монтажный блок, образуя общее помещение для двух блоков.

В состав блока компрессорного входят контейнер, смонтированные на раме винтовой компрессор, электродвигатель, соединенные муфтой пластинчатой с кожухом, блок фильтров тонкой очистки масла системы смазки и стойка приборов.

В состав блока маслоотделения входят контейнер, установка маслососа, маслоотделитель первой ступени, маслоотделитель второй ступени 20, концевой маслоотделитель и стойка приборов.

Нагнетательный трубопровод компрессора через сильфонный компенсатор присоединён к маслоотделителю. К маслоотделителю через фланец, трубопровод и шаровой кран присоединена установка пускового маслососа, предназначенная для прокачки маслосистемы перед пуском и подачи масла на впрыск и смазку подшипников и концевого уплотнения компрессора при пуске компрессорной установки. В верхней части корпуса маслоотделителя расположены патрубки с фланцами, в которых установлены фильтры масла и обратные клапаны, обеспечивающие работу компрессорной установки по безнасосной схеме.

На трубопроводе между маслоотделителями и установлен предохранительный клапан.

Концевой маслоотделитель предназначен для окончательной очистки газа от остатков масла и отвода их в трубопровод всасывания.

Блоки компрессорной установки обвязаны трубопроводами, оснащены датчиками системы автоматизации, местными приборами, кабельными линиями, заведенными в клемные коробки, и в целом представляют собой компрессорную установку в полной заводской готовности. Вся запорная и регулирующая арматура установки размещена внутри контейнеров за исключением шаровых кранов, расположенных на трубопроводах маслоохладителей и на всасывающем, и на нагнетательном трубопроводах установки.

Все составные части компрессорной установки, кроме размещённых за пределами блок контейнера, закреплены на раме, представляющей собой основание установки.

Маслоохладители, расположенные за пределами контейнера, крепятся анкерными болтами к фундаменту, подготовленному эксплуатирующей организацией.

Помещение компрессорной установки предназначено для размещения в нём составных частей компрессорной установки и создания внутриклиматических условий, обеспечивающих надежную работу установки и удобство обслуживания и ремонта в процессе эксплуатации.

Помещение состоит из двух блоков, установленных последовательно и соединенных между собой торцовыми поверхностями. Контейнеры блоков состоят из сварного каркаса, из утепленных нижней рамы, стен, дверных блоков и крыши. Каркас выполнен из квадратных труб.

Рама выполнена из гнутых и прокатных профилей. Для строповки контейнера в раме предусмотрены четыре выдвижные цапфы.

Стены, двери и крыша изготовлены из стального проката. Снаружи они обшиты стальным листом толщиной 2 мм, а с внутренней - перфорированной стальной обшивкой с толщиной листа 1 мм. Между наружной и внутренней обшивкой заложен звуко теплоизоляционный материал толщиной 80 мм.

Крыша контейнера представляет собой трапецеидальный сварной каркас, выполнена съемной и имеет люки для демонтажа и монтажа оборудования компрессорной установки внутри контейнера.

Боковые стены контейнера выполнены из дверей. Двери предназначены для использования при постоянном обслуживании и открываются снаружи контейнера. Остальные двери с каждой стороны контейнера открываются только изнутри при необходимости выполнения ремонтных работ.

Торцовая стена контейнера со стороны электродвигателя имеет распашные двери для выкатки электродвигателя и жалюзи для поступления воздуха. Противоположная торцовая стена контейнера открытая и предназначена для стыковки с ответной открытой торцовой частью контейнера при монтаже у заказчика.

На торцевой стене контейнера имеются проемы для выхода воздуха из контейнера. Проемы закрываются откидными люками.

На внешней стороне контейнера установлены:

- два светильника наружного освещения;
- световой сигнализатор загазованности;
- пост управления продувкой;
- пост управления освещением.
- пост включения электронагревателей.

Помещение компрессорной установки оснащено:

- внутренним освещением основным и аварийным;
- автоматическими системами:
 - 1) предупреждения о предаварийной и аварийной ситуации;
 - 2) контроля загазованности;
 - 3) вытяжной вентиляции периодического действия;
 - 4) отопления;
 - 5) пожаротушения и пожаропреупреждения.

2.2. Описание и работа составных частей КУ.

2.2.1. Компрессор винтовой

Компрессор представляет собой винтовую маслозаполненную горизонтальную одноступенчатую машину.

Рабочими органами, сжимающими газ, являются многозаходные винты с зубьями специального профиля, нарезанными на средних, утолщенных частях роторов. Ведущий ротор 18 имеет четыре зуба, ведомый 28 – шесть зубьев. Роторы размещены в корпусе компрессора и опираются на подшипники качения. Радиальные усилия, действующие на роторы, воспринимают роликовые цилиндрические подшипники, а осевые - радиально - упорные шарикоподшипники, размещенные на концах роторов со стороны нагнетания. На ведущем роторе, для компенсации осевого усилия, действующего на ротор, установлен думмис.

Для предотвращения утечек газа и масла по валу ведущего ротора в камере всасывания 1 установлено торцовое уплотнение.

Зазор между торцовыми поверхностями роторов и сопрягаемой поверхностью камеры нагнетания определяет конструкция пакетов деталей упорных подшипников ведомого ротора и ведущего ротора.

Компрессор работает по принципу объемного сжатия. Рабочий газ поступает в проточную часть сверху, через всасывающее окно. При вращении роторов рабочий газ заполняет впадины роторов, сообщающиеся со всасывающим окном, расположенным в проставке, по всей длине. При дальнейшем вращении впадины отсекаются от всасывающего окна и в них входят зубья. Последующее вращение приводит к уменьшению объема полостей, заполненных газом, и окончание процесса сжатия происходит при полном заходе зубьев во впадины. В этом положении рассматриваемая парная полость сообщена с нагнетательным окном, расположенным во вставках, установленных в блоке цилиндров, через которые происходит выброс газа в нагнетательный трубопровод. С целью уменьшения перетечек газа зазоры между наружными поверхностями роторов и расточками корпуса компрессора, а также торцовыми поверхностями роторов со стороны нагнетания и непосредственно по профильной части впадин и входящих в них зубьев имеют малую величину. Поэтому к компримируемому газу предъявляются повышенные требования по минимальному содержанию в нем механических частиц.

Для исключения перетечек газа между полостями роторов компрессора предусмотрен впрыск масла в полость сжатия компрессора, который осуществляется через отверстие в корпусе компрессора. Для обеспечения гарантированной подачи масла отверстие впрыска масла выполнено в корпусе компрессора таким образом, что оно попадает в полость, отсечённую от окна всасывания и имеющую внутреннее давление ниже давления масла в маслоотделителе. Этим обеспечивается гарантированное превышение давления

масла в коллекторе впрыска над давлением газа в полости впрыска компрессора.

Регулирование производительности компрессора от 100 до 20% осуществляется золотником. Конструкция золотника выполнена таким образом, что его верхняя часть является частью поверхности расточек блока цилиндров под роторы.

Положение золотника относительно оси фиксируется шпонкой, закрепленной на эксцентриковом пальце. Эксцентриситет дает возможность установить золотник в строго вертикальном положении при возможном отклонении шпоночного паза в золотнике от вертикальной оси.

Золотник, перемещаясь вдоль продольной оси, изменяет рабочую длину роторов. При этом часть газа, поступившего в полость сжатия, перепускается на всасывание через окна в расточке под золотник блока цилиндров, что приводит к уменьшению производительности компрессора.

Перемещение золотника производится электроприводом, закрепленным на крышке.

Электропривод золотника вращает ходовой винт трапецеидального профиля, который установлен в крышке компрессора. Винт входит в зацепление с гайкой, запрессованной в поршень, который закреплён на золотнике.

При вращении винта гайка с поршнем перемещается в осевом направлении вместе с золотником.

Корпусные детали компрессора: блок цилиндров, камера всасывания и крышка изготовлены из чугуна, легированного хромом и никелем.

Расточки блока цилиндров и камеры всасывания под установку подшипников и проточная часть блока цилиндров выполнены с одной установкой. В нижней части блок цилиндров имеет лапы для установки компрессора на раму.

2.2.2 Подшипники

В компрессоре установлены роликовые и радиально упорные шариковые подшипники качения.

Роликовые подшипники установлены по обоим концам роторов и воспринимают только радиальные нагрузки. Смазка подшипников обеспечивается через отверстия, выполненные в корпусных деталях.

Шариковые подшипники установлены с одного конца роторов на стороне нагнетания и воспринимают только осевые усилия. В связи с тем, что величины осевых усилий на ведомый и ведущий роторы разные, (на ведущий ротор осевая сила больше) в конструкции ведущего ротора для снятия дополнительной осевой силы установлен думмис.

Шариковые подшипники ведомого и ведущего ротора состоят из двух радиально упорных однорядных подшипников, установленных тандемом (друг за другом). При нормальной работе компрессора осевое усилие на ротор направлено от нагнетания в сторону всасывания и нагрузку воспринимают шариковые подшипники. При остановке компрессора возможен "обратный ход" ротора, осевое усилие при этом меняет направление. Нагрузку на ведомом роторе будет воспринимать шариковый подшипник.

Тарельчатая пружина служит для создания минимальной нагрузки на подшипник во время его нормальной работы. Рабочее усилие пружины значительно больше, чем действующее осевое усилие на подшипник при "обратной раскрутке" (при нормальной работе пружины не задействованы), поэтому такая конструкция обеспечивает надежную работу и удобство при ремонтных работах. С целью освобождения шарикоподшипников от действия радиальных нагрузок их наружные обоймы не имеют посадки в корпус. Смазка подшипников обеспечивается подводом масла через отверстия, выполненные в блоке цилиндров.

Шариковые подшипники ведущего ротора воспринимают по сравнению с шариковыми подшипниками ведомого большую осевую нагрузку. Осевое

усилие от ротора при нормальной работе компрессора также направлено от нагнетания в сторону всасывания и воспринимается двумя подшипниками и думмисом. Подшипник предназначен для восприятия усилий от ротора при "обратной раскрутке". Комплект пружин обеспечивает при этом безударный переход. Наружные обоймы всех трех подшипников освобождены от посадки в корпус и не воспринимают радиальных нагрузок.

Для обеспечения смазки в корпусных деталях имеются подводящие и отводящие масло отверстия. Втулки служат для регулирования зазора на нагнетании компрессора.

2.2.3. Уплотнение

В корпусе компрессора размещается уплотнение, предназначенное для исключения утечек сжимаемого газа из компрессора. Внутренняя полость уплотнения постоянно заполнена маслом как во время работы компрессора, так и при стоянке.

Во время работы компрессора в корпус уплотнения подается масло через штуцер, который расположен на камере всасывания над роторами. Расход масла определяется зазором между кольцом расходным и втулкой.

Давление масла в уплотнении превышает давление всасывания на 2-3 кгс/см². Утечки масла в окружающую среду предотвращает контакт поверхностей графитовых колец, установленных во втулке и в кольце нажимном.

Манжета с браслетной пружиной исключает слив масла из полости уплотнения во время стоянки компрессора.

2.2.4. Муфта дисковая

Муфта дисковая предназначена для передачи крутящего момента от электродвигателя к компрессору.

Муфта состоит из полумуфты электродвигателя, полумуфты компрессора и проставка. Полумуфты соединяются с проставком пальцами, втулками и затягиваются гайками самоконтрящимися. На втулках устанавливаются пакеты

пластин, которые фиксируются шайбами. Пакеты пластин компенсируют погрешности соосности валов электродвигателя и компрессора.

2.2.5. Блок фильтров тонкой очистки масла

Блок фильтров тонкой очистки масла предназначен для очистки масла в системе смазки компрессора и состоит из двух фильтров, обвязанных

трубопроводами и шаровыми кранами, что позволяет работать фильтрам поочередно по мере их загрязнённости. Тонкость фильтрации масла 40 мкм. Фильтр состоит из элемента, фильтрующего, вставленного в корпус фильтра, закрытого крышкой. Элемент, фильтрующий прижимается крышкой, затянутой гайками к корпусу. Разъем между крышкой и корпусом уплотняется кольцом.

2.2.6. Система впрыска и смазки компрессора.

Система впрыска и смазки предназначена для подачи масла в полость сжатия компрессора с целью поддержания температуры газа на нагнетании в заданных пределах и уплотнения зазоров в роторах, а также для смазки подшипников, уплотнения и подачи масла в разгрузочный поршень.

Перед пуском компрессорной установки подачу масла в систему впрыска и смазки обеспечивает установка насоса. При работе установки масло под действием давления газа поступает из маслоотделителя через фильтры и клапаны обратные в маслосистему установки. Далее масло охлаждается, проходя через аппараты воздушного охлаждения масла и поступает через клапан соленоидный и затвор, регулирующий на впрыск в компрессор. Часть масла из коллектора впрыска через фильтры тонкой очистки поступает на смазку подшипников и уплотнения компрессора, а также на поршень разгрузочный на ведущем роторе.

Для запуска в работу установки в холодное время года аппараты воздушного охлаждения масла, имеет обводную линию с перепускным клапаном. Клапан перепускной настроен на избыточное давление перепуска масла 3,5 кгс/см². Кроме подачи масла в систему впрыска и смазки

компрессора при прокачке, установка маслонасоса может использоваться для слива и заправки маслом.

2.2.7. Установка маслонасоса

Установка маслонасоса представляет собой электродвигатель и насос шестеренный, установленные на раме. Насос шестеренный соединен с электродвигателем муфтой упругой, которая закрыта кожухом.

Насос шестеренный.

Насос шестеренный состоит из корпуса, в расточках которого расположены ведущая и ведомая шестерни на подшипниках скольжения. С торца корпус закрывается крышкой и крепится через набор прокладок шпильками с гайками. Со стороны приводного вала на ведущей шестерне устанавливается покупное торцовое уплотнение. Устройство и работа торцового уплотнения согласно руководству по эксплуатации предприятия-изготовителя.

В корпусе предусмотрены расточки, к которым присоединяются через штуцеры всасывающий и нагнетательный трубопроводы. При вращении шестерен масло заполняет впадины между зубьями и корпусом и перемещается из полости всасывания в полость нагнетания с заданным системой впрыска избыточным давлением.

2.2.8. Фильтр масла

Фильтры масла грубой очистки системы впрыска конструктивно встроены в маслоотделитель. В рабочем положении фильтры масла находятся под уровнем масла в маслоотделителе. Фильтры масла состоят из цилиндрического корпуса с отверстиями для прохода масла, который посредством трубы соединён с фланцем, являющимся крышкой маслоотделителя. Фильтрация масла производится сеткой из нержавеющей стали, намотанной на корпус фильтра в два слоя. Сетка закреплена на корпусе с помощью хомутов.

Во время работы масло, находящееся в маслоотделителе, под действием давления сжатого газа вытесняется в трубопровод системы впрыска и смазки

проходя при этом через фильтр. Механические частицы, содержащиеся в масле, оседают на сетке фильтра.

Фильтр обеспечивает тонкость фильтрации 100-120 мкм.

2.2.9. Клапан перепускной

Клапан перепускной предназначен для поддержания постоянного давления масла в системе при прокачке маслосистемы компрессорной установки маслососом перед запуском компрессора.

Клапан состоит из корпуса с запрессованным в него седлом, в расточке которого размещен золотник, подпружиненный пружиной, тарелки, болта регулировочного, крышки, гайки колпачковой, гайки.

При повышении настроенного перепада давления масла равновесие сил, действующих на золотник от давления масла и усилия пружины, нарушается, и золотник приоткрывает проходное сечение клапана, перепуская масло.

При понижении настроенного перепада давления масла усилия, действующие на золотник от давления масла и со стороны пружины, уравниваются, и золотник закрывает проходное сечение клапана.

2.2.10. Система маслоотделения

Система маслоотделения предназначена для отделения масла, впрыскиваемого в компрессор, от сжимаемого газа. Система маслоотделения состоит из маслоотделителей подключенными к ним уровнемерами.

Маслоотделитель-1

Маслоотделитель предназначен для сбора и хранения масла системы впрыска и смазки. В средней части корпуса маслоотделителя имеется

вертикальный цилиндрический выступ, в который входит трубопровод нагнетания газа после компрессора. Внутри цилиндрического выступа находится пакет сеток, при проходе через которые происходит первичное отделение масла от газа. Мельчайшие капли масла укрупняются и оседают вниз под собственным весом. Отделившееся масло стекает вниз, а очищенный газ через центральное отверстие в верхней части отводится в маслоотделитель.

На маслоотделителе в колонке уровня установлен радарный уровнемер, показывающий уровень масла на мониторе оператора, и два указателя уровня масла для визуального контроля максимального и минимального уровня масла.

В корпус маслоотделителя конструктивно встроены фильтры для грубой очистки масла и клапаны обратные.

Маслоотделитель-2

Маслоотделитель предназначен для отделения масла от газа на линии нагнетания компрессора. Маслоотделитель представляет собой вертикальный сосуд. Отделение масла от сжатого газа происходит в две ступени.

Первая ступень циклонного типа. Отделение масла осуществляется за счет закрутки потока и возникающих при этом центробежных сил. Масло, отделенное в нижней части маслоотделителя, отводится через трубопровод во всасывающий трубопровод компрессорной установки при открытии соленоидного клапана сигналу максимального уровня в маслоотделителе.

Вторая ступень отделения масла представляет барабан, фильтрующий, встроенный в корпус маслоотделителя. Здесь происходит более тонкая очистка газа от масла. Барабан, фильтрующий, состоит из перфорированного барабана с намотанными на него сетками, фильтрующим слоем из стеклобумаги и стеклоткани. Фильтрующий слой крепится к перфорированной обечайке проволокой и хомутами.

Из нижней части фильтра отделившееся масло отводится трубкой 3 на всасывание компрессора через дроссельную шайбу.

Крышка маслоотделителя выполнена плоской, что позволяет уменьшить габариты маслоотделителя. Два кронштейна, приваренные к крышке маслоотделителя, позволяют поднимать ее ручной талью и проводить ремонт маслоотделителя. Корпус маслоотделителя устанавливается на трех опорах.

На корпусе маслоотделителя установлена колонка уровня, куда устанавливается сигнализатор уровня - радарный уровнемер, показывающий уровень масла на мониторе оператора.

Маслоотделитель концевой

В концевом маслоотделителе отделение масла от сжатого газа происходит в две ступени.

Первая ступень циклонного типа. Отделение масла осуществляется за счет закрутки потока и возникающих при этом центробежных силах. Масло, отделенное в нижней части маслоотделителя, отводится через трубопровод во всасывающий трубопровод компрессорной установки при открытии соленоидного клапана по сигналу максимального уровня масла в маслоотделителе.

Вторая ступень отделения масла представляет собой барабан, фильтрующий, встроенный в корпус сепаратора. Здесь происходит более тонкая очистка газа от масла. Барабан, фильтрующий, состоит из перфорированного барабана с намотанными на него сетками, фильтрующим слоем из стеклоткани и стеклоткани. Фильтрующий слой крепится к перфорированной обечайке проволокой и хомутами.

Из нижней части фильтра отделившееся масло отводится трубопроводом б через дроссельную шайбу на всасывание компрессора.

2.2.11 Клапан поддержания давления

Клапан поддержания давления установлен на нагнетательном трубопроводе после концевой маслоотделителя и предназначен для поддержания давления газа до него при пуске компрессора не менее 0,95 МПа (9,5 кгс/см²). Клапан состоит из сварного корпуса, в котором установлен стакан с кольцом. В верхнюю часть стакана ввернут штуцер с прокладкой. В расточках стакана установлены золотник с кольцом и пружина. В нижнюю часть корпуса ввернуто седло с кольцом.

При повышении давления газа на входе более 0,95 МПа (9,5 кгс/см²).

Равновесие сил, действующих на золотник от давления всасывания, усилия пружины, а также давления нагнетания, нарушается, и золотник 4 открывает проходное сечение клапана.

При понижении давления газа до 0,95 МПа (9,5 кгс/см²) усилия, действующие на золотник от давления всасывания, усилия пружины, а также давления нагнетания, уравниваются, и золотник закрывает проходное сечение клапана.

Компримируемый газ через входной сепаратор, где происходит его очистка от твердых частиц и жидких фракций, подается в компрессор и, перемешиваясь с впрыскиваемым маслом, сжимается до требуемого давления. Далее, газомаслянная смесь поступает в маслоотделитель с трехступенчатой системой отделения и каскад коалесцентных фильтров, где обеспечивается эффективная очистка газа от масла. Масло после отделения возвращается в маслобак, находящийся под давлением нагнетания. Для исключения выпадения конденсата после КУ на трубопроводе нагнетания после коалесцентных фильтров устанавливается газоохладитель.

В газоохладителе газ охлаждается до температуры ниже точки росы, при этом происходит выпадение конденсата, который отделяется в конечном сепараторе и удаляется через автоматическую дренажную систему. На выходе КУ содержание масла в сжатом газе составляет не более 3ppm (мг/кг). Масло из маслобака через фильтры масла и маслоохладитель за счет перепада давления (или с помощью насоса) подается на впрыск компрессора, к подшипникам и концевому уплотнению (общая система смазки). В состав КУ входит автоматическая система поддержания оптимальной температуры газа в маслоотделителе, которая подбирается в зависимости от состава газа и исходя из условий исключения конденсации «тяжелых» компонентов газа, растворяющихся в маслах, что позволяет увеличить срок службы масла и снизить эксплуатационные затраты.

3. Модернизация

3.1 Существующая система и ее недостатки

В винтовых компрессорах с общей системой смазки, где масло, идущее на впрыск и на смазку, контактирует с сжимаемым газом в процессе работы, происходит изменение физико-химических свойств масла, что резко снижает ресурс компрессора и может приводить к авариям.

В винтовых компрессорах с общей системой смазки, где масло, идущее на впрыск и на смазку контактирует с сжимаемым газом в процессе работы в условиях крайнего севера, последовательно возникают следующие проблемы:

- Наступление неисправности масляной системы и остановки компрессора на ремонт раньше установленного межремонтного периода;
- Происходит изменение физико-химических свойств масла, что резко снижает ресурс компрессора;
- Наступление критической неисправности, не подлежащей восстановлению;
- Выход из строя компрессора.

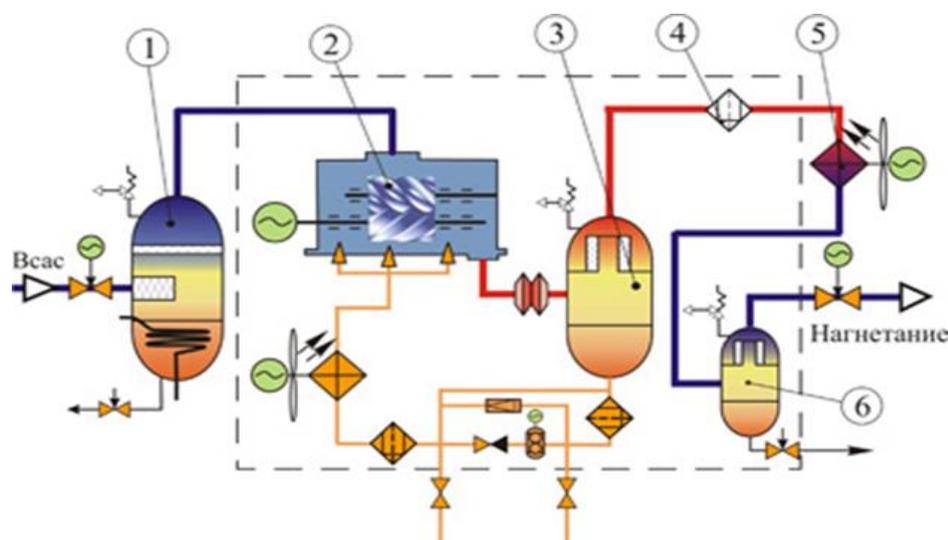


Рисунок 3 - Одноконтурная система смазки

- 1 — входной сепаратор; 2 — компрессор; 3 — маслоотделитель;
4 — коалесцентный фильтр; 5 — газоохладитель; 6 — концевой сепаратор

Причиной неисправности системы смазывания компрессора в данной ситуации является изменение физико-химических свойств масла.

Анализ существующей конструкции маслосистемы компрессорной установки, а также подробная дефектоскопия выявили следующую закономерность, приводящую к вышеперечисленным последствиям.

Установка насоса обеспечивает перед запуском систему впрыска и смазки. Масло под действием давлением газа поступает в маслосистему установки. Далее масло охлаждается, проходя через аппарат воздушного охлаждения и поступает в компрессор через клапан соленоидный и затвор. Часть масла поступает на смазку подшипников и уплотнения компрессора, на поршень резочный на ведущем роторе, а проходит оно через фильтры тонкой очистки. Так как масло, попадая в винтовой блок с смешивается с попутным нефтяным газом, то постепенно теряет свои физико-химические свойства. Это приводит к быстрому изнашиванию подшипников скольжения и уплотнений. Возникший износ может критичным и повлиять на работу компрессора даже после первого пуска.

3.2 Техническое предложение

Для решения производственной задачи по повышении надежности КУ, обеспечения его максимального межремонтного периода и предотвращения длительных простоев предлагается модернизировать технологическую схему системы смазывания винтового компрессора согласно рисунку.

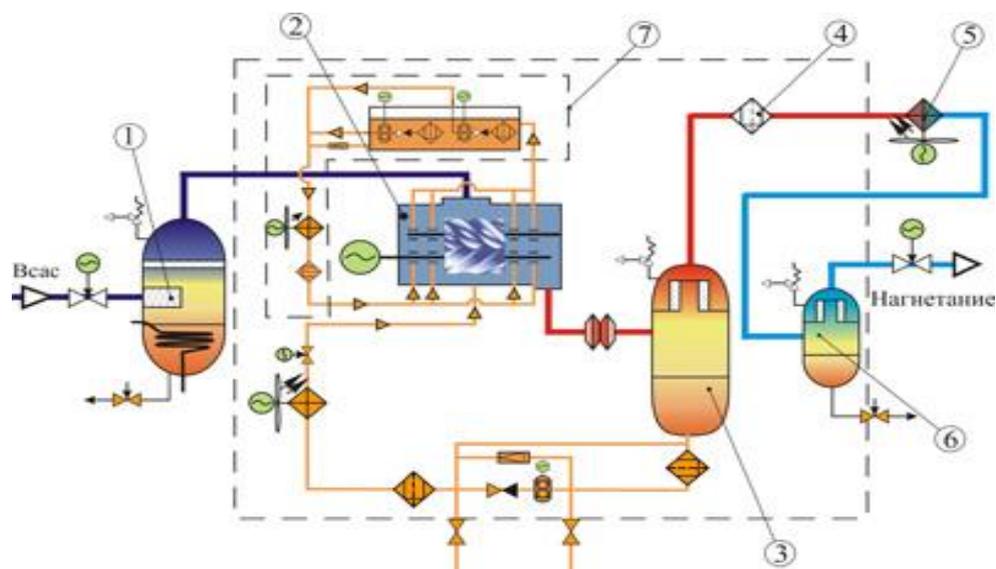


Рисунок 4 - Двухконтурная система смазки

1 - входной сепаратор; 2 - компрессор; 3 - маслоотделитель; 4 - коалесцентный фильтр; 5 - газоохладитель; 6 - концевой сепаратор; 7 - агрегат системы смазки

Суть модернизации заключается во включении в переход с одноконтурной системы смазки на двухконтурную, для обеспечения длительного ресурса работы подшипниковых узлов система смазки и впрыска выполнена отдельно и имеет два контура. Один контур обеспечивает циркуляцию масла, идущего на впрыск в полость сжатия компрессора. Второй контур работает на масле, не вступающем в контакт со сжимаемым газом, и обеспечивает смазку подшипников и уплотнений, изолирующих полость сжатия на всасывающей и нагнетательной стороне роторов

Такое конструирование решение позволит повысить безопасность при эксплуатации и надежность КУ, а также увеличит межремонтный период установки в целом.

3.3 Расчет и подбор оборудования

Качественное масло для контура на подшипники винтового компрессора должно обладать следующими свойствами:

- Вязкостно-температурные свойства. Благодаря им масло подается в достаточных количествах в компрессор, заполняет зазоры между ротором и корпусом, хорошо смазывает подшипники

- Смачивающие свойства. Обеспечивают отвод тепла и охлаждение взаимодействующих деталей
- Устойчивость к износу и высокому давлению. Активные вещества, содержащиеся в маслах, образуют износостойкую пленку, которая способна выдерживать высокие давления. Благодаря этому оборудование служит гораздо дольше.

Таким образом для смазки на подшипники следует использовать Индустриальное масло И-50А, которое обладает вышеописанными свойствами.



Рисунок 5 - Индустриальное масло И-50А

Индустриальное масло И-50А относится к минеральным маслам селективной очистки без присадок. Это масло общего назначения, используют как рабочую жидкость гидравлических систем станочного оборудования, прессов, автоматических линий, для смазывания направляющих качения и скольжения станков, легко- и средненагруженных зубчатых передач, а также других механизмов, в которых не требуется использование масел специального назначения.

И-50А - наиболее вязкое среди индустриальных масел, применяется в тяжелонагруженных тихоходных узлах, а также в гидросистемах с высокой нагрузкой, требующих повышенной вязкости смазочной жидкости. Как и другие индустриальные масла, производится путем селективной очистки, по

остаточной технологии или компаудированием сернистой или малосернистой нефти.

Масло промышленное И-50 (И-50А) используется в промышленном оборудовании, условия работы которого не выдвигают высоких требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел.

Общая задача промышленных масел – это снижение трения и износа в различных механизмах и частях различных машин. Кроме того, промышленные масла могут выполнять функцию отвода тепла от узлов трения, а также защищают детали от коррозии, очищают трущиеся поверхности от загрязнения.

По техническим требованиям, произведем подбор оборудования. Для определения какой насос будет удовлетворять требованиям экономичности и ресурсоэффективности, нам необходимо определить ряд параметров. Необходимые данные для анализа: производительность, напор, кавитация, мощность.

Расчет насоса НМШ 12/25



Рисунок 6 – Насос НМШ 12/25

Таблица 7 – Исходные данные насоса НМШ 12/25

Производительность	Q_d	$165 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$
Число оборотов	n	$1450 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$
КПД	η	0,57

Теоретическая производительность:

$$Q_m = \frac{Q_d}{\eta} = \frac{165}{0.57} = 289 \frac{\text{л}}{\text{мин}} \quad (1)$$

Далее определяем недостающие геометрические параметры:

Находим модуль шестерни по формуле:

$$m = (0.24 - 0.44)\sqrt{Qd} = (0.24 - 0.44)\sqrt{165} = 3.08 - 5.65 \quad (2)$$

Согласно ГОСТ 9563-60 (Основные нормы взаимозаменяемости колеса зубчатые, модули) принимаем модуль эвольвентного зубчатого колеса, максимально приближенный к рассчитанному значению, принимаем:

$m = 5$. Рекомендуют принимать небольшое число зубьев и большой модуль зацепления для уменьшения габаритов насоса. Часто принимают шестерни с небольшим числом зубьев $z = 9 \dots 15$. Выбираем $z = 12$.

Ширина шестерни: $b = (6 \dots 9) \cdot m$, $b = 30 \dots 45$

Примем $b = 35$ мм.

На нашем насосе установлены подшипники скольжения, на практике установлено, что отношение ширины к делительному диаметру шестерни для насосов с подшипниками скольжения составляет: $\frac{b}{d} = 0.4 \dots 0.5$

Из этого отношения мы можем определить диапазон делительной окружности, а затем число зубьев, это нам необходимо для проверки выбранного нами числа зубьев:

$$d = \frac{b}{0.4 \dots 0.5} = \frac{35}{0.4 \dots 0.5} = 70 \dots 87.5 \text{ мм}$$

Зная делительный диаметр и модуль зубчатого колеса, можем определить диапазон, в котором находится значение числа зубьев.

$$z = \frac{d}{m} = \frac{70 \dots 87.5}{5} = 14 \dots 17.5$$

Благодаря произведенным расчетам мы видим, что выбранное нами число зубьев не соответствует действительности, соответственно необходимо подкорректировать наше значение, примем: $z = 15$.

Определяем производительность шестеренчатого насоса:

Для расчетов используем формулу:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot d_w \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \eta$$

d_w – начальный диаметр шестерни

m – модуль зубчатого зацепления

b – ширина зуба

n – частота вращения

η – коэффициент полезного действия

$$a_w = m(z + 1) = 5(15 + 1) = 80 \text{ мм.}$$

$$d_w = \frac{2 \cdot a_w}{u + 1} - \text{начальный диаметр, так как } u = \frac{z_2}{z_1} = 1, \text{ то } d_w = \frac{2 \cdot 80}{2} = 80$$

Зная необходимые параметры, определяем производительность:

$$\begin{aligned} Q &= 2 \cdot \pi \cdot a_w \cdot m \cdot b \cdot n \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 35 \cdot 10^{-3} \cdot 1,450 \cdot \\ &0,57 = 0,073 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} \end{aligned}$$

Расчет напора

Примем диаметр всасывающего и нагнетательного патрубка одинаковыми, тогда формула для расчета имеет вид:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_r + h$$

H – напор, м

p_1 – давление в заборной емкости, Па

p_2 – давление в приемной емкости, Па

ρ – плотность перекачиваемой среды, кг/м³ g – ускорение свободного падения, м/с²

Исходя из протокола “Результатов испытания масла индустриального И – 50А № 114 от 17 апреля 2018 г.” (рисунок 4) плотность масла при 20 градусах Цельсия не более 910 кг/м³ по ГОСТ Р 51069-97.

Таблица 6 – Результаты испытания

p_1	1,0 Мпа
p_2	1,5 Мпа
p	910
g	9.81
H_r	5 м

Определим суммарные потери напора насоса:

$$\sum h = h_{\text{вв}} + h_{\text{ввод}} + h_1 + h_{\text{м}}, \text{ где}$$

$h_{\text{вв}}$ – потери напора на трение на вводе, то есть от точки подключения на наружных сетях до точки установки;

$h_{\text{ввод}}$ – потери напора;

h_1 – потери напора по длине по расчетному участку;

$h_{\text{м}}$ – потери напора на местные сопротивления.

$$\sum h = 1,58 + 0,3 + 3,43 + 5,276 = 10,586 \text{ м}$$

$$H = \frac{1500 - 1000}{910 \cdot 9,81} + 5 + 10,586 = 15,64 \text{ м}$$

Расчет потребляемой мощности насоса:

$$N_{\text{п}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

$$N_{\text{п}} = 910 \cdot 9,81 \cdot 0,073 \cdot 15,64 = 10,2 \text{ кВт}$$

1. Определим коэффициент кавитации:

$$\sigma = \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{(126 \cdot H^3)^{\frac{4}{3}}} = \frac{1450 \cdot \sqrt{165}}{(126 \cdot 15,64^3)^{\frac{4}{3}}} = 0,23$$

n – частота вращения рабочего колеса, сек⁻¹

Q – производительность насоса, м³/с

H – создаваемый напор, м

Проверка кавитационного запаса насоса.

Обычно этот коэффициент задается в паспорте насоса, но в нашем случае его необходимо рассчитать, он определяется по формулам Руднева:

$$h_{кр} = h_{кр} = \sqrt[4]{\left(\frac{n \cdot \sqrt{Q} \cdot 10^{\frac{3}{4}}}{C}\right)^3}$$

Производим расчет:

$$h_{кр} = h_{кр} = \sqrt[4]{\left(\frac{n \cdot \sqrt{Q} \cdot 10^{\frac{3}{4}}}{\sigma}\right)^3}$$

$$h_{кр} = \sqrt[4]{\left(\frac{1450 \cdot \sqrt{165} \cdot \sqrt[4]{10^3}}{0,23}\right)^3} = 17524$$

Расчет насоса НМШ 5/25



Рисунок 7 – Насос НМШ 5/25

Таблица 8 – Исходные данные насоса НМШ 5/25

Производительность	Q_d	$36 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$
Число оборотов	n	$980 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$
КПД	η	0.83

Теоретическая производительность:

$$Q_{\tau} = \frac{Q_d}{\eta} = \frac{36}{0.83} = 44 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Находим модуль шестерни:

$$m = (0,24 \dots 0,44) \sqrt{Q_d} = (0,24 \dots 0,44) \sqrt{36} = 1,44 \dots 2,64$$

Принимаем: $m=2$

$z=10$

Ширина шестерни:

$$b = (6 \dots 9) \cdot m$$

$$b = 12 \dots 18$$

Принимаем $b = 15$ мм

$$\frac{b}{d} = 0.4 \dots 0.5$$

$$d = \frac{b}{0.4 \dots 0.5} = \frac{15}{0.4 \dots 0.5} = 30 \dots 37,5 \text{ мм}$$

$$z = \frac{d}{m} = \frac{30 \dots 37,5}{2} = 15 \dots 18,75$$

Корректируем $z = 16$

Определяем производительность шестеренчатого насоса:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot D_H \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \eta$$

$$a_w = m(z + 1) = 2(10 + 1) = 22$$

$$d_w = \frac{2 \cdot a_w}{u + 1} - \text{начальный диаметр, так как } u = \frac{z_2}{z_1} = 1, \text{ то } d_w = \frac{2 \cdot 22}{2} = 22$$

Проверяем производительность:

$$\begin{aligned} Q &= 2 \cdot \pi \cdot D_H \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \eta = 2 \cdot 3.14 \cdot 22 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 0,98 \cdot 0,83 \\ &= 0,0033 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} \end{aligned}$$

Расчет напора:

Примем диаметр всасывающего и нагнетательного патрубка одинаковыми, тогда формула для расчета имеет вид:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_r + h$$

H – напор, м

p_1 – давление в заборной емкости, Па

p_2 – давление в приемной емкости, Па

ρ – плотность перекачиваемой среды, кг/м³

g – ускорение свободного падения, м/с²

H_r – геометрическая высота подъема перекачиваемой среды, м h – суммарные потери напора, м

Таблица 9 - Результаты испытания

p_1	0.6 МПа
p_2	0.9 МПа
ρ	910
g	9,81
H_r	5

Определим суммарные потери напора насоса:

$$\sum h = h_{\text{вв}} + h_{\text{ввод}} + h_1 + h_{\text{м}}, \text{ где}$$

$h_{\text{вв}}$ – потери напора на трение на вводе, то есть от точки подключения на наружных сетях до точки установки;

$h_{\text{ввод}}$ – потери напора;

h_1 – потери напора по длине по расчетному участку;

$h_{\text{м}}$ – потери напора на местные сопротивления.

$$\sum h = 1,58 + 0,3 + 3,43 + 5,276 = 10,586 \text{ м}$$

$$H = \frac{900 - 600}{910 \cdot 9.81} + 5 + 10,586 = 15,62 \text{ м}$$

Расчет потребляемой мощности насоса: $N_{\text{п}} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$

$$N_{\text{п}} = 910 \cdot 9,81 \cdot 0,0033 \cdot 15,62 = 2,1 \text{ кВт}$$

Определим коэффициент кавитации:

$$\sigma = \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{\left(126 \cdot H^{\frac{4}{3}}\right)^{\frac{4}{3}}} = \frac{980 \cdot \sqrt{36}}{\left(126 \cdot 15,62^{\frac{4}{3}}\right)^{\frac{4}{3}}} = 0,07$$

$$h_{кр} = \sqrt[4]{\left(\frac{n \cdot \sqrt{Q} \cdot 10^{\frac{3}{4}}}{\sigma}\right)^3}$$

$$h_{кр} = \sqrt[4]{\left(\frac{980 \cdot \sqrt{36} \cdot \sqrt[4]{10^3}}{0,07}\right)^3} = 18018$$

В ходе проделанной работы были получены результаты: производительности, напора, мощности, коэффициента кавитации и критического значения кавитации. Анализ этих величин показал, что целесообразней использовать насос НПШ 5/25, так как он имеет необходимую производительность и приемлемую потребляемую мощность.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

<i>1. Стоимость ресурсов проводимого исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- коэффициент доплат – 15%; - накладные расходы – 16%; - районный коэффициент – 1,3.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30,2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Проведение SWOT-анализа проекта.
<i>2. Планирование и формирование бюджета исследований</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта. Определение бюджета проекта
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Проведение оценки ресурсной, финансовой эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. Календарный план-график
5. Бюджет проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	Кандидат экономических наук		29.02.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович		29.02.20

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: компрессорная установка ТАКАТ55. 2,7-17 М4 ХЛ1 предназначенная для компримирования попутного нефтяного газа.

Целевой рынок: предприятия нефтеперерабатывающей отрасли промышленности.

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Вид исследования: блочная кустовая насосная станция (БКНС)		
		Расчет и модернизации насосного агрегата	Модель и анализ работы БКНС	Проектирование и конструирование
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			



Фирма А



Фирма Б



Фирма В

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, проводится систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;

- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Таблица 2 – Оценочная карта для конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект	Кон-т1	Кон-т2	Проект	Кон-т1	Кон-т2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,06	4	4	5	0,24	0,24	0,30
2. Удобный в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
3. Ремонтнопригодность	0,08	4	3	5	0,32	0,24	0,40
4. Энергоэкономичность	0,13	4	4	4	0,52	0,52	0,52
5. Надежность	0,10	5	4	2	0,5	0,4	0,2
6. Безопасность	0,12	5	4	3	0,60	0,48	0,36
7. простота эксплуатации	0,05	4	4	5	0,20	0,20	0,25
8. Материалоёмкость	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
9. Конкурентоспособность продукта	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
10. Уровень проникновения на рынок	0,03	3	3	4	0,09	0,09	0,12
11. Цена	0,06	3	3	4	0,18	0,18	0,24
12. Предполагаемый срок	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3

эксплуатации							
13. послепродажное обслуживание	0,02	3	3	4	0,06	0,06	0,08
14. Наличие финансирования	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,20
Итого	1	55	50	53	4,16	3,6	3,85

Оценка конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, следует объяснить:

- чем обусловлена уязвимость позиции конкурентов и возможно занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;
- в чем конкурентное преимущество разработки.

По результатам оценки можно выделить следующие конкурентные преимущества модернизации компрессорной установки: рост производительности труда (за счет ликвидации целодневных простоев при замене масла), повышенная надежность, длительный срок эксплуатации.

4.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в исследовательский проект.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный бал	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6

Показатели оценки качества работы					
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,06	65	100	0,65	0,039
2. Удобный в эксплуатации	0,06	70	100	0,70	0,042
3. Ремонтнопригодность	0,08	75	100	0,75	0,06
4. Энергоэкономичность	0,13	85	100	0,85	0,1105
5. Надежность	0,1	95	100	0,95	0,102
6. Безопасность	0,12	85	100	0,85	0,048
7. Простота эксплуатации	0,05	60	100	0,60	0,03
8. Материалоёмкость	0,08	75	100	0,75	0,06
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,06	70	100	0,70	0,042
10. Уровень проникновения на рынок	0,03	45	100	0,45	0,0135
11. Цена	0,06	80	100	0,80	0,048
12. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	60	100	0,60	0,06
13. Послепродажное обслуживание	0,02	60	100	0,60	0,012
14. наличие финансирования	0,05	70	100	0,70	0,035
Итого	1	995	1400	9,95	0,702

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} – позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} – получилось от 100

до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 0,702$$

Данное значение лежит в интервале от 0,6 до 0,8, следовательно, перспективность разработки проекта модернизации – выше среднего уровня.

4.4 SWOT-анализ

Для получения четкой оценки проекта и его перспектив необходимо провести SWOT-анализ. SWOT-анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз, исходящих из ближайшего окружения (внешней среды).

Результаты SWOT-анализа представлять в табличной форме (таблица 4).

Таблица 4 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Повышенная надежность;</p> <p>С2. сохранение физико-химических свойств масла;</p> <p>С3. Безопасность эксплуатации;</p> <p>С4. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Сложность конструкции;</p> <p>Сл2. Повышение расходов на электроэнергию;</p> <p>Сл3. Отсутствие возможности проверки результатов исследования;</p> <p>Сл4. Большой срок поставок.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Появление дополнительного</p>	<p>Сильные стороны и возможности:</p> <p>В4С1С2С3 - сотрудничество с предприятием, эксплуатирующим компрессорную установку,</p>	<p>Слабые стороны и возможности:</p> <p>В4Сл1Сл2Сл4 - предприятие, эксплуатирующее компрессорную установку, может не заинтересоваться в</p>

<p>спроса;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p> <p>В4. Сотрудничество с предприятиями, использующими компрессорные установки.</p>	<p>предполагает практическое свидетельство или же опровержение итоговых расчетов, более основательное изучение увеличения надёжности и производительности систем охлаждения;</p> <p>В1С4 – внедрение инноваторской инфраструктуры ТПУ для проведения научного изучения подразумевает способности для реализации экономного финансирования с вовлечением квалифицированного персонала.</p>	<p>модернизации, так как повышение расходов на электроэнергию и сложность конструкции и большой срок поставки.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства;</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства;</p> <p>У3. Недостаточная точность расчётов, по причине упрощении при их проведении.</p>	<p>Сильные стороны и угрозы:</p> <p>У2С1С2. - Исследования конкурентов могут обладать более точными сведениям и позволяют эффективнее модернизировать систему</p>	<p>Слабые стороны и угрозы:</p> <p>У2Сл1Сл2Сл3 - конкурентные исследования могут быть более точными и менее затратными и обладать низкой сложностью модернизации</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках исследовательского проекта.

4.5 Планирование управления исследовательским проектом

4.5.1 План проекта

Формируется рабочая группа для выполнения проекта, в ее состав входят научный руководитель и исполнитель (бакалавр). Составлен перечень этапов, работ и распределены исполнители по видам работ. Содержание, этапы и распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Бакалавр
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение литературы по теме	Бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Бакалавр
Теоретические и расчетные исследования	5	Поиск необходимых технических решений для модернизации компрессорной установки	Бакалавр
	6	Проведение расчет системы уплотнения	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Бакалавр
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Бакалавр

4.5.2. Определения трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.5.3. Разработка графика проведения исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} , \quad (3)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} , \quad (4)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году; ($T_{кал} = 366$);

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году; ($T_{вых} = 104$);

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году. ($T_{пр} = 15$);

$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,48.$$

Все рассчитанные значения приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел.-дни.	t_{max} , чел.-дни.	$t_{ожг}$, чел.-дни.			
Составление и утверждение технического задания	1	3	2	Руководитель, Бакалавр	2	2
Подбор и изучение литературы по теме	13	19	16	Бакалавр	16	19
Выбор направления исследований	5	10	7	Бакалавр	7	10
Календарное	1	2	1	Руководитель,	1	1

планирование работ по теме				Бакалавр		
Поиск необходимых технических решений	11	19	15	Бакалавр	15	21
Проведение расчетов	25	33	29	Бакалавр	29	33
Оценка результатов исследования	4	7	5	Руководитель, Бакалавр	5	7
Оформления отчета	3	5	4	Бакалавр	4	5

На основании таблицы 6 построим диаграмму Ганта (таблица 7), представляющую из себя ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 7 – Календарный план-график проведения работ по теме

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.			Март			апрель			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление ТЗ	Руководитель, Бакалавр	2	■												
2	Изучение литературы	Бакалавр	16	▨	▨	▨										
3	Выбор напр. исслед.	Бакалавр	7			▨										
4	Календар. план.	Руководитель, Бакалавр	1				■									
5	Поиск тех. решений	Бакалавр	15				▨	▨	▨							
6	Провед. теор. расч.	Бакалавр	29						▨	▨	▨	▨				
7	Оценка результатов	Руководитель, Бакалавр	5										▨	■		
8	Офор.	Бакалавр	4											▨		

отчетов															
	Бакалавр		Руководитель												

4.5.4 Бюджет проекта

При планировании бюджета проводимого исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета проводимого исследования используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для выполняемых работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи.

4.5.5. Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование затрат	Единица измерений	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага А4	уп.	1	250	250
Ручка шариковая	шт.	2	40	80
Карандаш	шт.	2	15	30
USB-флэш-накопитель	шт.	1	450	450
Итого:				810

4.5.6. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы.

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для руководителя (старшего преподавателя) – 26050 руб., для исполнителя (студента) – 12130 руб. Расчет основной заработной платы сводим в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	26050	1,3	33865	1361,41	8	10 891
Бакалавр	12130	1,3	15769	937,13	71	66 536

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

где $Z_{осн}$, $Z_{доп}$ – основная и дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 6);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб.дн. (таблица 10).

Таблица 10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
-----------------------------	--------------	-------------

Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней –выходные дни –праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени –отпуск –невыходы по болезни	62	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	175

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10–15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (9)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб; $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; $Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 11 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 11 – Заработная плата исполнителей

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	10 891	66 536
Дополнительная зарплата	1633,65	9980,4
Итого по статье $C_{зп}$	12524,65	76516,4

4.5.7 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений по внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{дол}), \quad (10)$$

где $k_{внеб} = 30,2\%$ коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Исполнитель
Зарплата	12524,65	76516,4
Отчисления во внебюджетные фонды	3782,44	23107,95

4.5.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр},$$

(11)

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%).

$$Z_{накл} = 115931,44 \cdot 0,16 = 18549,03$$

4.5.9. Формирование бюджета затрат исследовательского проекта.

Рассчитанная величина затрат исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
---------------------	-------------

	Исп. 1
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	77427
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11614,05
3. Отчисления во внебюджетные фонды	26890,39
4. Материальные затраты	810
5. Накладные расходы	18549,03
Итого:	135290,47

В разделе планирования исследовательской работы была составлена структура данной работы, проведен анализ трудоёмкости выполняемых работ, составлен план проведения работы, был рассчитан необходимый бюджет для выполнения исследовательской работы, так же рассчитана заработная плата и сумма отчисления во внебюджетные фонды.

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения исследования (таблица 14). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\phi_{\rho i}}{\phi_{\text{max}}},$$

(12)

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; $\phi_{\rho i}$ – стоимость i -го варианта исполнения; ϕ_{max} – максимальная стоимость исполнения исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{135290,47}{135290,47} = 1;$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{\rho i} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где $I_{\rho i}$ – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 15–Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда	0,20	4	4	5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	3	4	4
3. Помехоустойчивость	0,10	5	3	3

4. Энергосбережение	0,15	4	4	4
5. Надежность	0,25	5	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	4
ИТОГО:	1	25	22	19

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,2$$

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,75$$

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 3,85$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_p}{I_{фин}^{испi}} = \frac{4,2}{1} = 4,2$$

$$I_{исп2} = \frac{I_p}{I_{фин}^{испi}} = \frac{3,75}{1} = 3,75$$

$$I_{исп3} = \frac{I_p}{I_{фин}^{испi}} = \frac{3,85}{1} = 3,85$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,2}{3,75} = 1,12$$

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп2}} = \frac{3,75}{3,75} = 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп3}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{3,85}{3,75} = 1,03$$

Таблица 16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,75	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	4,2	3,75	3,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,12	1	1,03

4.7 Вывод по разделу:

В результате выполнения данной работы был составлен календарный план проекта, на его основании была построена диаграмма Ганта, определен бюджет проекта. Анализируя показатели ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности, рационально для проведения исследования было выбрать исполнения 1, компрессорная установка с отдельной системой впрыска и смазки, тк ее достаточно для выполнения задач и, по сравнению с вариантом с дополнительным маслонасосом, лучшая надёжность и более безопасная эксплуатация установки.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ. Также был посчитан бюджет равный 135290,47 руб.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

Повышение надёжности работы участка комплексной подготовки газа путём модернизации оборудования	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: компрессорная установка ТАКАТ55.2,7-14 М4 ХЛ 1 Область применения: компрессорные станции
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	1. Трудовой кодекс РФ; 2. ГОСТ 12.2.032-78; 3. ГОСТ Р 50923-96; 4. ГОСТ 22269-76; 5. ГОСТ 21958-76.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Повышенная концентрация паров углеводородов масел; 2. Повышенный уровень шума; 3. Повышенный уровень вибрации; 4. Недостаточная освещённость; 5. Отклонение показателей микроклимата.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: выброс газа; Гидросфера: производственные стоки; Литосфера: загрязнение почвы твёрдыми отходами.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	1. Прекращение подачи электроэнергии; 2. Разгерметизация системы; 3. Пожар; 4. Разрушение коммуникаций и аппаратов. Наиболее типичная ЧС: Прекращение подачи электроэнергии

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		29.02.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Е	Малуша Илья Владимирович		29.02.20

5. Социальная ответственность

В обязанности машиниста входит обслуживание отдельных технологических компрессоров, щитов управления агрегатного уровня. Запуск и остановка технологических компрессоров, контроль за работой технологического оборудования, регулирование технологического режима работы компрессорных установок. Выявление и устранение неисправностей в работе компрессорных установок, ремонт компрессоров, их приводов, аппаратов, узлов газовых коммуникаций и вспомогательного оборудования цехов.

В качестве оборудования рассматривается компрессорная установка ТАКАТ55.2,7-14 М4 ХЛ 1 на компрессорных станциях районов Крайнего Севера.

При эксплуатации компрессорных установок представляет опасность высокое напряжение электрического тока, подаваемого на электродвигатели.

Ведущими взрывоопасными и пожароопасными, вредоносными вредными и ядовитыми препаратами, оказавшимися в производстве, считаются попутный нефтяной газ, углеводородный конденсат, химические реагенты, которые предполагают угроза для обслуживающего персонала, населения и находящейся вокруг среды.

Даже не большие ошибки персонала несут за собой большую угрозу в момент пуска и остановке оборудования, ведении ремонтных и профилактических дел, связанных с неуравновешенными переходными режимами, с освобождением и наполнением оснащения небезопасными препаратами. В случае неверных поступков обслуживающего персонала есть вероятность травматизма персонала, разгерметизации системы и появления трагедии.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Машинист технологических компрессоров в основном работает вахтовым методом на нефтегазовых месторождениях

Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом, и регулирования труда лиц, работающих в районах крайнего Севера и приравненных к ним местностях указаны в главах 47 и 50 "Трудовой кодекс Российской Федерации".

Рабочая смена машиниста технологических компрессоров длится 12 часов, так как необходим постоянный контроль за состоянием нефтегазового оборудования.

В соответствии со статьей 184 ТК РФ вследствие несчастного случая на производстве, повлекшие за собой ущерб здоровью или смерть работника, работнику или семье выплачивается компенсации.

В соответствии со статьей 212 ТК РФ обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя, он обязан обеспечить безопасность начиная с безопасности работников при эксплуатации зданий, заканчивая проведением специальной оценки условий труда.

В соответствии со статьей 215 ТК РФ средства индивидуальной и коллективной защиты работников, производственное оборудование и технологические процессы должны соответствовать государственным нормативным требованиям охраны труда и иметь декларацию о соответствии или сертификат соответствия.

В соответствии со статьей 221 ТК РФ работникам, связанных с опасными и вредными условиями труда, выдаётся специализированная одежда и средства индивидуальной защиты, прошедшие обязательную сертификацию.

Машинист технологических компрессоров взаимодействует с нефтегазовым оборудованием, которое обязано отвечать требованиям надёжности и безопасности. Для того, чтобы обеспечить устранение опасных факторов до необходимых значений, конструкция нефтегазового оборудования должна содержать защитные механизмы.

Рабочее место машиниста, а также компоновка рабочей зоны исследователя в положении сидя должны соответствовать требованиям ГОСТ

12.2.032-78. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место работника с дисплеем должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя. Оно должно соответствовать требованиям к производственной среде: уровню освещённости, шума, микроклимата – согласно ГОСТ Р 50923-96 и ГОСТ 22269-76.

Органы управления должны быть сгруппированы и располагаться в зоне лёгкой досягаемости.

В соответствии с ГОСТ 21958-76 Машинист при выполнении своих обязанностей должен знать и выполнять такие требования безопасности как:

- требования настоящей инструкции и других инструкций по охране труда по видам работ;
- инструкции по безопасной эксплуатации, ремонту технологического оборудования;
- методы оказания доврачебной помощи пострадавшим;
- характеристики опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте;
- порядок оповещения своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой нештатной ситуации (аварии, пожаре, инциденте), угрожающей жизни и здоровью людей;
- порядок действия по ПЛА;
- требования знаков и плакатов безопасности;
- местоположение аптечки.

Машинисту в целях безопасности запрещается:

- курить на рабочем месте, находиться на рабочем месте в состоянии алкогольного и наркотического опьянения (употреблять спиртные напитки и наркотические вещества);

- хранить продукты и принимать пищу на рабочем месте (за исключением специально оборудованных мест);
- оставлять без присмотра эксплуатируемое оборудование;
- без производственной необходимости или без разрешения руководителя не посещать другие объекты, рабочие места

5.2.Производственная безопасность

Для идентификации потенциальных опасных и вредных факторов используется ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Основные ОВПФ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Изготов- ление	Эксплу- атация	
Повышенная концентрация паров углеводородов	+	+	ГОСТ 12.1.007. 76
Повышенный уровень шума	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.556-96
Повышенный уровень вибрации	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ
Недостаточная освещённость	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96

5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Повышенная концентрация паров углеводородов масел. Масло марки ТП-22Б используется для смазки трущихся поверхностей нагнетателя, основной расход идет на подшипниковые узлы.

Турбинные нефтяные масла с присадками считаются малоопасными продуктами, при длительном воздействии малых доз развиваются нарушения различных систем организма.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007. Максимально допускаемая концентрация паров углеводородов масел в воздухе рабочей зоны 300 мг/м^3 . Предельно допустимая концентрация масляного тумана в воздухе 5 мг/м^3 .

Предполагаемыми средствами защиты являются: контроль за уровнем масла, установка систем обнаружения утечек масла, установка вытяжной вентиляции помещений, противогазы, перчатки.

Повышенный уровень шума. В результате основных исследований установлено, что шум рациональных и вибрация ухудшают условия труда, уменьшающих оказывают вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: стихийно затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, равносильно повышает утомляемость, приводит к изменениям напряженности в органах слуха и снижению внимания, ухудшается координация, снижается симпатическая реакция.

В зависимости от длительности и интенсивности шумового воздействия происходит снижение чувствительности органов слуха и временным или постоянным снижением порога слышимости.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 предельно допустимым уровнем шума на рабочих местах является 80 дБА.

Предполагаемыми средствами защиты являются: применение персоналом наушников.

Повышенный уровень вибраций. Для снижения вибрации в составе компрессорной установки предусматриваются депульсаторы на входе и на выходе каждой ступени компримирования.

Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к серьезным последствиям под названием «вибрационная болезнь». Это профессиональная патология, которая возникает в результате длительного влияния на организм человека производственной вибрации, превышающей предельно допустимый уровень (ПДУ). Болеют, как правило, мужчины среднего возраста. Вибрация может действовать как локально (например, на рабочие руки), так и на весь организм. Но в любом случае она способна к распространению, отражаясь на нервной и опорно-двигательной системе.

Предельно допустимый уровень вибрации на рабочих местах является 112 дБ локальная, 92 дБ общая для категории 3 «а» - согласно ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. К индивидуальным средствам защиты от вибрации должно относиться: специальные вибродемпфирующие перчатки, рукавицы, нагрудники, специальные костюмы, обувь.

Недостаточная освещённость. Безопасность на производстве в значительной мере зависит от освещения. Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму.

Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы. По СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Требуемая норма освещения 200 ЛК.

Для этого применяется совмещенное освещение: естественное и общее люминесцентное освещение. Для создания рациональных условий освещения

большое значение имеет тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения.

Допускаемыми способами защиты считаются: установка люминесцентных ламп, мачт освещения, использование портативных источников освещения.

Отклонение показателей микроклимата. В основе микроклимата лежат условия, при которых организм человека сохраняет нормальный тепловой баланс за счет определенных физиологических процессов, благодаря которому осуществляется терморегуляция, обеспечивающая сохранение постоянной температуры тела путем теплообмена с окружающей средой. Если нормы микроклимата не соблюдаются, снижается работоспособность человека, возрастает риск травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

Микроклимат производственного помещения характеризуется согласно СанПиН 2.2.4.548-96:

- температурой воздуха: - в холодный период года $t=19-21^{\circ}\text{C}$; - в тёплый период года $t=20-22^{\circ}\text{C}$;
- влажностью воздуха: - в холодный период года 60-40 %; в тёплый период года 60-40%;
- скоростью движения воздуха: - в холодный период года 0,2 м/с; в тёплый период года 0,2 м/с.

Предполагаемыми средствами защиты являются: специальная одежда для различных периодов года, обогрев и вентиляция помещений;

5.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

На КС должен быть составлен план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛА), утверждённый главным инженером предприятия. Для всех взрывопожароопасных производственных объектов должны быть разработаны мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий.

В ПМЛА, которые разрабатываются в соответствии с рекомендациями следует предусматривать:

- оперативные действия персонала по предотвращению и локализации аварий;
- способы и методы ликвидации аварий и их последствий;
- порядок действий по исключению (минимизации) возможности загораний и взрывов, снижения тяжести возможных последствий аварий;
- эвакуацию людей, не занятых ликвидацией аварии, за пределы опасной зоны.

ПМЛА вместе с необходимыми приложениями к ним должны находиться на рабочих местах, обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с ними под расписку. Знание ПМЛА проверяется во время учебных и тренировочных занятий с персоналом КС, проводимых по графику, утверждённому главным инженером предприятия.

Объект должен быть укомплектован инструкциями по эксплуатации оборудования, составленными изготовителем, инструкциями по промышленной безопасности и охране труда по профессиям и видам работ.

Инструкции, разработанные на предприятии, подлежат пересмотру:

- не реже 1 раза в 5 лет;
- при изменении технологического процесса и условий работы;
- при авариях, взрывах и несчастных случаях с тяжёлым исходом, произошедших на рабочих местах, на которые распространяются эти инструкции;
- при изменении руководящих документов, положенных в основу инструкции.

5.5. Экологическая безопасность

Защита селитебной зоны. В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 должны соблюдаться санитарные разрывы. Производство газов (нефтяного)

относится ко 2-му классу, для которого санитарно-защитная зона составляет 500м.

Защита атмосферы. Выбрасываемые в атмосферу газы представляют собой смесь продуктов сгорания с избыточным горением. Вобщем случае продукты сгорания могут содержать:

- продукты полного сгорания горючих компонентов топлива;
- компоненты неполного сгорания топлива;
- окислы азота;
- золовые частицы, образующиеся из негорючих минеральных примесей.

Выхлопные газы, загрязняя атмосферу, приводят к уменьшению потока солнечной энергии на поверхности земли к ухудшению видимости в результате поглощения и рассеивания света взвешенными частицами. Эти частицы представляют также серьёзную угрозу для здоровья человека – попадая в органы дыхания, они приводят к тяжёлым заболеваниям. Одной из возможностью уменьшить вред от выхлопных газов является улучшенная очистка газа от меха примесей и дополнительная осушка на стадии подготовки топливного газа. Это позволит сжигать более чистый газ, соответственно выхлопной газ на выходе будет тоже чище.

Защита гидросферы. Так как в компрессорной установке используются различные смазывающие жидкости, возможен не только их разлив, но и протечки охлаждающих жидкостей. Данные опасности предусмотрены производством и тщательно контролируются соответствующими подразделениями.

Защита литосферы. Работа компрессорной установки предполагает регулярное обслуживание. Замена материалов и приводит к образованию твердых отходов производства (технический мусор). Для утилизации отходов используют специальные полигоны.

5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В соответствии с положениями: Федерального закона «О промышленной безопасности» от 21.07.1997 г. №116-ФЗ, Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ, на компрессорной станции должен быть разработан ПМЛА. Остановка КС производится аварийно по плану ликвидации аварий в случае разгерметизации оборудования, прекращения подачи электроэнергии, сырья, воды, при пожаре, разрушении коммуникаций и аппаратов, а также в случае аварии на соседнем объекте, которая представляет угрозу для установки.

Наиболее вероятной ЧС прекращение подачи электроэнергии.

Останавливаются все агрегаты, имеющие электропривод: компрессоры, воздушные холодильники, задвижки с электроприводом, вентиляторы приточной и вытяжной вентиляции, выключается освещение внутри и снаружи технологических блоков.

Для предотвращения возможной аварии персонал компрессорной станции должен выполнить следующие действия согласно Плану мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий:

1. Старший смены оповещает о нештатной ситуации:

- руководство цеха: начальника цеха, зам. начальника цеха, начальника ГКС;
- пожарную часть;
- старших смен соседних объектов;
- дежурного электрика;
- медпункт (при наличии пострадавших).

2. Старший смены до прибытия начальника цеха руководит работами по локализации и ликвидации аварийной ситуации.

3. Перевести в положение «выключено» выключатели, кнопки компрессоров и насосов, воздушных холодильников, электродвигатели вентиляторов, калориферов.

4. Выяснить причину, и продолжительность отсутствия электроэнергии у диспетчера подстанции или у диспетчера электросетей (дежурный электрик).

5. Давление из системы сбросить на факел открыв вручную определенные задвижки.

6. Включить в работу дизельную электростанцию, обеспечить аварийное питание приборов КИПиА, в машинном зале обеспечить работу насосов, котельной и артезианской скважины (дежурный электрик).

5.7. Выводы по разделу

В разделе социальная ответственность были рассмотрены нормы трудового законодательства для лиц, работающих на компрессорных установках. Изучены опасные и вредные производственные факторы, а также способы их устранения. Были проанализированы факторы влияния на экологию. Так же рассмотрены возможные ситуации на КУ, и способы их устранения и минимизации рисков возникновения ЧС.

Заключение

Винтовые компрессоры широко распространены во многих областях промышленности. Такие агрегаты являются сложным оборудованием, для которого требуется строгое соблюдение технологических параметров, а их нарушение приводит к критическим последствиям. Одним из основных условий надежной работы винтового компрессора является исправное состояние системы смазки.

В ходе данной выпускной квалификационной работы по повышению надежности работы компрессорной установки ТАКАТ 55.2,7-14 М4 ХЛ1 путем модернизации системы смазки и впрыска были достигнуты следующие результаты:

- Подробно изучена одноконтурная система впрыска и смазки винтового компрессора;
- Представлено техническое предложение по повышению надежности, заключающаяся в том, чтобы использовать двухконтурную систему впрыска и смазки;
- Был выполнен расчет и произведен подбор необходимого оборудования

Список литературы

1. Калекин, В. С. Компрессорная техника в химической промышленности, состояние и перспективы // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2008. - №9, с. 23-26
2. Михайлов, А. К., Ворошилов В. П. Компрессорные машины. – Москва: Энергоатомиздат, 1898. – с. 228
3. Пат. 424990 СССР, МПК F16П29/04. Система смазки компрессора / заявитель и патентообладатель Агарев Е.М. - №1791426/24-6; заявил 01.06.72; опубликовал 25.04.74 – 2 с.
4. Пат. 581324 СССР, МПК F04П29/02. Система смазки винтового компрессора / заявитель и патентообладатель Канышев Г.А.- №2377914/25-0; заявил 29.06.76; опубликовал 25.11.77– 2 с.
5. Пат. 1605026 СССР, МПК F04П29/02. Система смазки винтового компрессора / заявитель и патентообладатель Лобода В.В.- № 4462667/25-29; заявил 18.07.88; опубликовал 07.11.90– 3 с.
6. Насос и компрессоры [Электронный ресурс]. URL: <http://ifreestore.net/3301/#1>
7. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
9. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
11. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату
12. ГОСТ 13825-80. Гидроприводы объемные и смазочные системы. Номинальные расходы жидкости.

13.ГОСТ 12445-80. Гидроприводы объемные, пневмоприводы и смазочные системы. Номинальные давления.

14. Юдин, Е. М. Шестеренные насосы. Основные параметры их расчета/ Е.М. Юдин - Москва: Машиностроение. – 1981. – 238 с.