

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Кафедра теоретической и прикладной механики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

Системы смазки и охлаждения поршневых компрессоров

УДК 621.512-71-72

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Жабенцов Александр Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Л.А.	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антонова И.С.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Невский Е.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПМ	Пашков Е.Н.	к.т.н.		

Томск-2017 г.

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Уровень образования: бакалавриат
Кафедра теоретической и прикладной механики
Период выполнения: (весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2017
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.05.2017	<i>Теоретическая часть работы</i>	50
15.05.2017	<i>Выполнение расчетной части работы</i>	40
25.05.2017	<i>Устранение недочетов в работе</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Л.А.	д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПМ	Пашков Е.Н.	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Общекультурные компетенции		
Р1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук для обеспечения полноценной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10)1, Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК -13; ОК-14, ОК-15), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2, п. 5.2.8 , п. 5.2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК -5; ОК -6; ОК -8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, уметь проявлять личную ответственность	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на нефтегазовых производствах	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12; п. 5.2.14, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, нефтегазового комплекса и в отраслевых научных организациях	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р7	Умение использовать методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в нефтегазовой отрасли, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26) , Критерий 5 АИОР (п. 5.2.5; п. 5.2.7; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7, п. 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (п.5.2.4, п. 5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий нефтегазового производства	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (п.5.2.3; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК- 22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

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

Институт природных ресурсов
Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Кафедра теоретической и прикладной механики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4Е31	Жабенцов Александр Андреевич

Тема работы:

Системы смазки и охлаждения поршневых компрессоров	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.03.2017 №2305/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2017
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ: Исходные данные к работе	Объект исследования – поршневой компрессор компании Ariel JGZ- 6/3. Частота вращения: 1000 об/мин. Нагрузка на подшипник: 994 кгс. Температура масла на входе в подшипник: 55 °С. Температура масла на выходе из подшипника: 77°С. Диаметр вала: 0,214 м.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Аналитический анализ литературы о существующих системах смазки поршневых компрессоров. 2. Основные теоретические положения о строении и принципе работы компрессорной установки, поршневого компрессора корпорации Agiel. Проанализировать и изучить системы смазки данного компрессора. Выявить проблемы и предложить варианты их решений. 3. Произвести расчет смазки подшипника. 4. Финансовый менеджмент. 5. Социальная ответственность. 6. Выводы по работе
Перечень графического материала	-
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Антонова И.С., доцент, к.э.н.
Социальная ответственность	Невский Е.В., ассистент.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат (английский язык)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Саруев Л.А.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Жабенцов Александр Андреевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 86 с., 25 рис., 20 табл., 18 источников.

Ключевые слова: газокompрессорная станция, поршневой компрессор, система смазки базы, лубрикаторная система смазки, распределительный блок.

Объектом исследования является поршневой компрессор корпорации Ariel JGZ-6/3 газокompрессорной станции ОАО «Томскгазпром».

Цель работы – изучение и анализ систем смазки поршневого компрессора корпорации Ariel JGZ-6/3, компонентов данных системы, выявление возможных проблем и пути их устранения.

Задачи:

-изучение и анализ литературы о системах смазки применяемых на поршневых компрессорах;

-изучение технологии и компонентов систем смазки рассматриваемой модели компрессора Ariel JGZ-6/3;

-выявление проблем и возможных решений.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены основные теоретические положения о строении и принципе работы компрессорной установки и поршневого компрессора корпорации «Ariel». Проанализированы и изучены системы смазки компрессора. Выявлена проблема лубрикаторной смазки, предложен вариант ее решения.

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 12.0.004-90 «Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения»

ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности»

ГОСТ 12.1.018-9 «Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования»

ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация»

ГОСТ 12.2.062-81 «Оборудование производственное. Ограждения защитные»

ГОСТ 26568-85 «Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация»

ПБ 12-368-00 «Правила безопасности в газовом хозяйстве»

СанПиН 2.1.7.722-98 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов»

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

Оглавление

Введение.....	10
1 Общая информация о поршневых компрессорах.....	11
1.1 Назначение смазки и типы систем смазок.....	14
2 Поршневой компрессор Ariel JGZ-6/3.....	17
2.1 Смазка компрессора.	20
2.2 Лубрикаторная система смазки.....	20
2.3 Система смазка базы.....	31
3 Расчеты и аналитика.....	38
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	46
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.....	48
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	56
4.3 Определение ресурсоэффективности проекта	69
5. Социальная ответственность.....	71
5.1 Описание рабочего места на предмет возникновения опасных и вредных факторов, а также негативного воздействия на окружающую среду.....	74
5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной сред.....	76
5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной сред.....	77
5.4 Охрана окружающей среды.....	78
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	80
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	81
Заключение.....	84
Список использованных источников.....	85

Введение

Газовая промышленность является одним из важнейших элементов российской экономики. Россия является одним из мировых лидеров по количеству разведанных запасов углеводородов и обеспечивает более 22% мирового производства и обеспечивает около 26% всех международных поставок.

В настоящий период времени большое внимание уделяется проблеме использования попутного нефтяного газа, т.к. Россия занимает ведущие позиции в мире по объемам его сжигания. Сжигание газа наносит ущерб окружающей среде, вред здоровью населения, а также экономике страны - ценное химическое сырье и энергетический ресурс не находит своего верного применения.

Решением данной проблемы является строительство на месторождении газокomppressorных станций, они компримируют газ, после чего он отправляется в магистральный трубопровод и находит свое применение на предприятиях, электростанциях и т.д.

В России активно растет количество газокomppressorных станций с применением поршневых компрессоров «Ariel». Поршневые компрессоры данной корпорации в отличие от известных поршневых компрессоров компаний Dresser Rand, Cameron AJAX имеют большую номенклатуру продукции в широком диапазоне мощностей от 35 кВт до 8000 кВт и производятся под любые заданные условия заказчика.

Во время проектирования новых компрессоров, огромное внимание уделяется надежности, мощности, экономичности данных компрессоров. Правильная система смазки повысит надежность, а также устранил риск возможных поломок и аварий.

Целью данной работы является изучение и анализ систем смазки поршневого компрессора корпорации «Ariel», компонентов данных системы, выявление возможных проблем и пути их устранения

1 Общая информация о поршневых компрессорах

Элементарный принцип сжатия и нагнетания газа начал использоваться человеком еще много сотен лет назад. Несмотря на то, что в настоящее время существует большое количество разновидностей компрессоров, сам принцип сжатия в них не изменился. Разнообразие компрессорного оборудования достигается за счет различного конструктивного исполнения. Усовершенствование техники и создание новых технологий потребовало специальных условий сжатия газа и определенных его характеристик на выходе, а затем возникла необходимость работы с взрывоопасными и токсичными газами.

Компрессор – это промышленный агрегат, используемый для сжатия и подачи различных газов под давлением. Компрессоры широко используются в различных технологических процессах практически во всех отраслях производства. На сегодняшний день все больше сфер, где он применяется: это тяжелое машиностроение, различные добывающие отрасли, химическая, газовая, металлургическая, нефтехимическая и другие отрасли [18].

Основное различие всех компрессоров - различный принцип нагнетания газа, в связи с этим выделяют два типа:

1. Объемные компрессоры.
2. Динамические компрессоры.

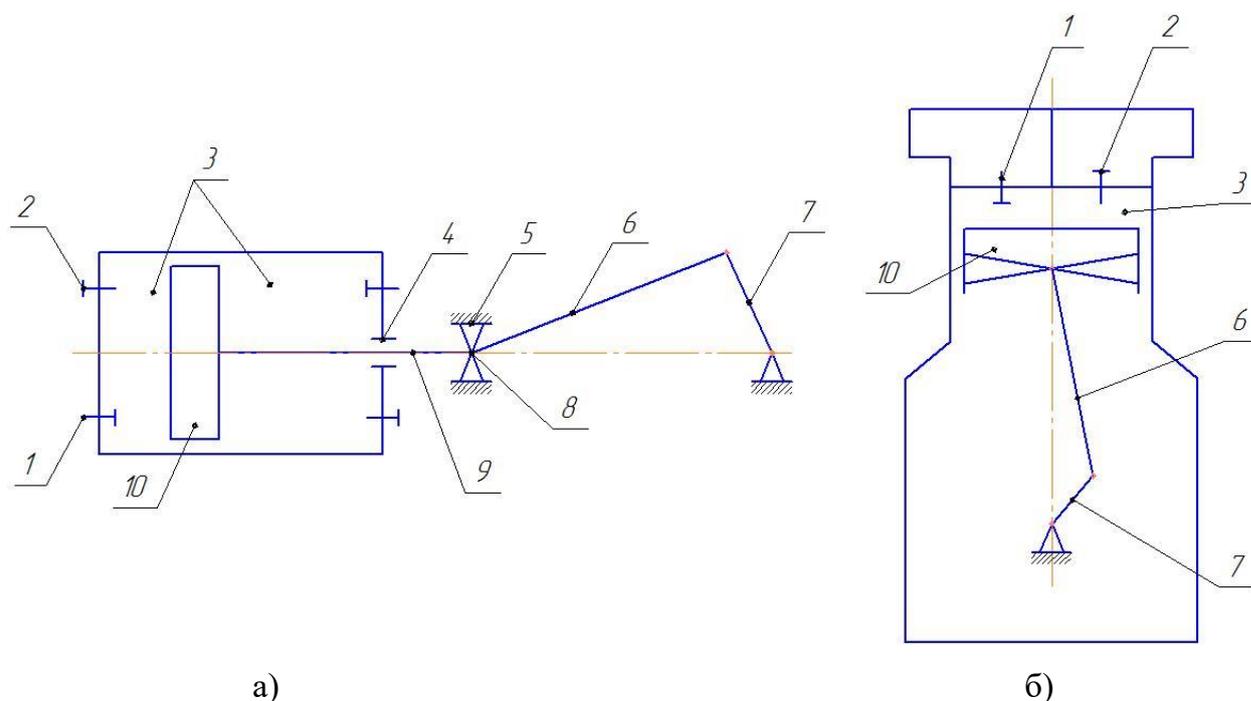
Объемные компрессоры повышают давление путём уменьшения замкнутого объёма, содержащего определённое количество газа, т.е. определённое количество молекул газа. Уменьшение замкнутой полости сопровождается увеличением концентрации молекул в единице объёма. При увеличении числа молекул в единице объёма возрастает число соударений молекул, приходящихся на единицу площади поверхности стенки, т.е. увеличивается давление газа [12].

Наиболее типичным представителем объёмных компрессоров является поршневой. Поршневые компрессоры широко распространены и

отличаются от компрессоров других типов высокой экономичностью, простотой конструкции, обслуживания и ремонта, большой надёжностью.

Поршневым компрессором называется компрессор объёмного действия, в которых изменение объёма рабочей полости осуществляется поршнем, совершающим прямолинейное возвратно-поступательное движение. Превращение вращательного движения вала приводного двигателя в прямолинейное возвратно - поступательное движение поршня осуществляется чаще всего кривошипно-шатунным механизмом [13].

Компрессоры с кривошипно-шатунным механизмом делят на крейцкопфные и бескрейцкопфные.



а)

б)

а – крейцкопфный; б – бескрейцкопфный

Рисунок 1 - Крейцкопфные и бескрейцкопфные компрессоры:

1 – всасывающий клапан; 2 – нагнетательный клапан; 3 – рабочие полости цилиндра; 4 – уплотнение штока; 5 – направляющая крейцкопфа; 6 – шатун; 7 – кривошип (коленчатый вал); 8 – крейцкопф; 9 – шток; 10 – поршень.

Крейцкопфные компрессоры имеют большие потери на трение, но в отличие от бескрейцкопфных они могут быть двухстороннего действия. Основные преимущества бескрейцкопфных компрессоров - малая масса и

габаритные размеры, область их применения - это интервал мощности 40...50 кВт. Более крупные многоступенчатые компрессоры, сжимающих газ до высокого давления целесообразно выполнять крещкопфными.

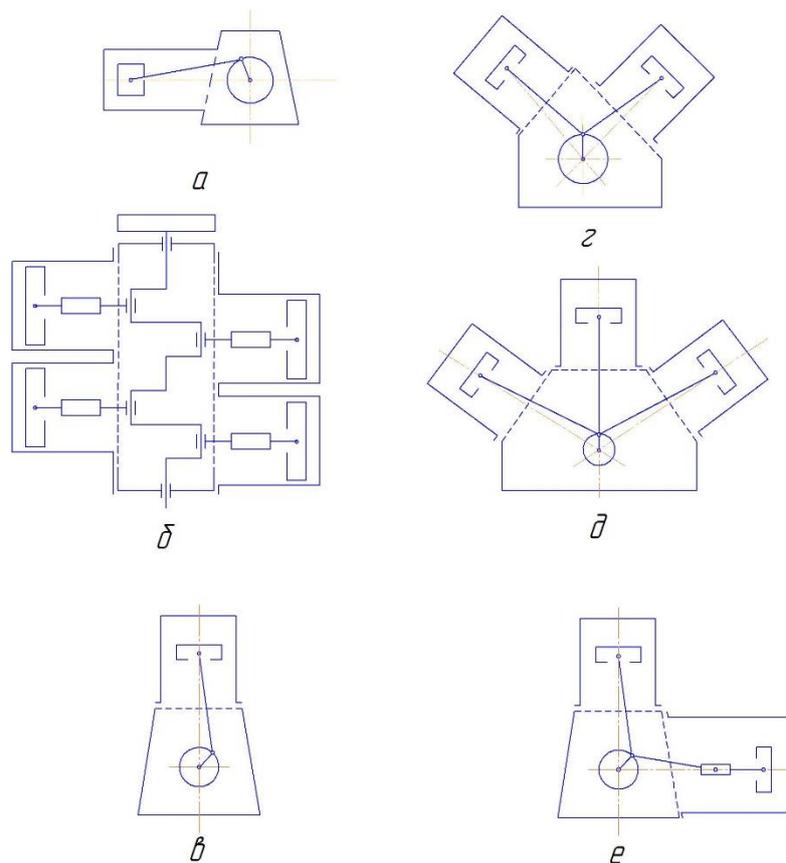
Поршневые компрессоры также различаются по расположению осей цилиндров в пространстве - на вертикальные, горизонтальные и угловые.

К вертикальным относятся машины с цилиндрами, расположенными вертикально.

При горизонтальном расположении цилиндры могут быть размещены по одну сторону коленчатого вала, такие компрессоры называются горизонтальными с односторонним расположением цилиндров; либо по обе стороны вала - с горизонтальным или двухсторонним расположением цилиндров [15].

К угловым компрессорам относятся машины с наклонными цилиндрами, установленными V-образно и W-образно, поэтому компрессоры соответственно называются V- и W-образными.

Прогрессивным в развитии поршневых компрессоров явился переход на оппозитное исполнение компрессоров крупной и средней производительности. Оппозитные компрессоры, представляющие собой горизонтальные машины с встречным движением поршней и расположением цилиндров по обе стороны вала, отличаются высокой динамической уравновешенностью, меньшим габаритами и массой. Благодаря своим преимуществам оппозитные компрессоры практически полностью вытеснили традиционный тип крупного горизонтального компрессора [13].



а - горизонтальный; б - оппозитный; в - вертикальный; г - V-образный;
 д - W - образный; е - L - образный

Рисунок 2 - Схемы поршневых компрессоров

Все поршневые компрессоры независимо от принципа действия имеют определённое количество трущихся механизмов движения, которые должны смазываться, поэтому система смазки заслуживает большого внимания при проектировании новых компрессоров.

1.1 Назначение смазки и типы систем смазок

Для нормальной работы компрессора его узлы трения должны смазываться. Смазка выполняет в компрессоре, как минимум, шесть функций:

1. Снижение трения. Смазка уменьшает трение между трущимися деталями. Смазка позволяет деталям скользить на пленке масла, а не по самой поверхности другой детали.

2. Уменьшение износа. Достаточный масляный слой минимизирует контакт между скользящими деталями, что увеличивает долговечность и снижает износ и расходы на эксплуатацию.

3. Охлаждение. Смазка охлаждает трущиеся детали, что способствует поддержанию рабочих зазоров, увеличению срока службы масла и удалению тепла из системы.

4. Предотвращение коррозии. Снижает коррозию, что приводит к снижению трения, тепловыделения и износа деталей. Этот эффект достигается больше за счет присадок, а не базового масла.

5. Герметизация и уменьшение накопления загрязнений. Жидкая смазка заполняет небольшие зазоры и улучшает герметичность поршневых и сальниковых колец, а также смывает загрязнения с подвижных деталей.

6. Амортизация ударов. Смазочное масло уменьшает ударные нагрузки - гасит удары, что снижает шум и вибрацию и повышает долговечность деталей.

Для повышения надежной работы поршневых компрессоров необходимо использовать соответствующий смазочный материал, а также устанавливать необходимые нормы подачи смазочного материала в цилиндры и сальники. На срок службы компрессорных клапанов, поршневых колец, сальников значительно влияют тип и количество используемых смазочных материалов.

Недостаточная смазка может привести к преждевременному износу быстроизнашивающихся деталей цилиндров поршневых компрессоров.

В ПК существуют две самостоятельные системы смазки:

1. Цилиндров и сальников штоков.
2. Узлов трения механизмов движения.

Смазка цилиндров и сальников

При данном способе используются три способа смазывания цилиндров:

1. Разбрызгиванием масла из картера.
2. Вводом распыленного масла в струю всасываемого газа.
3. Лубрикаторный способ смазки - подачей масла под давлением непосредственно на рабочую поверхность цилиндра.

Смазывание цилиндров разбрызгиванием масла из картера применяют в компрессорах бескрейцкопфного типа. Масло захватывается из картера противовесами коленчатого вала и разбрызгивается по поверхности цилиндра, открываемой поршнем. При следующих оборотах вала масло увлекается поршнем и наносится на остальную часть рабочей поверхности цилиндра.

Ввод распыленного масла в струю всасываемого газа используют в многоступенчатых компрессорах бескрейцкопфного типа для смазывания цилиндров высокого давления, которые не примыкают к картеру. С этой целью часть газа засасывается в цилиндры через полость картера, которая во время работы компрессора постоянно заполнена масляным туманом. При этом способе смазывания не все распыленное в газе масло попадает на рабочую поверхность цилиндров. Кроме того, тесный контакт с некоторыми газами снижает качество масла[4].

Самый совершенный и распространенный способ – лубрикаторная смазка. Все компрессора высокого давления, а также средней и большой производительности низкого давления имеют данный способ смазки. В горизонтальных компрессорах масло в цилиндры подводится в верхней точке, а при большом диаметре цилиндра делают два боковых ввода. Количество вводов зависит от размеров цилиндра, это объясняется тем, что нельзя увеличить подачу лубрикатора и оставить один ввод масла в верхней точке, так как большой объем масла выведет из строя клапана цилиндров.

Смазка механизмов движения

Коренные подшипники, подшипники шатунов и узел крейцкопфа т.е. узлы, не работающие в контакте с сжатыми и нагретыми газами, имеют обычно отдельную систему смазки, т.к. в системе смазки цилиндров и сальников необходимо большое давление, чтобы задавить масло в цилиндр.

Наиболее распространённый и используемый вид смазки – это циркуляционное принудительное смазывание механизма движения по замкнутому циклу, с помощью насоса, который вращается от коленчатого вала компрессора.

2 Поршневой компрессор Ariel JGZ-6/3

Ariel Corporation - крупнейший в мире производитель поршневых компрессоров. Компания основана в 1966 году и в последнее десятилетие компрессоры Ариэль занимают более 60% мирового рынка поршневых компрессоров.

Преимущества компрессоров «Ariel» по сравнению с конкурентами:

- отсутствие водяного охлаждения;
- удобство обслуживания;
- возможность сжатия газов с высоким содержанием сероводорода;
- жесткая рама;
- высокопрочные болтовые соединения.

«Ariel» выпускает поршневые компрессоры с различной мощностью, количеством рядов, давлением всасывания и нагнетания и т.д. Серии баз от маломощных - JGM, JGP (63 кВт) до высокомоощных - KBV, KBV (8000 кВт.).

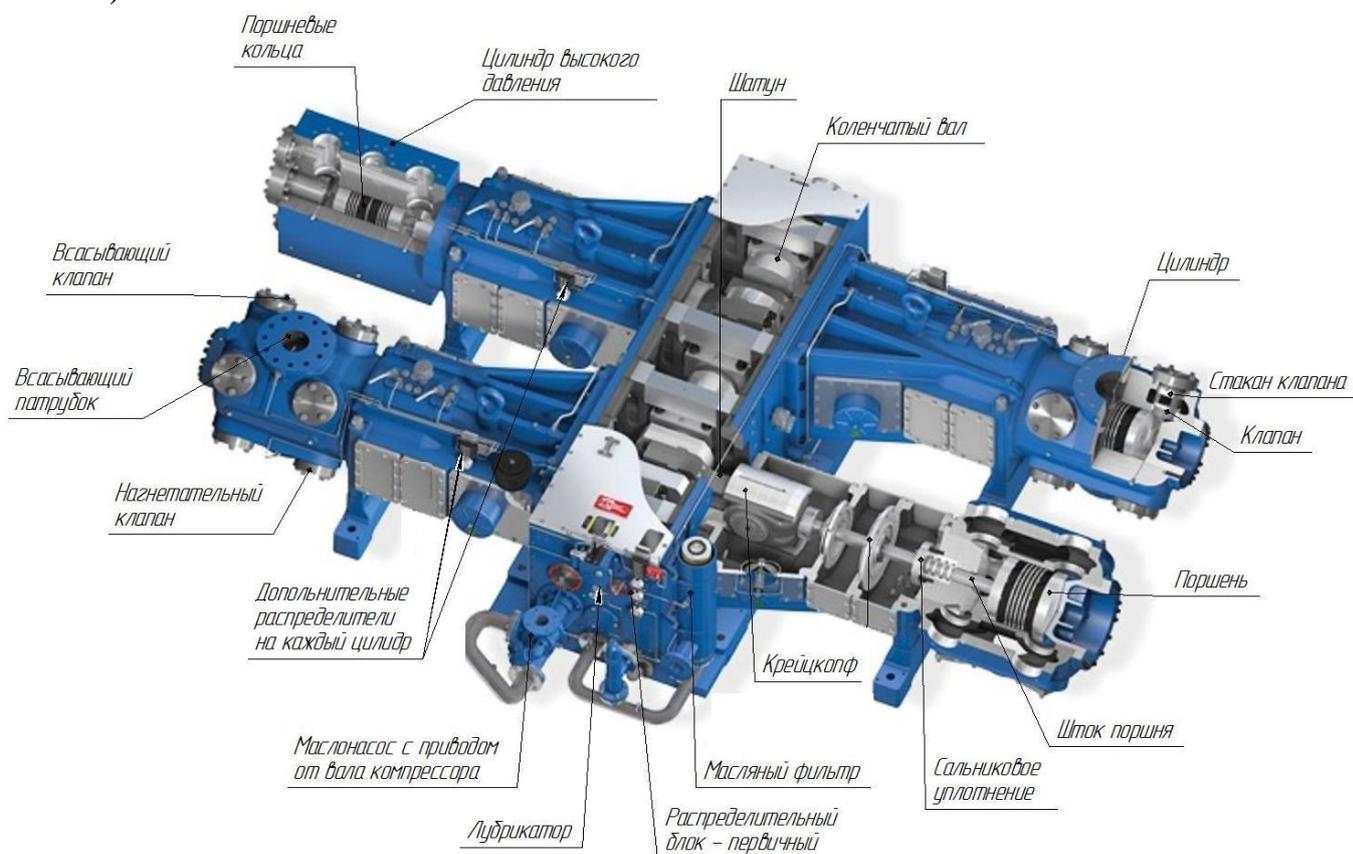


Рисунок 3 - Поршневой компрессор «Ariel»

В данной работе, будет рассмотрен ПК серии JGZ, модель JGZ-6/3 – шести рядный поршневой компрессор двойного действия с оппозитным расположением поршней с тремя ступенями сжатия. Основные технические данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические данные.

Частота вращения, мин ⁻¹	500 до 1000
Число рядов	6
Ход поршня, мм	171
Скорость поршня, м/с	5,72
Мощность, л. с. (кВт)	до 7800 (5816)
Давление нагнетания, кгс/см ²	до 99
Высота, м	0,61
Ширина, м	4,72
Длина, м	4,70
Емкость поддона, л	405
Масса с цилиндрами, кг	30 500
Диаметр штока, мм	73,03

Компрессор JGZ-6/3 входит в состав компрессорной установки газоконпрессорной станции Казанского нефтегазоконденсатного месторождения ОАО «Томскгазпром». Газоконпрессорная станция предназначена для сжатия попутного нефтяного газа, поступающего от установки подготовки нефти, для дальнейшего его транспортирования по межпромысловому газопроводу. Компрессорная установка представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Состав компрессорной установки

В состав КУ входят следующие основные блоки:

- Поршневой компрессор Ariel JGZ/6 с буферными емкостями всасывания и нагнетания - 1.
- Газопоршневой двигатель Caterpillar G3616 - 2.
- Входные сепараторы на каждую ступень сжатия 3, концевой сепаратор 4.
- Аппараты воздушного охлаждения.
- Запорная и регулирующая арматура

Технологические показатели компрессорной установки:

- Производительность: 27000 м³/час
- Давление газа на входе: 4-5 кгс/см²
- Давление газа на выходе: 90 кгс/см²
- Температура газа на входе: 4-20 °С
- Температура газа на выходе: 25-30 °С

2.1 Смазка компрессора

«Ariel» использует две разные системы смазки компрессора: система смазки механизмов движения - базы, которая работает при низком давлении (3,4 - 4,8 кгс/см²) и система смазки цилиндров и сальников - лубрикаторная, которая работает при высоком давлении (95 кгс/см²).

Система смазки базы - это система с принудительной циркуляцией масла, непрерывно подающая масло под давлением в подшипники коленвала, шатуны и крейцкопфы.

Лубрикаторная система смазки - это система небольшого объема, подающая небольшое количество масла под большим давлением через регулярные интервалы времени для смазки сальников и цилиндров.

2.2 Лубрикаторная система смазки

Использование необходимого типа и количества смазки в цилиндрах и сальниках непосредственно влияет на надежность и ресурс работы компрессора. Недостаток смазки, так же, как и ее избыток может привести к снижению ресурса компрессорного оборудования.

В большинстве случаев, в системах смазки базы и цилиндров и сальников может использоваться одно и тоже смазочное масло, однако в некоторых случаях масло должно быть разным.

Когда состав сжимаемого газа и рабочие условия позволяют применить в системе смазки базы и системе смазки цилиндров и сальников одинаковое масло, применяется лубрикаторная система, представленная на рисунке 5.

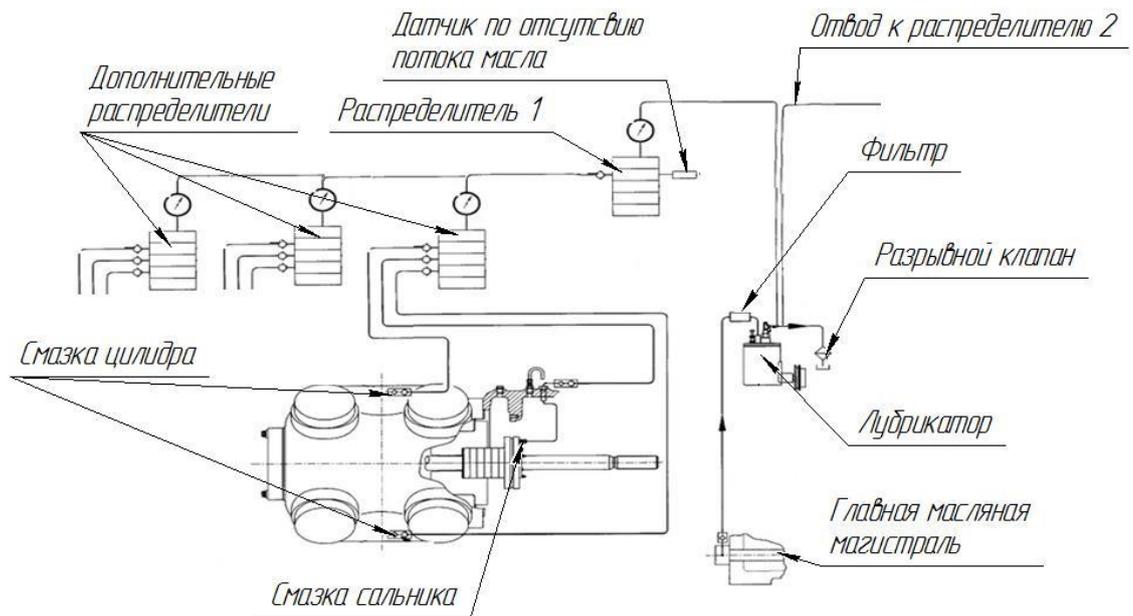


Рисунок 5 – Лубрикаторная система, совмещенная с общей подачей масла

Однако, когда состав сжимаемого газа и условия требуют применения в системе смазки цилиндров и сальников другого масла, не такого как в базе, то используется лубрикаторная система с отдельной подачей масла. Лубрикаторное масло подается под давлением с расположенной на высоте емкости. На рисунке 6 представлена данная система.

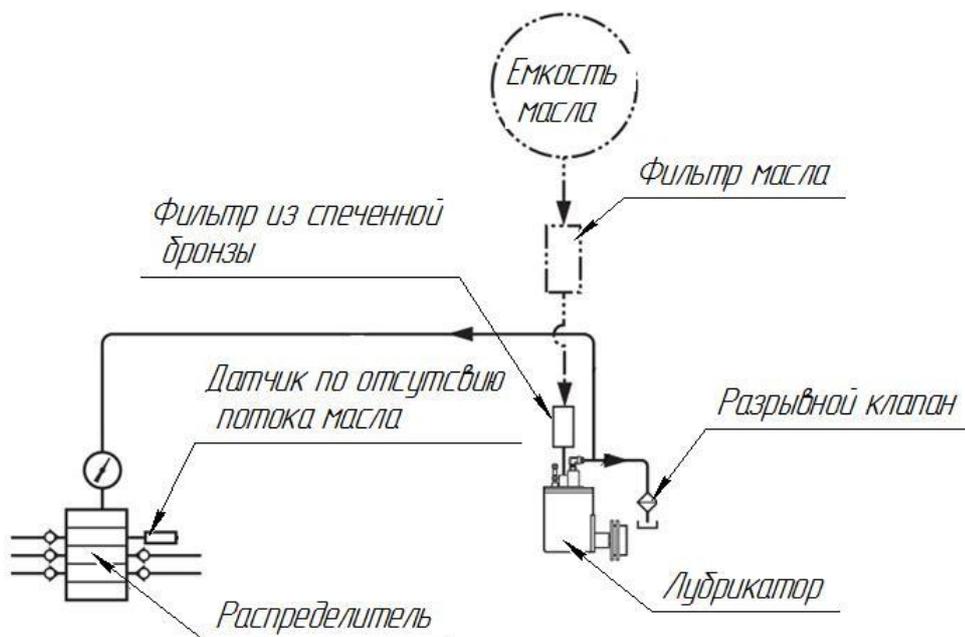


Рисунок 6 – Лубрикаторная система с раздельной подачей масла

Масло из основной масляной системы или из расположенного сверху расходного бака под давлением подается к фильтру на 150 микрон из спеченной бронзы (Рисунок 7) на стороне всасывания насоса лубрикатора. Из фильтра масло поступает к насосам в корпусе лубрикатора.



Рисунок 7 – Фильтр из спеченной бронзы.

Лубрикатор имеет собственную емкость для смазки своей червячной передачи и кулачка, которая не связана с основной масляной системой. Устройство лубрикатора и принцип работы будут рассмотрены далее. Уровнемерное стекло на лубрикаторе показывает уровень масла в корпусе. На выходной линии рядом с насосом лубрикатора имеется штуцер диаметром, через который можно прокачать лубрикатору систему.

Далее по ходу на выходной линии установлен разрывной предохранительный клапан, срабатывание при 22.8 МПа. Если система засоряется, возросшее давление разрывает диск. Разгрузка системы через разрывной диск приводит к срабатыванию защиты по отсутствию потока масла (Рисунок 8).

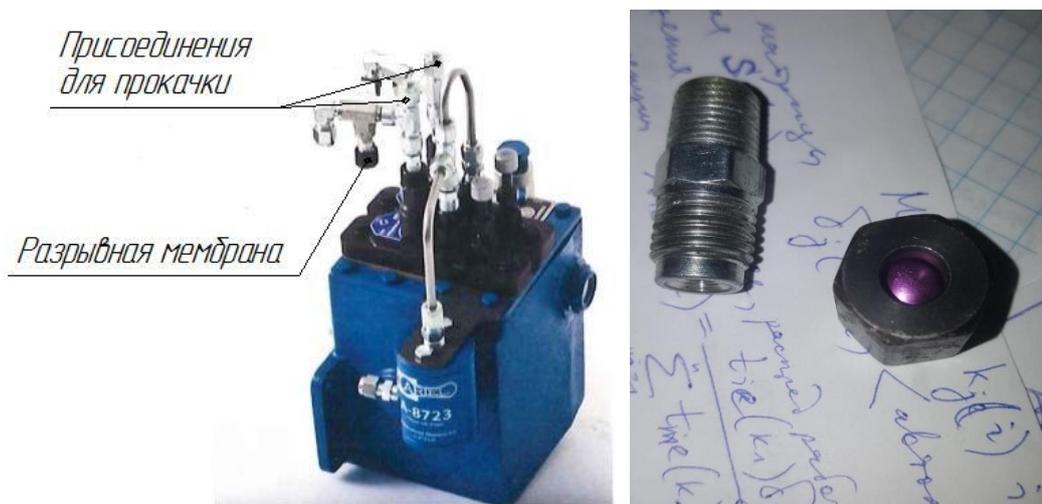


Рисунок 8 - Присоединения для прокачки и разрывная мембрана на лубрикаторе

Далее масло поступает в распределительный блок, где смазочное масло дозируется для подачи к цилиндрам и сальникам. В секциях распределительного блока имеются плунжеры, которые двигаются слева-направо, обеспечивая дозированную подачу масла. Каждый выход имеет обратный клапан, чтобы предотвратить обратное поступление масла с газом в распределительный блок (Рисунок 9). Устройство и принцип работы распределителя будет рассмотрено далее.

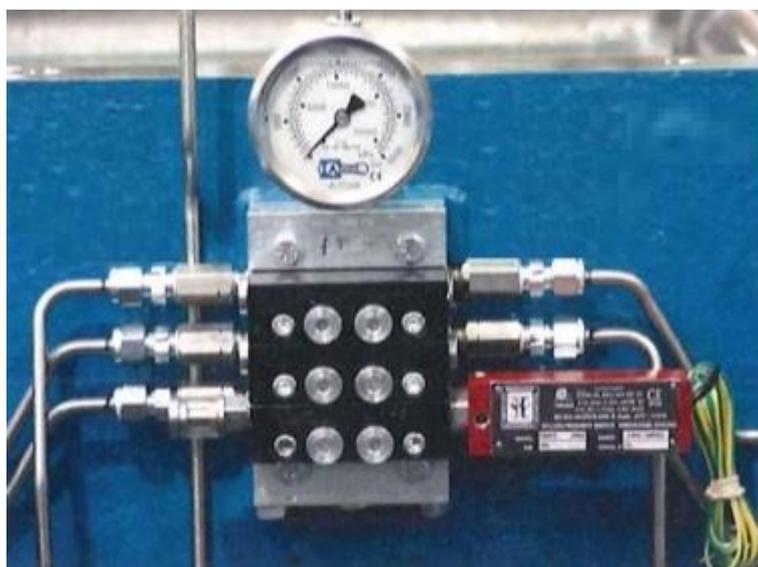


Рисунок 9 - Распределитель

Из распределительного блока масло направляется к цилиндрам и сальникам. Перед входом имеются дополнительные обратные клапаны, которые не дают газу, находящемуся в цилиндре попасть в систему смазки. Некоторая часть масла, поданная к сальникам, поступает к цилиндрам, основная же часть отводится через продувочно-дренажную линию сальника, а также через дренаж камеры фонаря.

Состав и принцип действия лубрикатора

Масло подается плунжерным насосом, который называется лубрикатором. Использование плунжерного насоса, обусловлено тем, что необходимо создать большое давление (больше давления в цилиндре), чтобы закачать масло в цилиндр.

В рассматриваемой модели компрессора используется четырехплунжерный насос. Данный насос подает масло на 2 основных распределителя, располагающихся по обе стороны от него. Давления нагнетания насоса - 95 кгс/см^2 , такое давление обусловлено тем что необходимо подать масло во все цилиндры компрессора, а давление в цилиндре третьей ступени сжатия составляет 90 кгс/см^2 .

Лубрикатор приходит в движение от коленчатого вала компрессора с помощью цепной передачи, далее через червячную передачу начинает вращение эксцентриковый вал, который уже толкает плунжеры насоса. Имеет штуцер для подачи масла в корпус насоса для смазки своей червячной передачи и кулачка, которая не связана с основной масляной системой.



Рисунок 16 – Лубрикатор

Состав и принцип действия распределителя

Распределитель - блок распределительных клапанов, состоит от 3 до 8 секций. Распределительные блоки содержат плунжеры, которые подают дозированное количество смазки за каждый цикл. В состав распределительного блока может входить дополнительная секция, позволяющая добавлять или убирать точку смазки, не изменяя при этом существующей обвязки. Если секция не используется, оба ее выхода должны быть заглушены.

Рабочие распределительные и дополнительные клапаны крепятся к основанию, смонтированному на компрессоре. Основание содержит входные, выходные и соединительные каналы, а также встроенные обратные клапаны. Все точки подвода и отвода смазки расположены на основании. Основание включает одну входную секцию, от 3 до 8 промежуточных, одну концевую и три соединительные шпильки.

В рассматриваемой модели компрессора, справа и слева от насоса лубрикатора, располагаются 2 основных распределителя, левый (Рисунок 13) на 2-ю и 3-ю ступень сжатия, правый на 1-ю ступень сжатия. Левый

распределитель подает 0.018 дюйм³ масла за один ход плунжера, правый - 0.03 дюйм³. Разница в объемах подаваемого масла объясняется размерами цилиндров ступеней: первая ступень - 511,175 мм; вторая - 317,5 мм; третья - 231,775 мм. Данные распределители по одной точки подвода и отвода масла, остальные оглушены. Так же имеется защита – датчики по отсутствию потока масла, которые срабатывают после разрыва мембраны разрывной предохранительный клапан, установленного на лубрикаторе. По умолчанию настройка времени датчика на аварийную остановку стоит на три минуты.



Рисунок 13 – Распределительный блок 2-ой и 3-ей ступеней сжатия

После основных масло поступает в дополнительные распределители (Рисунок 14): 3 распределителя первой ступени, располагающиеся справа на компрессоре, имеют объем подачи за 1 ход плунжера 0,016 дюйм³, остальные 3 распределителя второй и третьей ступеней имеют 0,006 дюйм³, связано это с объемами подачи основных распределителей и размерами цилиндров ступеней. Дополнительные имеют 3 точки отвода: 2 точки на смазку цилиндра и 1 точка на смазку сальника штока.



Рисунок 14 – Дополнительные распределители 2-й и 3-й ступеней сжатия

Принцип работы блока представлен на рисунке 15:

Входной канал все время соединен с камерами всех плунжеров, однако в каждый момент может двигаться только один из них. Все выходы снабжены обратными клапанами.

В секции 3 поршень движется вправо, и когда все поршни займут крайнее правое положение, масло поступает к выходу 6 - положение 1. В этом положении масло высокого давления со входа через соединенные каналы поступает на правую сторону поршня 1 верхнего блока секции 1.

Поток масла перемещает поршень секции 1 справа налево, направляя масло к выходу 1. Перемещение поршня секции 1 направляет поток масла на правую сторону поршня секции 2 - положение 3.

Поток масла перемещает поршень секции 2 справа налево, перемещая масло к выходу 2. Перемещение поршня секции 2 направляет поток масла на правую сторону поршня секции 3 - положение 5.

Поток масла перемещает поршень секции 3 справа налево, направляя масло к выходу 3. Перемещение поршня секции 3 направляет поток масла на левую сторону поршня секции 1 - положение 7.

Поступление масла на левую сторону поршня секции 1 начинает вторую половину цикла, в процессе которой поршни движутся слева направо, распределяя масло через выходы 4, 5 и 6 блока распределительных клапанов [16].

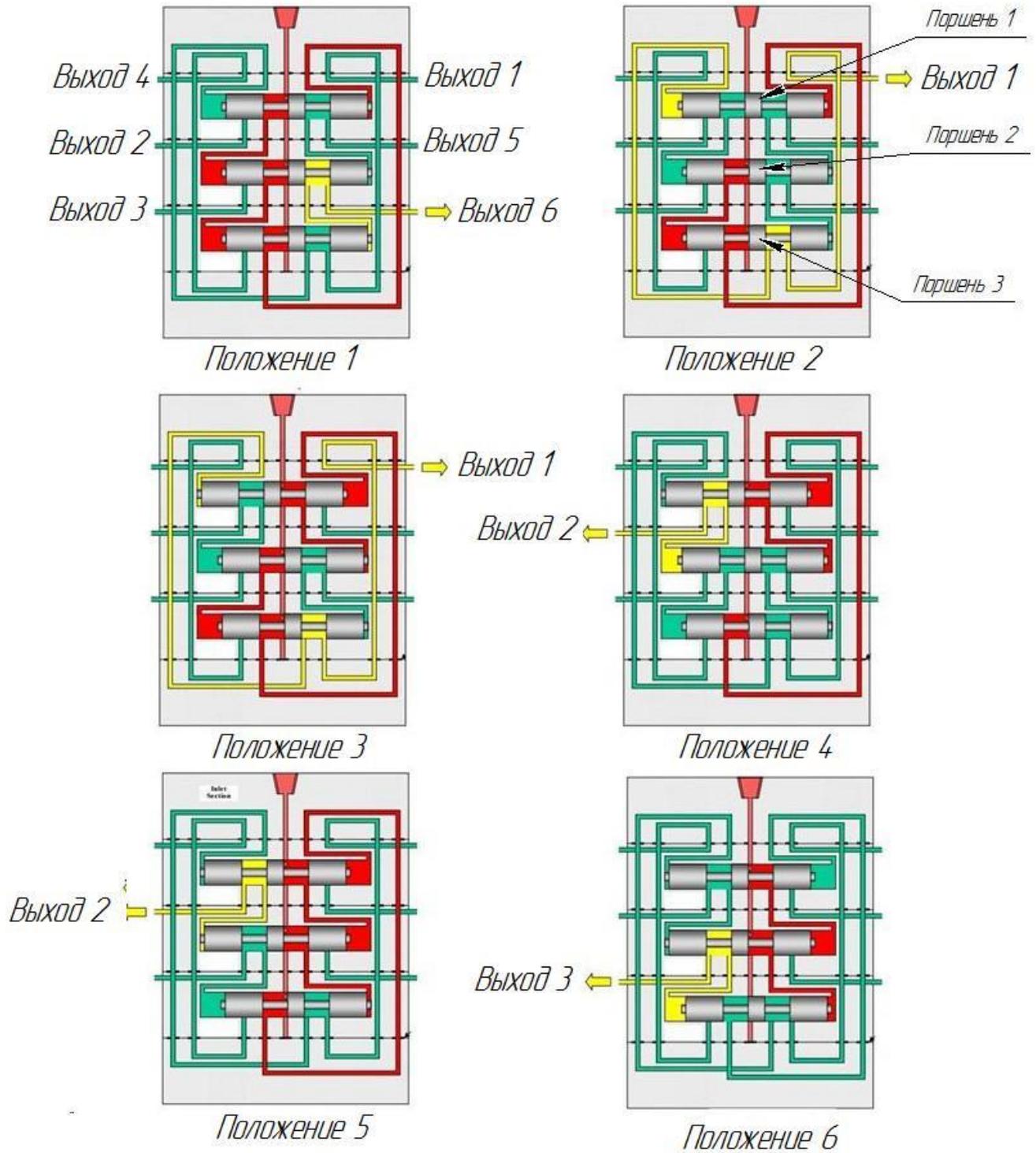


Рисунок 15– Принцип работы распределительного блока

Состав фонаря и смазка сальника штока

Существует три типа фонарей: короткий однокамерный, короткий двухкамерный и длинный двухкамерный фонарь. В коротком однокамерном фонаре маслоъемный и основной сальники поршневого штока – один узел. В коротком двухкамерном фонаре направляющая крейцкопфа, основной и маслоъемные сальники – разные узлы. В длинном двухкамерном фонаре помимо отдельных маслоъемного и основного, также имеется промежуточный сальник, такой фонарь предназначен для компрессоров, перекачивающих сернистый газ, что требует дополнительной защиты окружающей среды и персонала.

Короткие двухкамерные фонари стандартны для больших моделей, в рассматриваемой модели JGZ-6/3 также применяется данный тип фонаря (Рисунок 16).

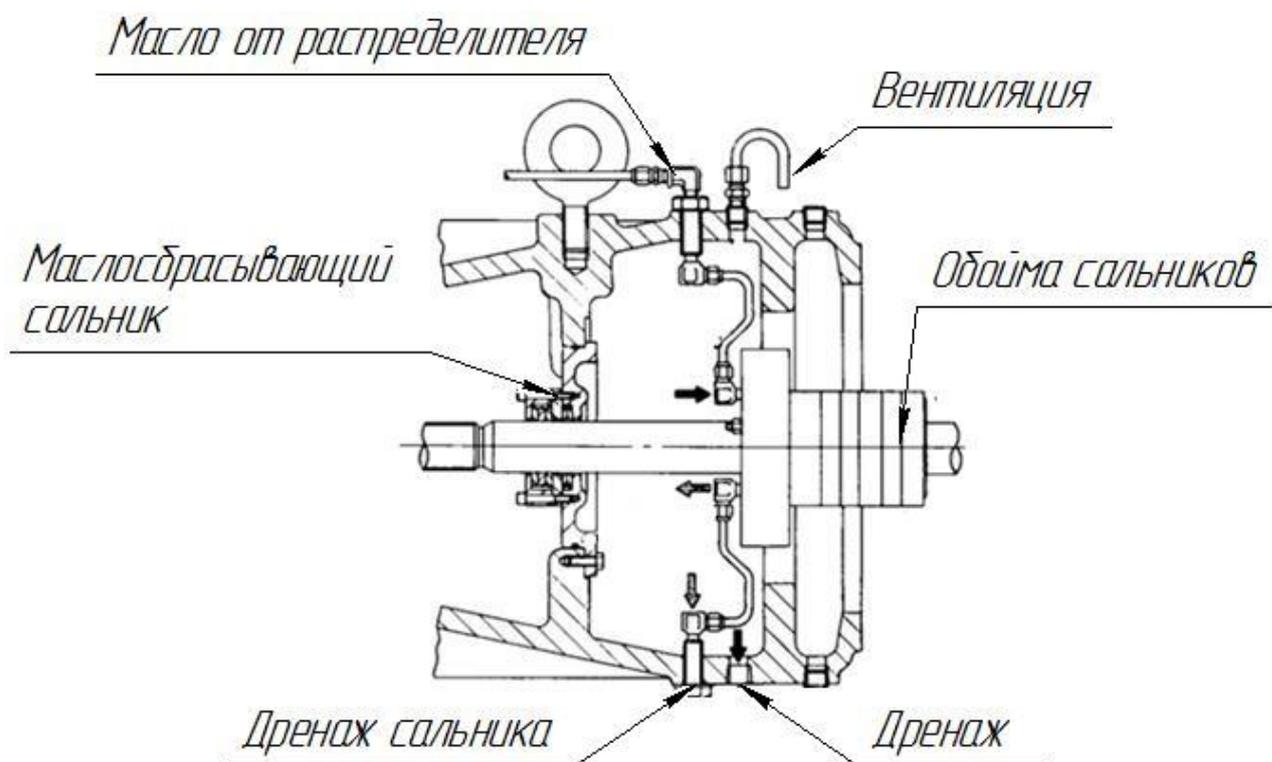


Рисунок 16 – Короткий двухкамерный фонарь.

Масло от распределителя поступает в основной сальник, смазывая его, далее масло снимается со штока с помощью маслосбрасывающего сальника. Масло с основного сальника отводится с помощью своей дренажной линии в отдельную емкость. Масло, снятое со штока маслосбрасывающим сальником с помощью дренажа фонаря, так же поступает в отдельную емкость за пределами рамы [2].

Сальниковое уплотнение состоит из набора уплотняющих колец, помещенный в единый корпус. Каждый пакет колец помещен в отдельную камеру. Кольца уплотняют как шток, так и саму камеру для предотвращения перетока между камерами. Кольца могут свободно перемещаться в пазах камеры в радиальном направлении (Рисунок 17).



Рисунок 17 – Сальниковое уплотнение штока в разобранном виде

Несмотря на то, что уплотнительные кольца защищают от утечек, в сальнике предусмотрена дополнительная вентиляция, которая позволяет отвести из сальника возможные утечки, возникающие в связи перекосов колец относительно штока или камеры, либо вследствие наличия каких-либо дефектов материалов.

Уплотняющие кольца всех типов изготавливаются с определенным зазором в замках. По мере износа уменьшается вплоть до полного соприкосновения сегментов. В этом случае кольца должны быть заменены. Работа уплотнительных колец представлена на рисунке 18.

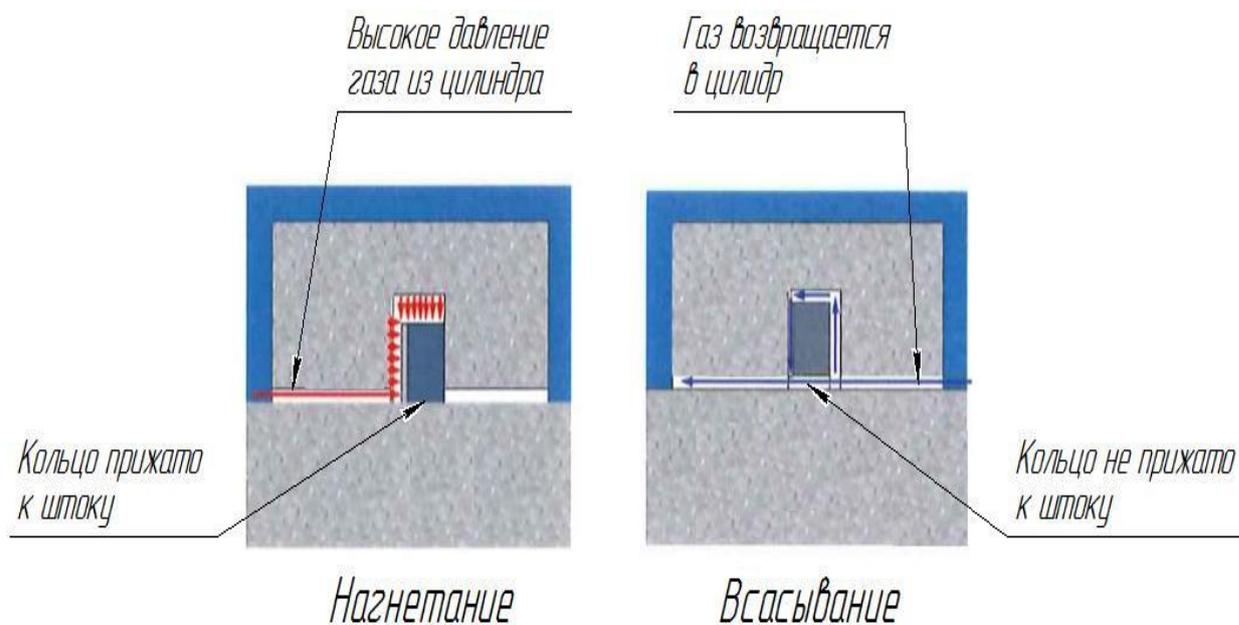


Рисунок 18 – Работа уплотнительных колец

2.3 Система смазки базы

Система смазки обеспечивает подачу масла ко всем трущимся поверхностям. Схема смазки базы изображена на рисунке 19. Смазочное масло засасывается масляным насосом, смонтированным на торцевой крышке вспомогательных механизмов из картера через фильтр грубой очистки на 400 микрон. Нагнетание насоса соединено трубопроводом с холодильником масла, смонтированным на раме компрессорной установки, температура масла контролируется термостатом. После холодильника масло поступает в фильтр тонкой очистки масла, смонтированный на крышке рамы со стороны вспомогательных механизмов. После фильтра масло поступает в главную масляную магистраль [3].

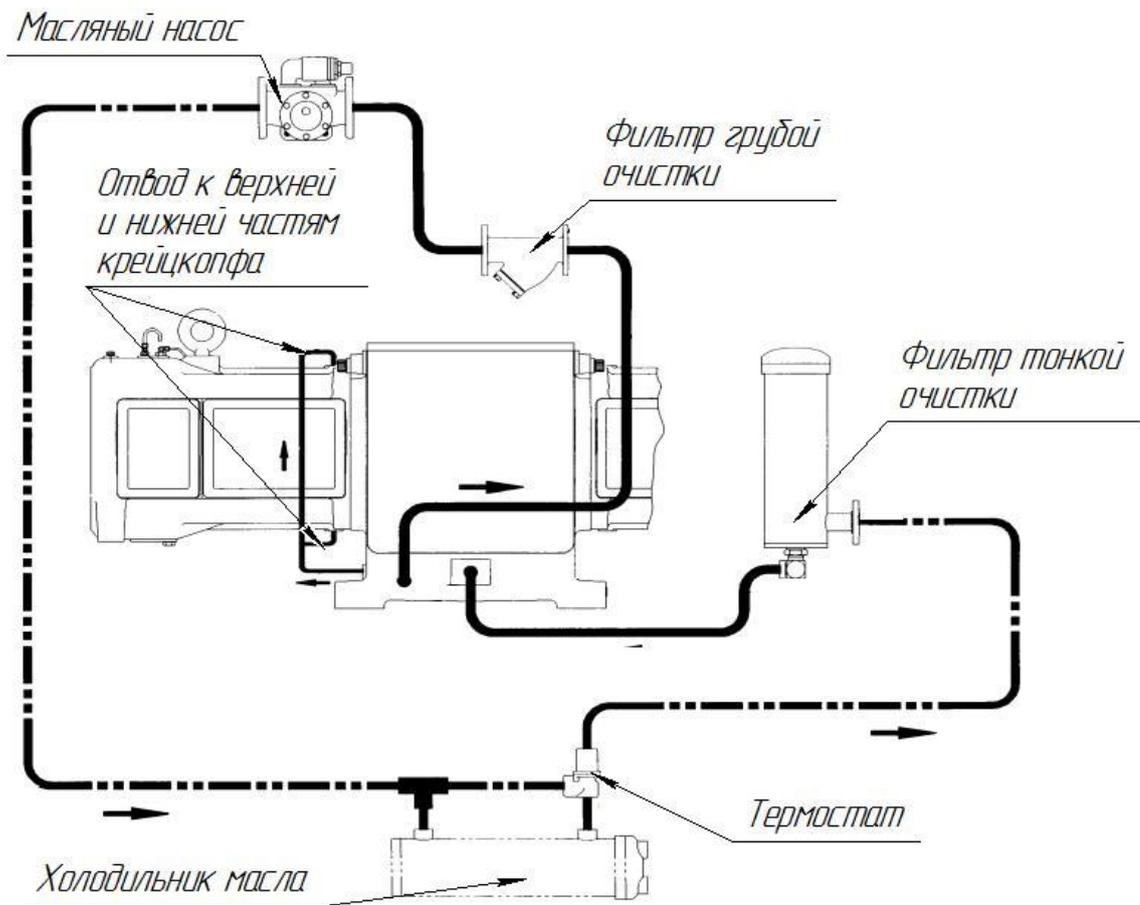
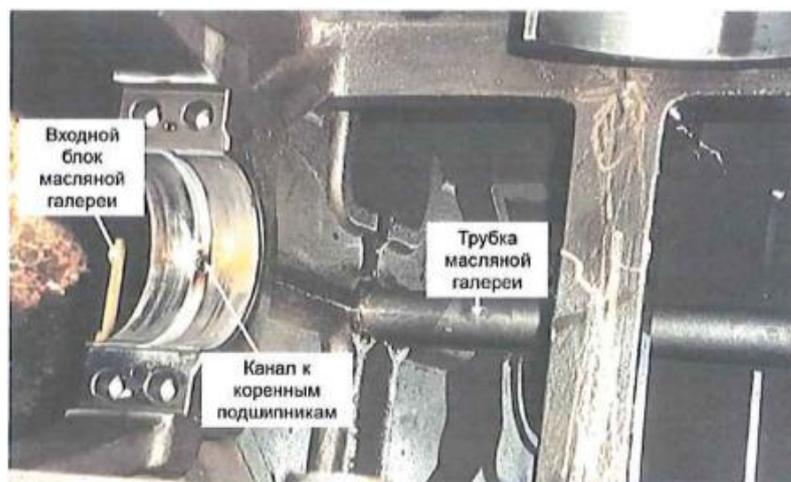


Рисунок 19 –Общая схема смазки базы.

Главная масляная магистраль начинается с помощью специальной стальной трубки – трубка масляной галереи на дне картера каждого компрессора «Ariel», через которую масло распределяется ко всем компонентам базы (Рисунок 20).



20 - Трубка масляной галереи

В данном компрессоре применяется система смазки базы с технологией ELP. Данная технология заключается в том, что узел крейцкопфа смазывается отдельно через отводы от масляной галереи, а не через сверление в шатуне.

Рассмотрим дальнейшее движение смазки, представленное на рисунке 21. Через отвод 1 из главной масляной галереи масло по каналам 2, просверленным в перегородках, несущих опоры подшипников, поступает к подшипникам коленчатого вала. Через каналы 3, просверленные диагонально в коленчатом валу от коренных шеек к шатунным шейкам, масло поступает к шатунным подшипникам 4. Далее через отводы от масляной галереи 5 масло поступает к пальцу крейцкопфа 6, заполняет его и через сверления в пальце масло поступает, смазывает втулку крейцкопфа 7 и втулку шатуна 8.

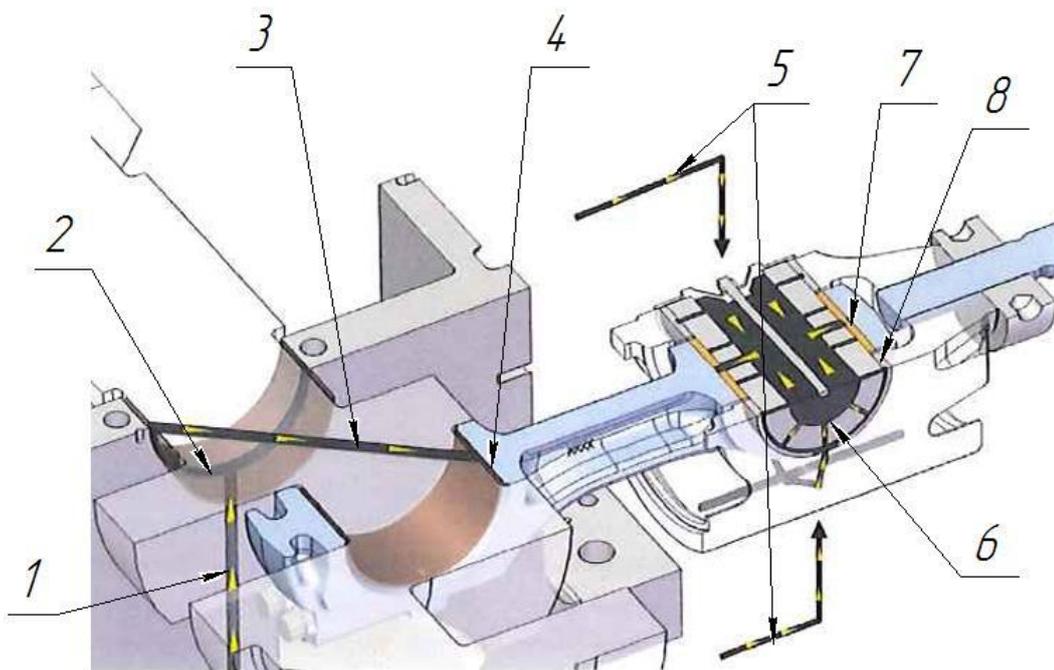


Рисунок 21 – Движение масла в система смазки базы с технологией ELP

Основные компоненты системы смазки базы представлены на картинке 22:

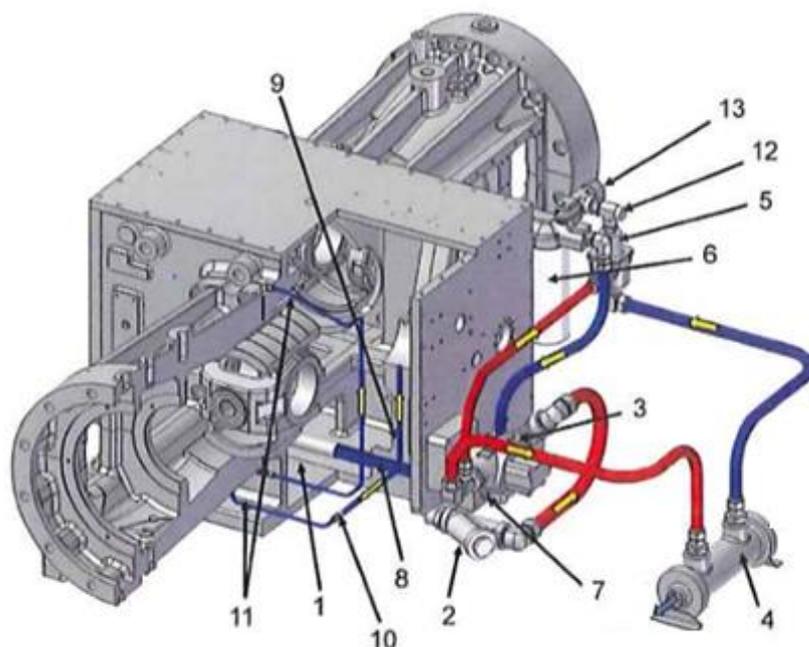


Рисунок 22 – Компоненты смазки базы: 1 - картер; 2 – фильтр грубой очистки; 3- насос; 4 – холодильник масла; 5 – терморегулирующий клапан; 6 – фильтр тонкой очистки; 7 – входной блок масляной галереи - подключение манометра; 8 – трубка масляной галереи; 9 – отвод от масляной галереи к коренным подшипникам; 10 – отвод от масляной галереи к стенке картера; 11 – внешние трубки к направляющим крейцкофа; 12 – точка подключения датчика температуры масла; 13 – подключение системы предпусковой смазки.

Крейцкопф для системы ELP имеет проточку по центру и сверления, через которые масло поступает к пальцу, втулкам крейцкофа и шатуна (Рисунок 23).



Рисунок 23 - Крейцкопф системы ELP

Масляный насос базы и цепной привод

Масляный насос – шестеренчатый насос на давление масла 4-5 кгс/см². Масляный насос непрерывно подает масло ко всем коренным подшипникам, втулкам и скользящим поверхностям крейцкопфа. Насос, напрямую соединенный с коленвалом при помощи цепи и звездочки, предназначен для обеспечения достаточного потока масла.

Цепной привод вспомогательных механизмов размещается на боковой крышке компрессора со стороны, противоположной приводу. Две цепи приводят масляный насос и насос лубрикатора. Натяжение цепей регулируется натяжными звездочками, соединенными с регулировочными эксцентриками. цепь маслоснабжения погружена в масло картера, в результате чего постоянно смазывается и брызгами смазывает цепь лубрикатора, поэтому обе цепи постоянно смазаны.

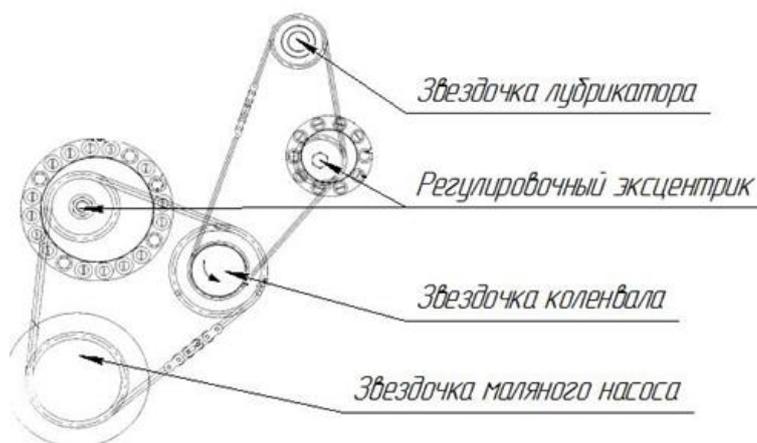


Рисунок 24 - Цепной привод насосов

Термостатический клапан и холодильник масла

Все компрессоры должны иметь масляные холодильники. Максимально допустимая температура масла на входе в компрессор равна 88°С. Для обеспечения надлежащего температурного режима Ариэль использует термостатический регулирующий клапан с уставкой на 77°С.

Данный клапан работает на смешивание. Часть масла от масляного насоса поступает в холодильник, а часть в термостатический клапан. Клапан

настроен так, что холодное масло после холодильника смешивается в пропорции с горячим маслом и на выходе имеем установленную температуру. Холодильник масла - обычный змеевиковый теплообменник в котором в качестве охлаждающей жидкости используется антифриз.



Рисунок 25 – Холодильник масла и термостатический клапан

3 Расчеты и аналитика

Оптимальные условия работы опор скольжения обеспечиваются при жидкостном трении, когда смазочный слой полностью отделяет поверхности цапфы и подшипника друг от друга.

Работоспособность подшипника обусловлена вязкостью смазки и ее количеством, проходящим через зазор в единицу времени; коэффициент трения весьма мал, потери на трение не выше, чем в опорах качения, износ рабочих поверхностей практически пренебрежимо мал. Однако такой режим работы может быть реализован лишь при определенных соотношениях ряда параметров - скорости скольжения, вязкости смазки, удельной нагрузки, размеров подшипника и пр.

Правильное определение основных рабочих характеристик подшипников скольжения во многом обеспечивает надежность и долговечность проектируемого опорного узла при его эксплуатации в режиме жидкостного гидродинамического трения. При работе подшипника скольжения в режиме жидкостного трения цапфа и вкладыш практически не изнашиваются.

Произведем расчет подшипников при подаче смазки под давлением. Рассчитаю минимальную толщину масляного слоя и сравню это значение с критической толщиной масляного слоя, обеспечивающей жидкостное трение с перекрытием микронеровностей контактирующих поверхностей трения. Определю требуемое давление на входе масла в подшипник и сравню это значение со значением давления масла, создаваемого на входе в коренной подшипник компрессора Ariel JGZ-6/3 .

Расчет производился согласно рекомендациям [1].

Таблица 2 – Входные данные для расчета

Характеристика	Условное обозначение	Единица измерения	Значение
Нагрузка на подшипник	P	кгс	994
Диаметр цапфы вала	d	м	0,214
Длина вкладыша подшипника	l	м	0,067
Частота вращения вала	n	об/мин	1000
Диаметральный зазор между подшипником и цапфой	z	м	0,00018
Средняя температура смазочного слоя	t	°С	66
Температура масла на входе в подшипник	t_1	°С	55
Температура масла на выходе из подшипника	t_2	°С	77
Шероховатость поверхностей трения	Rz	мкм	0,4
Расстояние между серединами опор вала	L	м	1,276
Давление масла на входе в подшипник	p_m	кгс/см ²	4,5
Расход смазочного масла через подшипник	$Q_{\text{раб}}$	л/мин	5,5

Определим среднюю удельную нагрузку на подшипник p :

$$p = \frac{P}{dl} = \frac{994}{0,214 * 0,067} = 185517 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \approx 18,55 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}. \quad (1)$$

Определим угловую скорость цапфы:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 * 1000}{30} = 104 \text{ с}^{-1}. \quad (2)$$

Найдем окружную скорость шейки вала v :

$$v = 0,5 * \omega * d = 0,5 * 104,66 * 0,214 = 11,198 \frac{\text{м}}{\text{сек}}. \quad (3)$$

Найдем относительный диаметральный зазор между колодкой подшипника и цапфой вала ψ , м:

$$\psi = \frac{z}{d} = \frac{0,00018}{0,214} = 0,00084. \quad (4)$$

Определим коэффициент динамической вязкости масла. В системе смазки применяется масло класса вязкости SAE 40 - Mobil Pegasus 705, коэффициент динамической вязкости которого в зависимости от температуры смазочного слоя (подставлять в °C) определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \mu &= 0,257 * \left(\frac{t}{10}\right)^{-1,578} = 0,257 * \left(\frac{66}{10}\right)^{-1,578} = 0,0131 \text{ Па} \cdot \text{с} \\ &= 0,00131 \text{ кгс} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Вычисляем безразмерный коэффициент нагруженности подшипника:

$$\Phi_p = \frac{p\psi^2}{\mu\omega} = \frac{185517 * 0,00084^2}{0,00131 * 104} = 0,044. \quad (6)$$

По таблице 24 [1] находим соответствующее для полного подшипника значение относительного эксцентриситета, предварительно рассчитав отношение

$$\frac{l}{d} = \frac{0,067}{0,214} = 0,3131. \quad (7)$$

Так, значение относительного эксцентриситета $\chi = 0,3$.

Таким образом, можно определить минимальную толщину масляного слоя по формуле:

$$\begin{aligned} h_{min} &= 0,5\psi d(1 - \chi) = 0,5 * 0,00084 * 0,214(1 - 0,3) = 0,000062 \text{ м} \\ &= 62 \text{ мкм}. \end{aligned} \quad (8)$$

Для определения критической толщины масляного слоя $h_{кр}$ требуется предварительно вычислить прогиб шипа в подшипнике y_0 , учитывая, что максимальный прогиб вала $y_{max} = 100$ мкм:

$$y_0 = 1,6 \frac{l}{L} y_{max} = 1,6 \frac{0,067}{1,276} 100 = 8,4 \text{ мкм.} \quad (9)$$

Рассчитаем критическую толщину масляного слоя $h_{кр}$ по формуле:

$$h_{кр} = 2 Rz + y_0 = 2 * 0,4 + 8,4 = 9,2 \text{ мкм.} \quad (10)$$

Теоретически оптимальный режим работы подшипника скольжения реализуется при $h_{min} = h_{кр}$, когда коэффициент трения минимален. Для большей надежности необходимо выполнение условия

$$h_{min}/h_{кр} \geq 1,1. \quad (11)$$

Проверим соотношение:

$$h_{min}/h_{кр} = 62/9,2 = 6,74.$$

Расчет на жидкостное трение основывается на том, что масляный слой должен воспринимать всю нагрузку, при этом его толщина должна быть больше сумм неровностей поверхности цапфы и вкладыша.

Условие $h_{min}/h_{кр} \geq 1,1$ удовлетворено с запасом, что говорит о том, что подшипник работает в условиях, обеспечивающих жидкостное трение поверхностей вала и опоры.

Определим количество тепла W , выделяющегося в подшипнике в единицу времени.

Для проведения расчетов из таблицы 26 [1] по известным значениям $\frac{l}{d}$ и χ находим соотношение $f/\psi = 47,35$. Тогда, зная относительный диаметральный зазор между колодкой подшипника и цапфой вала $\psi = 0,00084$, определим коэффициент трения f :

$$f = (f/\psi) * \psi = 47,35 * 0,00084 = 0,039. \quad (12)$$

Количество тепла, выделяющегося в подшипнике в единицу времени:

$$W = \frac{fPv}{427} = \frac{0,039 * 994 * 11,198}{427} = \frac{1,016 \text{ ккал}}{\text{сек}}. \quad (13)$$

В тепловых процессах, происходящих в подшипниках скольжения, различают три основные стадии:

1. Неупорядоченный режим, характеризующийся неравномерностью распределения температур по элементам подшипника во времени.
2. Упорядоченный или регулярный режим, характеризующийся постоянной скоростью изменения температуры во всех точках подшипника.
3. Стационарный режим, устанавливающийся через достаточно длительный срок после пуска; этот режим характеризуется постоянством распределения температур во времени.

Первый режим соответствует периодам пуска и останова, второй — плавному изменению нагрузки и скорости вращения. Тепло, выделяющееся при возрастании нагрузки и скорости, идет в основном на нагрев деталей подшипника и соприкасающихся с ним частей машины, и в некоторой степени отводится смазкой и уходит в окружающую среду через поверхность, омываемую воздухом. При достижении номинальной нагрузки и соответствующей скорости вращения устанавливается третий режим с постоянным тепловыделением в рабочей зоне подшипника; все тепло отсюда отводится смазкой и во внешнюю среду.

Условие теплового равновесия при стационарном режиме имеет вид

$$W = W_1 + W_2; \quad (14)$$

где W — количество тепла, выделяющегося в подшипнике в единицу времени; W_1 — количество тепла, отводимого смазкой; W_2 — количество тепла, уходящего во внешнюю среду.

Рассчитаем количество тепла, отводимого через крышку подшипника, принимая площадь наружной поверхности равной

$$F_k = 2,5\pi dl = 2,5 * 3,14 * 0,214 * 0,067 = 0,112 \text{ м}^2 \quad (15)$$

коэффициент k принимается равным $k = 10 \text{ ккал/м}^2\text{ч}^\circ\text{С}$.

Количество тепла W_2 , отводимого через крышку подшипника:

$$W_2 = \frac{kF_k * (t - t_{\text{возд}})}{3600} = \frac{10 * 0,112 * (66 - 20)}{3600} = 0,012 \frac{\text{ккал}}{\text{сек}}. \quad (16)$$

Количество тепла W_1 , которое должно отводиться смазкой:

$$W_1 = W - W_2 = 1,016 - 0,012 = 1,004 \frac{\text{ккал}}{\text{сек}}.$$

В сущности величину W_2 , весьма малую по сравнению с W , можно и не учитывать, полагая, что все тепло из подшипника отводится смазкой. Примем требуемое количество тепла, которое должно отводиться смазкой, равным $W_1 = 1,1$ ккал/сек.

Рассчитаем секундный расход масла, необходимый для отвода тепла W_1 по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{c\gamma(t_2 - t_1)}. \quad (17)$$

Для этого рассчитаем удельный вес масла γ_{60} при $t = 66^\circ\text{C}$.

$$\gamma_t = \gamma_{20} [1 - 0,75 * 10^{-3} * (t - 20)]. \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \gamma_{60} &= 0,90 * [1 - 0,75 * 10^{-3} * (66 - 20)] \\ &= 0,90 * [1 - 0,75 * 10^{-3} * (66 - 20)] = 0,875 \text{ Г/см}^3. \end{aligned}$$

Коэффициент c вычисляем по формуле:

$$c = 0,433 + 0,0011 * (66 - 15) = 0,493 \text{ ккал/кг}.$$

Следовательно, искомый расход смазки равен:

$$Q = \frac{W_1}{c\gamma(t_2 - t_1)} = \frac{2,5}{0,493 * 0,875(77 - 55)} = 0,263 \frac{\text{л}}{\text{сек}}. \quad (19)$$

В подшипниковом узле компрессора обеспечивается расход смазочного масла через опорный подшипник равный $Q_{\text{раб}} = 5,5$ л/мин = 0,092 л/сек, что меньше найденного аналитически расхода смазки ($Q_{\text{раб}} < Q$), чего наблюдаться не должно.

Полный коэффициент расхода смазки q определяется по формуле:

$$q = \frac{Q}{0,5\psi\omega ld^2} = \frac{0,263 * 10^{-3}}{0,5 * 0,00158 * 942 * 0,067 * 0,214^2} = 0,436. \quad (20)$$

Также полный коэффициент расхода смазки q можно рассматривать как сумму трех коэффициентов:

$$q = q_1 + q_2 + q_3, \quad (21)$$

где q_1 – коэффициент расхода смазки через торцы нагруженной зоны; q_2 – коэффициент расхода смазки через торцы ненагруженной зоны; q_3 – коэффициент, учитывающий дополнительное истечение смазки через канавки, расположенные на поверхности вкладыша.

Из таблицы 27 [1] при $\chi = 0,3$ $q_1 = 0,115$.

Для вычисления q_2 и q_3 находим из табл. 28 [1] значения $\beta = 0,132$ и $\vartheta = 0,097$. Получим выражения для q_2 и q_3 :

$$q_2 = \beta \Phi_p \left(\frac{d}{l}\right)^2 \frac{p_e}{p} = 0,132 * 0,044 * \left(\frac{0,214}{0,067}\right)^2 \frac{p_e}{p} = 0,059 \frac{p_e}{p}.$$

Принимаем размеры канавок: $b = 0,15d$; $a = 0,1l$, тогда:

$$\begin{aligned} q_3 &= \vartheta \Phi_p \frac{b}{d} \cdot \left(\frac{l}{a} - 2\right) \left(\frac{d}{l}\right)^2 \frac{p_e}{p} = 0,097 * 0,3234 * 0,15 \cdot (10 - 2) \left(\frac{0,214}{0,067}\right)^2 \frac{p_e}{p} \\ &= 0,3835 \frac{p_e}{p}. \end{aligned}$$

Подставим найденные значения и выражения в:

$$q = q_1 + q_2 + q_3;$$

$$0,436 = 0,115 + (0,059 + 0,383) \cdot \frac{p_e}{p},$$

откуда

$$\frac{p_e}{p} = \frac{0,436 - 0,115}{0,059 + 0,383} = 0,42.$$

Требуемое давление масла на входе:

$$p_e = 0,42p = 0,42 \cdot 18,55 = 7,9 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}.$$

В подшипниковом узле компрессора Agiel JGZ-6/3 создается давление масла на входе в подшипник, равное $p_m = 4,5 \text{ кГ/см}^2$, что меньше расчетного требуемого давления масла на входе $p_e = 7,9 \text{ кГ/см}^2$, чего наблюдаться не должно.

Рекомендуется увеличить давление масла на входе в подшипник для обеспечения полноценного требуемого отвода тепла смазкой со внешней средой.

Так, увеличив давление масла до $p_m' = 7,9 \text{ кг/см}^2$, получим полный коэффициент расхода смазки q' по формуле 21:

$$q' = q_1 + q_2' + q_3' = 0,115 + (0,059 + 0,383) \cdot \frac{7,9}{18,55} = 0,619$$

Что должно обеспечить расход смазки через опорный подшипник, равный:

$$\begin{aligned} Q' &= 0,5q'\psi\omega l d^2 = 0,5 * 0,619 * 0,00084 * 942 * 0,067 * 0,214^2 \\ &= 0,000751 \text{ м}^3/\text{с} = 0,751 \text{ л/с}. \end{aligned}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Е31	Жабенцову Александру Андреевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/профиль	15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. 2. Стоимость электроэнергии - 5,8 руб. кВт*ч – для юр. лиц. 3. Стоимость интернета – 360 руб. в месяц.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии. 20 % надбавки. 1,3 - районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Система налогообложения, принятая для образовательных учреждений (27,1% отчисления на социальные нужды).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Определение ресурсной (ресурсо-сберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Расчет основной заработной платы исполнителей темы. 2. Расчет отчислений на социальные нужды. 3. Расчет электроэнергии и прочих расходов. 4. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений.
2. Матрица SWOT.
3. Календарный график проведения НИ.
4. Бюджет проект.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	5.05.2017
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антонова И.С.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Жабенцов Александр Андреевич		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе рассмотрена научная разработка индикатора блокировки линий лубрикаторной системы смазки серии поршневых компрессоров корпорации Ariel.

Для инженерной разработки очень важным параметром является её коммерческая ценность, которая объединяет в себя множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки, не углубляясь в её суть. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований;
- определить возможные альтернативы проведению научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- спланировать научно-исследовательскую работу.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию стоимости, т.к. необходимо обеспечить конкурентоспособность между индикатором блокировки линий относительно разрывной мембраны. Т.к. индикатор является новым продуктом, то сегментирование рынка произведем относительно всех разработок.

Выделяются следующие сегменты рынка:

- по разработке, проектированию и производству;
- по установке и пуско-наладке;
- по дальнейшему обслуживанию и ремонту.

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Карта сегментирования рынка

	Другие схожие устройства	Разрывная мембрана	Индикатор блокировки линий
Проектирование и производство			
Установка и пуско-наладка			
Обслуживание и ремонт			
Фирма А		Фирма Б	

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для других схожих устройств.

- Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на создание достойной конкуренции в сфере других схожих устройств

- Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, установкой и пуско-наладкой индикатора блокировки линий

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить 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 и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 4 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Эксплуатационные характеристики	0,11	4	3	2	0,44	0,33	0,22
2. Срок службы	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2
3. Ремонтпригодность	0,07	2	2	4	0,14	0,14	0,28
4. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Надежность	0,09	4	3	2	0,36	0,27	0,18
6. Простота монтажа	0,09	2	3	4	0,18	0,27	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	2	3	3	0,16	0,24	0,24
3. Цена	0,09	4	3	4	0,36	0,27	0,36
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
5. Обслуживание	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
6. Финансирование	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
Итого	1	40	38	37	3,32	3,09	3,05

- Б_ф - применение индикатора блокировки линий;
- Б_{к1} - применение разрывной мембраны;
- Б_{к2} - применение другого схожего устройства.

Анализ конкурентных решений показал, что целесообразно использовать индикатор блокировки линий, так как он обладает рядом преимуществ по отношению к другим. Наивысший вклад вносят такие характеристики как: эксплуатационные характеристики, надежность, конкурентоспособность продукта.

SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (табл. 5).

Таблица 5 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Квалифицированный персонал.; С2. Высокий срок эксплуатации; С3. Надежность данной системы по сравнению с другими;	Сл1 Остановка компрессорной установки в процессе монтажа; Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;

	С4. Высокое качество продукции; С5. Наличие финансирования компании.	Сл3. Возможные ошибки в расчетной части программного комплекса.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Повышение стоимости конкурентных исследований; В4. Развитие технологий в данной отрасли		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данные исследования; У2. Появление новых конкурентных разработок; У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 6, таблице 7, таблице 8, таблице 9.

Таблица 6 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	0	+	+
	B2	0	-	0	0	-
	B3	-	-	-	0	0
	B4	+	+	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1C4C5, B4C1C2C4.

Таблица 7 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	0	-
	B3	0	0	-
	B4	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B4Сл2Сл3.

Таблица 8 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	-

	У2	-	0	+	+	-
	У3	-	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2С3С4.

Таблица 9 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	-	0	+
	У3	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2Сл3.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (табл. 10).

Таблица 10 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Квалифицированный персонал;</p> <p>С2. Высокий срок эксплуатации;</p> <p>С3. Надежность данной системы по сравнению с другими;</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1 Остановка компрессорной установки в процессе монтажа;</p> <p>Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;</p>
--	--	--

	<p>С4. Высокое качество продукции;</p> <p>С5. Наличие финансирования компании.</p>	<p>Сл3. Возможные ошибки в расчетной части программного комплекса.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p> <p>В4. Развитие технологий в данной отрасли</p>	<p>В1С1С4С5</p> <p>На базе инфраструктуры ТПУ и наличие финансирования компании является возможным создание научной разработки.</p> <p>В4С1С2С4</p> <p>С развитием технологий в данной отрасли, повышением квалификации персонала возможно создание качественной продукции с высоким сроком службы.</p>	<p>В4Сл2Сл3</p> <p>С созданием новых технологий появится возможность избежать ошибки в расчетной части и появится возможность проверить результаты исследования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данные исследования;</p> <p>У2. Появление новых конкурентных разработок;</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>У2С3С4</p> <p>С появлением новых разработок появится угроза уменьшения срока службы и качества продукции.</p>	<p>У1Сл3</p> <p>Возможно отсутствие спроса при наличии ошибок в расчетной части.</p>

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 11.

Таблица 11 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания, выбор направления исследований	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	3	Проведение патентных исследований	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель
	6	Построение модели распределителя и проведение исследования	Исполнитель

Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель

Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (22)$$

где $t_{ожі}$ – 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. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i} \quad (23)$$

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

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

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

Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (24)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (25)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 53$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 53 - 14} = 1,22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблице 12.

Таблица 12 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнитель и	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{ож}$, Чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	Руководитель проекта	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	14	11,6	Исполнитель	12	15
Проведение патентных исследований	4	6	4,8	Исполнитель	5	61
Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Руководитель проекта, исполнитель	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	13	9,4	Исполнитель	10	13
Построение модели распределителя и проведение исследования	11	22	15,4	Исполнитель	15	19
Оценка результатов исследования	5	7	5,8	Руководитель проекта, исполнитель	3	4
Составление пояснительной записки	7	14	9,8	Руководитель проекта, исполнитель	5	6

На основе таблицы 12 строим план график, представленный в таблице 13.

Таблица 13 - Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ												
				Фев.		Март			Апрель			Май				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руков.	3	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Испол.	18		□											
3	Проведение патентных исследований	Испол.	8				□									
4	Календарное планирование работ по теме	Руков. испол.	2					□								
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Дипл.	1 5						□							
6	Построение модели распределителя и проведение исследования	Дипл.	22								□					
7	Оценка результатов исследования	Руков. испол.	5											□		
8	Составление пояснительной записки	Руков. испол.	8												□	

■ - руководитель проекта □ - исполнитель

Бюджет научно-технического исследования

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

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на

использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч i} = 804 \text{ руб.} \quad (26)$$

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

$N_{расч i}$ – 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.

Таблица 14 – Прочие затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (Z_M), руб.
Ручка	Шт.	4	40	192
Бумага	Шт.	150	3	540

Карандаш	Шт.	3	20	72
Итого:				804

Затраты на электроэнергию: тариф на энергию для юридических лиц составляет 5,8 руб. кВт*ч. Ежемесячный расход электроэнергии составлял 120 кВт. Период выполнения равен 3,5 месяца. Итого за период выполнения работы, затраты на электроэнергию составили 2088 руб.

Затраты на интернет: стоимость ежемесячного тарифа составляет 360 руб. Итого за период выполнения работы, затраты на интернет составили 1080 руб.

Затраты на аренду компьютера: 10000 руб. в месяц. Период выполнения равен 3,5 месяца. Итого за период выполнения работы, затраты на аренду составили 35000 руб.

Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, а также рабочих опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется на основе трудоемкости выполняемых работ и действующей системы тарифных ставок и окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Таблица 15 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу(окладам), тыс. руб.
-------	---------------------	---------------------------	------------------------	--	--

1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	2,2	1326	2917
2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	11,6	583	6762
3	Проведение патентных исследований	Исполнитель	4,8	583	2798
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель	1,8	1909	3436
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель	9,4	583	5480
6	Построение модели индикатора и проведение исследования	Исполнитель	15,4	583	8978
7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель	5,8	1909	11072
8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель	9,8	1909	18708
Итого:					60151

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} , \quad (27)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

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

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (28)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{68976 \cdot 10,4}{224} = 3202 \text{ руб}, \quad (29)$$

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 16 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные	53	53
- праздничные	26	26
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	224	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 33162 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 68976 \text{ руб.} \quad (30)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Таблица 17 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель проекта	33162	0,3	0,3	1,3	68976	3202	11	35222
Исполнитель	14584	0,3	0,3	1,3	30334	1408	51	71808
Итого:								107030

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и

общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 35222 = 4226 \text{ руб}; \quad (31)$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 71808 = 8616 \text{ руб},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,271 \cdot (35222 + 4226) = 10690 \text{ руб},$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,271 \cdot (71808 + 8616) = 21794 \text{ руб},$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 18 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель проекта	35222	4226
Исполнитель	71808	8616
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Исполнение 1	32484	

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 19 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	107030	Пункт 4.2.5
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12842	Пункт 4.2.6

3. Отчисления во внебюджетные фонды	32484	Пункт 4.2.7
4. Прочие затраты	804	Пункт 4.2.5
5. Затраты на электроэнергию и интернет	3168	Пункт 4.2.5
6. Затраты на аренду компьютера	35000	Пункт 4.2.5
7. Затраты на оформление патента	1602	Пункт 4.2.9
8. Бюджет затрат НИИ	192930	Сумма ст. 1-5

4.3 Определение ресурсоэффективности проекта

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 научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{192930}{192930} = 1, \quad (33)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета

затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (34)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 20 – Критерии ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Индикатор блокировки линий	Разрывная мембрана	Другое схожее устройства
1.Безопасность	0,15	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	2
3.Срок службы	0,1	4	5	3
4. Простота монтажа	0,20	3	2	4
5. Надежность	0,25	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	2	4
ИТОГО	1	4,1	2,85	3,35

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использовании технического проекта. Таким образом применение индикатора блокировки линий остается эффективным и сохраняет конкурентоспособность.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ, планирование, которое ограничило выполнение работы в 116 дней. Также был посчитан бюджет НТИ равный 192930 руб, основная часть которого приходится на зарплаты сотрудников.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4ЕЗ1	Жабенцову Александру Андреевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p><i>Рабочее место – машинный зал компрессорной установки. Оборудование: поршневой компрессор.</i></p> <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума на рабочем месте; - повышенный уровень вибрации. <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенная температура маслосистемы; - пожароопасность; - взрывоопасность; - наличие быстродвижущихся элементов; - работа с опасными веществами. <p><i>Воздействие на окружающую среду:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - загрязнение атмосферы; - загрязнение гидросферы; - загрязнение литосферы. <p><i>Возникновение чрезвычайных ситуаций:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - аварийная остановка при превышении рабочей температуры компрессора; - аварийная остановка при превышении уровня вибрации; - нарушение рабочего режима маслосистемы; - обрыв штока поршня и как следствие разрушение компрессора; - пожар при повреждении системы подачи газа; - нарушение герметичности газовых систем; - попадание жидкости в цилиндры поршневого компрессора.
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Общие требования</i></p> <p><i>ГОСТ 12.2.062-81 Оборудование производственное. Ограждения защитные</i></p> <p><i>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов</i></p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p>	<p><i>Физико-химическая природа вредных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенные уровни шума; - повышенные уровни вибрации. <p><i>Действие факторов на организм человека:</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> - ухудшение слуха; - влияние на нервную систему; - раздражение человека; - нарушение работы сердечно-сосудистой системы; - головные боли; - тошнота. <p>Средства коллективной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - шумопоглощающая изоляция; - звукоизолирующие кожухи; - активные средства виброзащиты. <p>Средства индивидуальной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - противошумные наушники; - противошумные вкладыши; - вибродемпфирующие перчатки; - рукавицы, нагрудники, специальные костюмы.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источник опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - быстродвижущиеся элементы; - патрубков подачи топлива; - маслосистема; -камера сжатия. <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защитные экраны; - термостойкие перчатки; - системы пожаротушения. <p>Причины проявления опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критическая температура компрессора; - накопление деформаций в штоке поршня; -нарушение герметичности системы. <p>Причины пожаров:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механическое повреждение топливного патрубка; - утечка газа. <p>Профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обучение пожарной ТБ; - контроль оборудования. <p>Первичные средства пожаротушения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - огнетушитель; - песок.
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Защита селитебной зоны: Учет санитарно-защитной зоны при строительстве газокompрессорных станций.</p> <p>Воздействие на атмосферу: Выбросы продуктов сгорания топлива, содержащие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продукты полного сгорания горючих компонентов топлива; - компоненты неполного сгорания топлива. <p>Воздействие на гидросферу: возможный разлив смазочно-охлаждающих жидкостей.</p> <p>Воздействие на литосферу: твердые бытовые отходы при техническом обслуживании и ремонте газокompрессорных установок.</p> <p>Решения по обеспечению экологической безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - соблюдение инструкций при операциях по наливу и сливу смазочно-охлаждающих жидкостей; - Все работники должны быть обучены безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90; - применение индивидуальных средств защиты по типовым отраслевым нормам при работе с нефтепродуктами.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; 	<p>Возможные ЧС на объекте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аварийная остановка при превышении рабочей температуры компрессора; - аварийная остановка при превышении уровня вибрации; -нарушение рабочего режима маслосистемы;

<ul style="list-style-type: none"> - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<ul style="list-style-type: none"> - обрыв штока поршня и как следствие разрушение компрессора; - пожар при повреждении системы подачи газа; -нарушение герметичности газовых систем; -попадание жидкости в цилиндры поршневого компрессора. <p>Превентивные меры по предупреждению ЧС: проведение эмпирических испытаний после получения результатов при моделировании процессов в программном комплексе является наиболее важной мерой на пути предупреждения чрезвычайной ситуации.</p> <p>Для повышения устойчивости поршневого компрессора к возможной ЧС необходимо перед изготовлением штоков провести ряд исследований с помощью ЭВМ.</p> <p>Также при применении иных материалов при изготовлении штока, следует произвести эмпирические исследования, выявляющие прочность тела из данного материала в процессе эксплуатации.</p> <p>В случае возникновения данной аварийной ситуации необходимо действовать согласно инструкции, предписанной данному предприятию на случай возникновения ЧС.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Правила безопасного ведения работ регламентируются ПБ 12-368-00 "Правила безопасности в газовом хозяйстве".</p> <p>Допуск к работе имеют лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, обученные безопасным методам и приемам работы, применению средств индивидуальной защиты, правилам и приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим и прошедшие проверку знаний в установленном порядке.</p> <p>К выполнению работ допускаются руководители, специалисты и рабочие, обученные и сдавшие экзамены на знание правил безопасности и техники безопасности, умеющие пользоваться средствами индивидуальной защиты и знающие способы оказания первой (доврачебной) помощи.</p> <p>Действующая с 1 января 2014 г. редакция ТК РФ определяет, что работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, положены следующие гарантии и компенсации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)сокращенная продолжительность рабочего времени с возможностью выплаты денежной компенсации за работу в пределах общеустановленной 40-часовой рабочей недели (ст. 92 ТК РФ); 2)ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам с возможностью выплаты компенсации за часть такого отпуска, превышающую минимальную продолжительность (ст. 117 ТК РФ); 3)повышенная оплата труда работников (ст. 147 ТК РФ).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2017г
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры	Невский Е.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Жабенцов Александр Андреевич		

5 Социальная ответственность

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена исследованию систем смазки поршневого компрессора корпорации «Ariel», компонентов данной системы, выявление возможных проблем и пути их устранения. В связи с этим данный раздел ВКР посвящен анализу возможных опасных и вредных факторов при работе с компрессорной установкой.

В качестве персонала рассматривается машинист технологических компрессоров.

Рабочим местом машиниста является машинный зал компрессорной установки.

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. Ведение ремонтных формуляров.

Основной целью раздела является рассмотрение оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

5.1 Описание рабочего места на предмет возникновения опасных и вредных факторов, вредного воздействия на окружающую среду

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные факторы производства» можно выделить следующие вредные факторы

производственной среды на газокompрессорной станции при работе с компрессорной установкой:

- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации.

Непосредственными источниками шума и вибрации являются компрессорная установка: поршневой компрессор и газопоршневой двигатель. В зависимости от мощности компрессорной установки частота вращения коленчатого вала может достигать 1000 об/мин, что значительно повышает шум подшипниковых узлов.

Оппозитное расположение поршней и их возвратно-поступательные движения создают сильную вибрацию и шум. Наличие даже минимального дисбаланса в технической системе многократно преумножается в сильные вибрации, которые воздействуют на машинистов, работающих в непосредственной близости от компрессорной установки.

К опасным факторам относятся следующие:

- повышенная температура маслосистемы;
- пожароопасность;
- наличие быстродвижущихся элементов.

Компрессорная установка включает в себя поршневой компрессор с приводом от газопоршневого двигателя, использующий природный газ в качестве топлива. Газ при смешении с воздухом образует взрывоопасную смесь. Утечки газа в машинном зале компрессорной установки могут достичь высокой концентрации и привести к взрыву и последующему пожару на предприятии.

Воздействие на окружающую среду оказывают выхлопной газ с механическими примесями, возможные разливы смазочно-охлаждающих жидкостей, твердые бытовые отходы, образуемые при ремонтных операциях компрессорной установки.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Влияние шума на слуховой анализатор проявляется в ауральных эффектах, которые, главным образом, заключаются в медленно прогрессирующем понижении слуха по типу неврита слухового нерва. В этом случае патологические изменения затрагивают в одинаковой степени оба уха.

У работников, работающих на шумном производствах, в первые годы проявляются неспецифические симптомы, характеризующие реакцию центральной нервной системы на действие шума: они жалуются на головную боль, повышенную утомляемость, шум в ушах и т.д. Субъективное ощущение снижения слуха обычно возникает значительно позже, причем аудиологические признаки поражения органа слуха можно выявить задолго до того момента, когда человек заметит, что стал слышать хуже. Пагубное воздействие оказывает даже шум, не ощущаемый ухом человека (находящийся за пределами чувствительности его слухового аппарата): инфразвуки, к примеру, вызывают чувство тревоги, боли в ушах и позвоночнике, а при длительном воздействии сказываются на нарушении периферического кровообращения.

Также шум влияет на производительность труда. Увеличение уровня шума на 1-2 дБ приводит к снижению производительности труда на 1%.

По ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» допустимый уровень шума на рабочем месте компрессорной установки составляет 80 дБ. Однако при работе установки уровень шума может достигать 110 дБ.

Для снижения вредного воздействия шума на организм человека необходимо применение коллективных и индивидуальных средств защиты.

Согласно ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация» внешнюю часть стен базы и поверхности цилиндров,

можно покрыть шумопоглощающей изоляцией. Также возможно применение звукоизолирующего кожуха.

В качестве средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 персонал необходимо снабдить противошумными наушниками, закрывающими ушную раковину снаружи, либо противошумными вкладышами, перекрывающими наружный слуховой проход и прилегающие к нему.

Воздействие вибрации на организм человека может привести к появлению вибрационной болезни, которая проявляется в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной систем, в поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций опорно-двигательного аппарата.

Воздействие локальной вибрации на организм человека приводит к головным болям, тошноте; оказывает воздействие на процесс кровообращения и нервные окончания.

По ГОСТ 26568-85 к коллективным средствам защиты от вибрации относятся активные средства виброзащиты.

К индивидуальным средствам защиты от вибрации относятся специальные вибродемпфирующие перчатки, рукавицы, нагрудники, специальные костюмы, обувь.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

В компрессорной установке основным рабочим органом является поршень, который компримирует газ. Поршень соединен со штоком, который через крейцкопф и шатун, приходит в движение от коленчатого вала. При неправильном режиме сепарации возможно попадание жидкой фракции в камеру сжатия и в результате деформация штока, повреждение установки и травмированные человека. В качестве средств защиты необходимо использовать защитные экраны, закрывающие непосредственно компрессорную установку по ГОСТ 12.2.062-81.

Маслосистема представлена совокупностью трубопроводов, охватывающих установку. Контакт с маслосистемой при работающей установке может привести к ожогам различной степени, в зависимости от времени контакта и температуры. В качестве средства защиты необходимо использовать термостойкие перчатки.

Причиной пожара может стать утечка газа, который компримируется компрессорной установкой. В качестве меры профилактики должны использоваться системы контроля загазованности. На компрессорной станции должна предусматриваться система пенного пожаротушения, состоящая из резервуара с водой, насосной станции, сети пенных трубопроводов. Также должен быть противопожарный трубопровод с установленными гидрантами. Обязательно наличие огнетушителей на территории компрессорной станции.

5.4 Охрана окружающей среды

Защита селитебной зоны

При строительстве компрессорных станций, в которых в качестве привода поршневых компрессоров используются газопоршневые двигатели, учитываются нормы санитарно-защитной зоны согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Для снижения неблагоприятного воздействия на организм человека и на окружающую среду для станции данная зона составляет 500м.

С целью уменьшения загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами, выделяемыми газопоршневыми двигателями, размещение станций осуществляется с учетом господствующего направления ветра, чтобы уменьшить попадание веществ, загрязняющих атмосферный воздух, на селитебную зону.

Воздействие на атмосферу

Газопоршневой двигатель компрессорной установки использует в качестве топлива природный газ, который представляет собой смесь продуктов сгорания с избыточным горением. В общем случае продукты сгорания могут содержать:

- продукты полного сгорания горючих компонентов топлива;
- компоненты неполного сгорания топлива.

Выхлопные газы с продуктами неполного сгорания загрязняют атмосферу. Частицы, содержащиеся в выхлопном газе, наносят вред здоровью человека, попадая в органы дыхания. Для снижения концентрации вредных веществ выхлопных газов необходима более тщательная подготовка топливного газа, для снижения содержания механических примесей.

Воздействие на гидросферу

Возможным воздействием может являться разлив смазочно-охлаждающих жидкостей, а также отработанного масла компрессорной установки в случае несоблюдения правил замены жидкостей и их транспортировки.

Воздействие на литосферу

Работа компрессорной установки подразумевает осуществление регулярного технического обслуживания. Замена отработавших материалов и узлов приводит к образованию твердых отходов производства (металлолом, фторопласт, прочий бытовой и технический мусор). Для утилизации бытовых отходов применяются полигоны твердых бытовых отходов.

Решения по обеспечению экологической безопасности

При выполнении работ по наливу, сливу, зачистке транспортных средств и хранилищ следует соблюдать инструкции и правила техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, разработанные для каждого предприятия с учетом специфики производства.

Работающие с нефтепродуктами должны быть обучены безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90.

При работе с отработанными нефтепродуктами, являющимися легковоспламеняющимися и ядовитыми веществами, необходимо применять индивидуальные средства защиты по типовым отраслевым нормам.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды нефтепродуктами, уменьшения пожарной опасности и улучшения условий труда рекомендуются установки герметичного налива и слива, стационарные шланговые устройства, системы автоматизации процессов сливно-наливных операций.

Режим слива и налива нефтепродуктов, конструкция и условия эксплуатации средств хранения и транспортирования должны удовлетворять требованиям электростатической искробезопасности по ГОСТ 12.1.018-93.

Устройства полигонов твердых бытовых отходов должны организовываться в соответствии с СанПиНом 2.1.7.722-98.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных ЧС на объекте

Возможные ЧС на объекте:

- аварийная остановка при превышении рабочей температуры компрессора;
- аварийная остановка при превышении уровня вибрации;
- нарушение рабочего режима маслосистемы;

- обрыв штока поршня и как следствие разрушение компрессора;
- пожар при повреждении системы подачи газа;
- нарушение герметичности газовых систем;
- попадание жидкости в цилиндры поршневого компрессора.

Наиболее типичной ЧС является обрыв штока поршня и как следствие разрушение компрессора.

Описание превентивных мер по предупреждению ЧС

Так как в процессе моделирования невозможно учесть всех факторов, влияющих на шток, то при смене его материала могут возникнуть некоторые неполадки, вызванные данными упущениями, которые в дальнейшем могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. А потому рекомендуется провести детальные практические испытания данных образцов с целью предупреждения подобных эксцессов.

Описание мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС

Одной из главных причин поломки штока является неправильный режим работы компрессорной установки, в следствии чего не отбившаяся в сепараторе жидкость попадает в цилиндр и происходит деформация штока. Поэтому с целью повышения устойчивости объекта к данному виду ЧС следует выбирать оптимальный режим работы компрессорной установки в целом, также материал штока с повышенным запасом прочности.

В случае возникновения данной аварийной ситуации необходимо действовать согласно инструкции, предписанной данному предприятию на случай возникновения ЧС.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Компрессорная станция является объектом повышенной опасности для всего персонала, а также объектом, на котором установлено

дорогостоящее оборудование, эксплуатировать которое должны специалисты предприятия, которые прошли обучение и имеют допуск к работе оборудования, транспорта, а также знают, как действовать в случаях аварий, в нештатных ситуациях.

Правила безопасного ведения работ регламентируются ПБ 12-368-00 "Правила безопасности в газовом хозяйстве", который разработан в соответствии с "Положением о Федеральном горном и промышленном надзоре России" и учитывают требования Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.97 N 116-ФЗ, а также других действующих нормативных документов.

Допуск к работе имеют лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, обученные безопасным методам и приемам работы, применению средств индивидуальной защиты, правилам и приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим и прошедшие проверку знаний в установленном порядке.

Лица женского пола могут привлекаться к проведению отдельных газоопасных работ, предусмотренных технологическими регламентами и инструкциями и допускаемых законодательством о труде женщин.

К выполнению работ допускаются руководители, специалисты и рабочие, обученные и сдавшие экзамены на знание правил безопасности и техники безопасности, умеющие пользоваться средствами индивидуальной защиты и знающие способы оказания первой помощи.

Первичное обучение рабочих безопасным методам и приемам труда; руководителей и специалистов, лиц, ответственных за безопасную эксплуатацию газового хозяйства и ведение технического надзора, а также лиц, допускаемых к выполнению газоопасных работ, должно проводиться в организациях, имеющих соответствующую лицензию.

Основным органом государственного надзора и контроля за состоянием охраны труда является Федеральная служба по труду и занятости. В ее структуру входят Управление надзора и контроля за соблюдением законодательства о труде, территориальные органы по государственному надзору и контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, государственные инспекции труда субъектов Российской Федерации.

Действующая с 1 января 2014 г. редакция ТК РФ определяет, что работникам, занятым на работах с вредными и опасными условиями труда, положены следующие гарантии и компенсации:

1) сокращенная продолжительность рабочего времени с возможностью выплаты денежной компенсации за работу в пределах общеустановленной 40-часовой рабочей недели (ст. 92 ТК РФ);

2) ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам с возможностью выплаты компенсации за часть такого отпуска, превышающую минимальную продолжительность (ст. 117 ТК РФ);

3) повышенная оплата труда работников (ст. 147 ТК РФ).

Вывод: в данном разделе проведен анализ вредных факторов таких как повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации. Выявлены опасные факторы: повышенная температура маслосистемы, пожароопасность, взрывоопасность, наличие быстродвижущихся элементов, работа с опасными веществами. К чрезвычайным ситуациям можно отнесли деформацию и обрыв штока поршневого компрессора.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были проанализированы строение и принцип работы компрессорной установки, рассмотрены системы смазки компрессора «Ariel», компоненты данных систем.

Выявлена проблема лубрикаторной смазки, связанная с отсутствием информации о неисправной линии, предложен вариант ее решения - это внедрения мембраны. Проведен расчёт смазки подшипника скольжения под давлением, предложена рекомендация по увеличению давления масла на входе в подшипник для обеспечения полноценного отвода тепла смазкой.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен SWOT-анализ проекта с определением его сильных и слабых сторон, а также с определением угроз и возможностей при его осуществлении.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ возможных вредных факторов (например, повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации). В качестве опасных факторов выявлены повышенная температура маслосистемы, пожароопасность, наличие быстровращающихся механизмов.

Список использованных источников

1. Чернавский С.А. Подшипники скольжения: Москва, Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. 1963. -243 с.
2. Биттнер Э., Семерка Б., Бичевой Р., «40 лет лидеру поршневого компрессоростроения»//Компрессорная техника и пневматика 2006. №4 с. 12 - 18
- 3.Семерка Б., Шестоперов И., (Корпорация Ариель, США), Флейшман И., Буланов С. (Инженерный центр «Энергосервис») // Ред. 12.05.2016, Труды 15 международного симпозиума по компрессорам, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Политехнический Университет, 2010, стр. 52 – 62
4. Френкель М.И. Поршневые компрессоры: учебник – Москва: Л.: Машиностроение, 1969. — 744 с.
5. Тыркин Б. А., Шумаков В. В. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов: учебник – Москва: Высшая школа, 1985. – 247 с.
6. Ястребова Н. А., Кондаков А. И., Спектор Б. А. Технология промышленного ремонта компрессорных машин. Обзорная информация. М.: ЦИНТИхимнефтемаш. 1987. - 42 с.
7. Ведерников М. И. Компрессорные и насосные установки химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Высшая школа. 1987. - 247 с.
8. Селезнев К. П., Нуждин А. С., Федоренко Н. Д. Состояние и перспективы развития компрессоростроения. // Химическое и нефтяное машиностроение. 1989. 8. с.2-5.
9. Фотин Б. С., Пирумов И. Б., Прилуцкий И. К., Пластинин П. И.; Под ред. Б. С. Фотина Поршневые компрессоры: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки» / — Л.: Машиностроение. Ленингр. 1987. — 372 с.: ил.
10. Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services/ API Standard 618. Fifth edition, December 2007. API Energy, 190 p.

11. Ариель – лидер поршневого компрессоростроения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.petroleumjournal.kz//index.php?aid1=59&aid2=300&id=720&outlang=1&p=article>.
12. Классификация и конструкции стационарных воздушных поршневых компрессоров [Электронный ресурс]. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=3759>.
13. Насос и компрессоры [Электронный ресурс]. URL: <http://ifreestore.net/3301/#2>.
12. «Mobile Compressor packadges offer operating flexibility». «Compressor Tech» magazine, June 2009, pp. 48-51
14. TransCanada Pipelines Calls on Enerflex Manufacturing For Higher Horsepower «Transfer» Compressors», «Compressor Tech» magazine, July-August 1997, pp-108-109.
15. Системы смазки поршневых компрессоров [Электронный ресурс]. URL: <http://studopedia.org/1-52835.html>
16. Руководство по эксплуатации компрессоров моделей: JGZ и JGU Системы смазки поршневых компрессоров [Электронный ресурс]. URL: <http://libed.ru/knigi-nauka/878833-3-ariel-oppozitnie-kompressori-dlya-tyazhelih-usloviy-raboti-rukovodstvo-ekspluatacii-kompressorov-modeley-jgz.php/#1>
17. Поршневой компрессор [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Поршневой_компрессор
18. Седых А.Д. «Развитие и опыт эксплуатации компрессорной техники в газовой промышленности». Труды пятого международного симпозиума «Потребители-производители компрессоров и компрессорного оборудования» С-Пб.1999, с.13-18.