

**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»  
Кафедра теоретической и прикладной механики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Использование компрессоров для подготовки инертного и инструментального газов</b>

УДК 661.939:621.51

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Швец Анатолий Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. ТПМ	Щедривый К.В.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Невский Е.С.	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

**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»  
Уровень образования бакалавр  
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:	01.06.17
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.05.17	<i>Теоретическая часть работы</i>	50
15.05.17	<i>Расчетная часть работы</i>	40
30.05.17	<i>Устранение недочетов в работе</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель каф.ТПМ	Щедриный.К.В.	-		

**СОГЛАСОВАНО:**

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

## Планируемые результаты обучения ООП

Код Результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Общекультурные компетенции</b>		
P1	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

P5	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<b>Профессиональные компетенции</b>		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, 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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
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 <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

P13	<p>Готовность составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p>
P14	<p>Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-25), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4; п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p>
P15	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в нефтегазовом производстве.</p>	<p>Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.8; п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i></p>

**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»  
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	Швец Анатолию Сергеевичу

Тема работы:

Компрессоры в системе получения инертного газа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.03.17, №2305/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.17
--	----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Исследование роли компрессоров в системе получения инертного газа. Стационарный воздушный компрессор GA-250-13 производительностью 1900 нм<sup>3</sup>/ч, предназначенный для сжатия воздуха до 13 бар (1,3 МПа)</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области;</li> <li>2. Обзор оборудования участвующего в процессе производства азота;</li> <li>3. Расчет и подбор оборудования;</li> <li>4. Финансовый менеджмент;</li> <li>5. Социальная ответственность</li> <li>6. Заключение.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема системы инертного газа, схема расположения оборудования.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения</b>	<p>Антонова И.С.</p> <p>доцент, к.э.н</p>
<b>Социальная ответственность</b>	<p>Невский Е.С.</p> <p>ассистент</p>

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

—

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	06.02.17
---	----------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель каф.ТПМ	Щедриный.К.В.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Швец.А.С.		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа 97 с., 22 рис., 16 табл., 15 источников.

Ключевые слова: азот, компрессор, система инертного газа, мембранный блок, адсорбент, установка получения азота.

Объектом исследования является система получения инертного газа.

Цель работы – расчет и подбор компрессора для подготовки инертного газа.

Задачи:

- 1) определение потребности в инертном газе и сжатом воздухе;
- 2) определение требуемых мощностей оборудования;
- 3) подбор оборудования;
- 4) изучение вопросов эксплуатации и ремонта компрессора для получения инертного газа.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были проанализированы способы получения азота в промышленности, а именно получение азота с помощью адсорбционного, мембранного и криогенного способа. Были выявлены их преимущества и недостатки. Также было изучено оборудование для системы инертного газа, подробно расписаны виды и роль компрессоров в системе получения азота. В расчетной части было рассчитано и подобрано оборудование для установки мембранного типа, дано описание и анализ винтового компрессора Atlas Copco GA-250-13 и поршневого компрессора GIB 15.3-11-5. Предложена схема расположения оборудования.

## **Abstract**

Final qualifying work is 97 pages, 22 figures, 16 tables. 15 sources.

Keywords: nitrogen, compressor, inert gas system, membrane block, adsorbent, installation of receiving nitrogen.

Object of a research is the system of inert gas

The purpose of work - calculation and selection of the compressor for preparation of inert gas.

During performance of final qualification work ways of receiving nitrogen in the industries, namely receiving nitrogen by means of the adsorptive, membrane and cryogenic way have been analysed. Their advantages and shortcomings have been revealed. Also the equipment for system of inert gas has been studied, types and a role of compressors in system of receiving nitrogen are in detail painted. In a settlement part the equipment for installation of membrane type has been calculated and picked up, the description and the analysis of the screw Atlas Copco GA-250-13 compressor and the piston GIB 15.3-11-5 compressor is given.

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

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

КРС – капитальный ремонт скважин

КЦА – короткоцикловая адсорбция

НД – азот низкого давления

ВД – азот высокого давления

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

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

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования

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

## Оглавление

Введение.....	13
1. Обзор Литературы.....	14
1.1.Обзор процессов.....	17
1.2 Назначение инертного газа .....	25
2.Оборудование в системе получения азота.....	26
2.1 Компрессоры .....	28
2.2осушители сжатого воздуха .....	43
2.3 Ресиверы.....	45
2.4 Разделители.....	46
2.5 Баллоны, емкости.....	48
3 Расчетная часть.....	49
3.1 Определение расхода азота.....	49
3.2 Определение расхода воздуха.....	51
3.3 Подбор оборудования.....	52
3.4 Расположение оборудования .....	56
4 Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	58
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	58
4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	66
4.3 Бюджет научно-технического исследования .....	72
4.4 Определение ресурсоэффективности проекта .....	80

5 Социальная ответственность .....	83
5.1 Опасные и вредные производственные факторы .....	84
5.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды....	85
5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .....	87
5.4 Охрана окружающей среды .....	88
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	90
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	92
Заключение .....	95
Список использованных источников .....	96

## Введение

На сегодняшний день азот используется почти во всех сферах нашей жизни, а именно: в химической и нефтехимической, нефтегазовой, металлургической, лакокрасочной промышленности, медицине и фармацевтике, электронной, пищевой промышленности. Такой обширный перечень показывает, насколько широко азот и азотные установки используются в разных отраслях производства.

Его применение - наиболее эффективное и перспективное направление развития современных способов освоения скважин, для операций по вытеснению остатков нефти, для нужд технологического комплекса, проведению КРС, для испытания и продувки трубопроводов, пожаротушения (создание инертной среды). Работа посвящена исследованию вопросов подготовки и использования инструментального воздуха и инертного газа в технологических процессах добычи и подготовки углеводородного сырья. В работе рассмотрены вопросы технологии получения технических газов: азот, сжатый воздух, оборудование, используемое для их производства. Подробно рассмотрены вопросы использования компрессоров при получении инертного газа. Целью работы является расчет и подбор компрессора для подготовки инертного газа. В качестве задач можно выделить следующие:

- а) определение потребности в инертном газе и сжатом воздухе;
- б) определение требуемых мощностей оборудования;
- в) подбор оборудования;
- г) изучение вопросов эксплуатации и ремонта компрессора для получения инертного газа.

## 1. Обзор литературы

Сегодня, азот – это наиболее эффективное и перспективное направление развития современных способов освоения скважин, для операций по вытеснению остатков нефти, для нужд технологического комплекса, проведению КРС, для испытания и продувки трубопроводов, пожаротушения (создание инертной среды). Инертный двухатомный газ азот является одним из самых распространенных химических элементов во Вселенной. Из него на 75 % по массе состоит атмосфера Земли. В работе [6] автором были изложены основы производства кислорода, азота и редких газов, приведены сведения о вспомогательных материалах, описано оборудование, аппаратура и процессы получения этих газов из воздуха, рассмотрены методы контроля производства и правила техники безопасности. Даны схемы и технические характеристики новых, освоенных промышленностью в последние годы, установок для разделения воздуха. Работа [2] является более обширной, суммирующей основные особенности химии всех химических элементов. Она охватывает вводные разделы и сведения по VII, VI, V, IV группам периодической системы, а также инертным газам (включая их основные соединения).

Система инертного газа предназначена для обеспечения объекта сжатым азотом низкого и высокого давления, который используется для нужд технологического, бурового и энергетического комплексов. Под системой инертного газа подразумевается установка для выработки инертного газа и система распространения инертного газа, а также стационарные и переносные измерительные устройства и приборы контроля. Установка по производству азота – это установка, используемая для получения азота из атмосферного воздуха. Представляет она собой целый комплекс оборудования, которое необходимо для производства азота.

Нужные значения концентрации азота в продукционном газе могут быть выставлены без конструктивных изменений в установке. В целом же, установка может производить азот с чистотой до 99,999%.

Установка по производству азота в основе имеет генератор азота (работающий по принципу короткоцикловой безнагревной адсорбции) и систему фильтров с компрессором. Также в установку включаются воздушные ресиверы, которые сглаживают пульсации давления. Отводчики конденсата первично очищают сжатый воздух от лишних примесей. По мере надобности установка может комплектоваться ресивером для азота, а также дожимающим компрессором. Установка по производству азота может функционировать на основе одной из технологий газоразделения: мембранной, адсорбционной или же криогенной. В работе [1] подробно рассмотрены системы инертизации и дегазации, операции с системами инертизации, эксплуатация и техническое обслуживание системы инертного газа, обеспечение безопасности при применении инертного газа, нормативные положения, касающиеся применения инертного газа и технических требований к системам.

Адсорбционная технология предполагает связывание отдельных элементов смеси твердым адсорбирующим веществом благодаря силам взаимодействия между молекулами газа и адсорбента. Азотные установки адсорбционного типа дают возможность получать азот чистотой до 99,9995 %

Мембранная технология основана на разнице скоростей проникновения отдельных газов через мембранную поверхность. Здесь решающей является разница парциального давления на противоположных сторонах стенки мембраны.



Мембраны очень устойчивы к вибрациям и ударам, химически инертны к воздействию масел и нечувствительны к влаге, функционируют в широком диапазоне температур от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Криогенная технология. В основе работы криогенных установок разделения воздуха лежит метод низкотемпературной ректификации, базирующийся на разности температур кипения компонентов воздуха и различии составов находящихся в равновесии жидких и паровых смесей. Криогенный метод - единственный метод, который обеспечивает высокую чистоту продуктов разделения, что немаловажно, при высоком коэффициенте извлечения, и любом количестве продукта, что обуславливает высокую экономичность. При этом метод позволяет одновременно получать несколько продуктов разделения и получать продукты, как в виде газа, так и в виде жидких продуктов. Таким образом, криогенная технология обеспечивает более высокую гибкость технологии. В работе [5] рассматриваются основные технологические процессы и аппараты химической промышленности - гидромеханические, тепловые, массообменные, химические и механические. Изложены теоретические основы типовых процессов химической технологии, принципы действия важнейших аппаратов и методы их расчета.

Автором работы [3], были рассмотрены основные составляющие азотных установок, дана информация о каждом оборудовании, таком как: генератор азота, воздушный компрессор, воздушные фильтры, осушитель воздуха, воздушная емкость, буферная емкость азота, технологический резервуар.

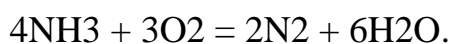
В работе [2] описаны все основные и распространенные способы получения азота, как с помощью оборудования, так и в лаборатории, расписаны все комплектующие азотных установок, приведены примеры и чертежи.

## 1.1 Обзор процессов

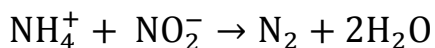
Инертный двухатомный газ азот является одним из самых распространенных химических элементов во Вселенной. Из него на 75 % по массе состоит атмосфера Земли. Азот в нормальных условиях (760 мм рт. ст., 0 °С) представляет собой бесцветный и безвкусный газ, не имеющий запаха и плохо растворяющийся в воде. После охлаждения до -198,5 °С в виде жидкого вещества он внешне очень похож на обычную воду. При дальнейшем охлаждении до -209,86 °С азот переходит в твердое агрегатное состояние в виде кристаллоподобной массы.

Химические свойства азота в целом обуславливаются его инертностью. В нормальных условиях он практически не способен к диссоциации на отдельные атомы и реакции с другими элементами. Исключением является реакция азота с литием с образованием нитрида лития. При нагревании возможно получение более обширного перечня химических соединений. Рассмотрим способы получения азота. В лабораториях можно получить небольшое количество азота следующими методами:

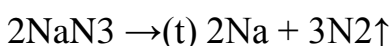
1) в процессе окисления аммиака или иона аммония,



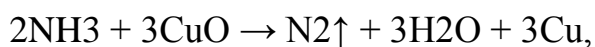
2) при окислении иона аммония нитрит – ионом



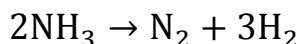
3) посредством разложения при нагревании азидов,



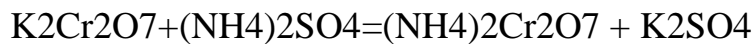
4) при разложении аммиака оксидом меди при температуре около 700 С:



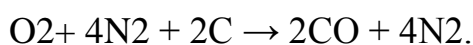
5) каталитическим разложением аммиака при высоких температурах



6) при нагревании смеси сульфата аммония и дихромата калия в соотношении 1:2;



7) при реакциях воздуха и раскаленного кокса можно получать «атмосферный» или «воздушный» азот, который представляет собой смесь азота и благородных газов.



Один из самых распространенных способов - это получение азота из атмосферы. Этот способ обусловлен, прежде всего, экономически, поскольку характеризуется сжижением очищенного воздуха от паров воды, пыли и  $\text{CO}_2$  за счет последовательности циклов его сжатия, охлаждения и расширения. Затем проводится фракционная перегонка жидкого воздуха при плавном увеличении температуры. Сначала отделяются благородные газы, потом азот, а жидкий кислород остается. Многочисленные процессы фракционирования обеспечивают его очистку. Так, ежегодно производится азот в количестве многих миллионов тонн, который используется, главным образом, в синтезе аммиака – исходного сырья в производстве соединений с азотом, используемых в сельском хозяйстве и промышленности. Очищенная азотная атмосфера может также использоваться в случаях, когда нельзя допускать присутствия кислорода. Получение азота из воздуха считается промышленным процессом. Вначале воздух проходит охлаждение, его сжижают, и уже жидкий он подвержен дистилляции, другими словами перегонке. Азот кипит при температуре ниже, чем температура кипения кислорода. Температура кипения азота –  $195,8\text{ }^\circ\text{C}$ , а кислорода –  $182,9\text{ }^\circ\text{C}$ .

Таким образом, если очень осторожно нагревать жидкий воздух, азот испарится первым. Азот в газообразном виде потребителям доставляют в сжатом виде (15 МПа или 150 атм.). По госту баллоны должны быть черного цвета и иметь надпись «азот» желтого цвета. Жидкий азот хранится в сосудах Дюара.

Для получения азота в промышленности применяют установки по производству азота. Установка по производству азота – это установка, используемая для получения азота из атмосферного воздуха. Представляет она собой целый комплекс оборудования, которое необходимо для производства азота. Нужные значения концентрации азота в продукционном газе могут быть выставлены без конструктивных изменений в установке. В целом же, установка может производить азот с чистотой до 99,999%. Установка по производству азота в основе имеет генератор азота и систему фильтров с компрессором. Также в установку включаются воздушные ресиверы, которые сглаживают пульсации давления. Отводчики конденсата первично очищают сжатый воздух от лишних примесей. По мере надобности установка может комплектоваться ресивером для азота, а также дожимающим компрессором. Установка по производству азота может функционировать на основе одной из технологий газоразделения: мембранной, адсорбционной или же криогенной.

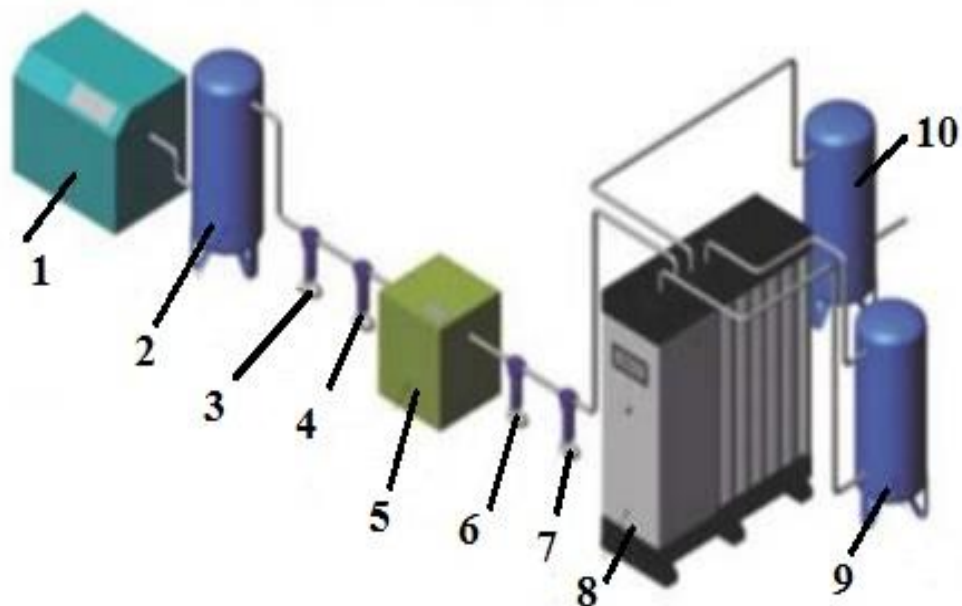


Рисунок 1 - Схема установки в сборе

1. Компрессор; 2. Емкость сжатого воздуха; 3. - 7. Осушитель воздуха и фильтры; 8. Генератор азота; 9. Регенеративная ёмкость; 10. Буферная емкость азота.

**Адсорбционная технология** предполагает связывание отдельных элементов смеси твердым адсорбирующим веществом благодаря силам взаимодействия между молекулами газа и адсорбента. Наиболее распространенные азотные установки адсорбционного типа – это установки безнагревной короткоцикловой адсорбции. Схема организации процесса, применяемая в азотных установках с такими системами, основана на регулировании скорости поглощения компонентов разделяемой газовой смеси и регенерации адсорбента путём изменения давления в двух адсорберах — сосудах, содержащих адсорбент. Этот процесс протекает при температуре, близкой к комнатной.

При использовании этой схемы азот производится установкой при давлении выше атмосферного.

Процесс короткоцикловой адсорбции (КЦА) в каждом из двух адсорберов состоит из двух стадий. На стадии поглощения происходит улавливание адсорбентом преимущественно одного из компонентов газовой смеси с получением продуктового азота. На стадии регенерации поглощённый компонент выделяется из адсорбента и отводится в атмосферу. Далее процесс повторяется многократно.

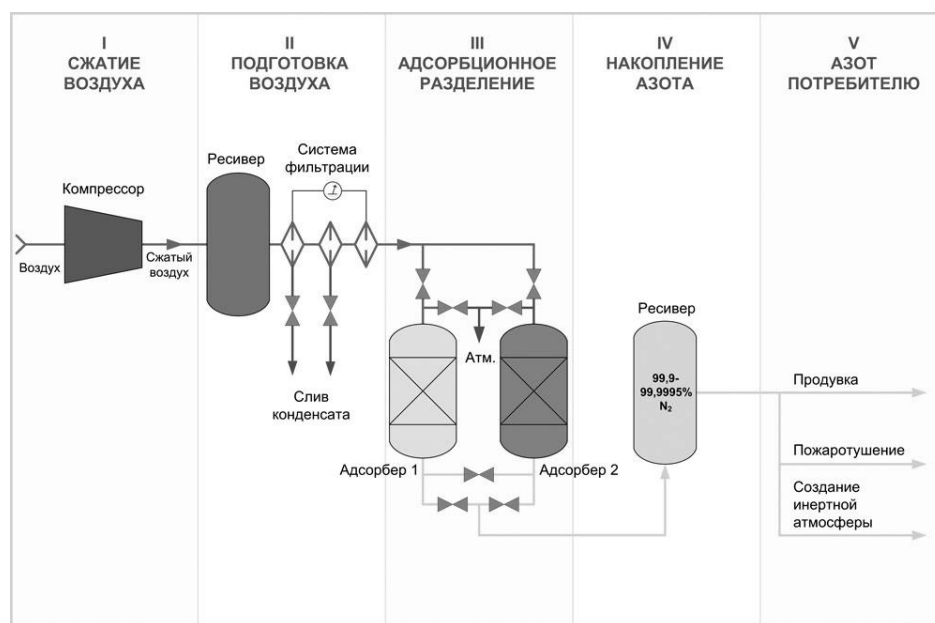


Рисунок 2 - Схема и принцип работы адсорбционной установки

Преимущества: азотные установки адсорбционного типа дают возможность получать азот чистотой до 99,9995 %. Такая чистота азота может быть получена также криогенными системами, но они значительно сложнее и оправданы только при очень большом объёме производства. А также - минимальные эксплуатационные затраты, высокая степень надёжности и безотказности, небольшие габариты и вес полная автоматизация, простота в эксплуатации, быстрый запуск и остановка установки, большой ресурс работы установок.

Недостатки: повышенное содержание парообразной влаги вызывает снижение эффективности работы адсорбента, в связи с чем обязательно требуется установка фреонового осушителя сжатого воздуха, а лучше, для продления срока службы адсорбента, установить адсорбционный осушитель. Конструкция адсорбционных установок сложнее, чем мембранных, что означает и большую, при прочих равных, вероятность возникновения неполадок. Получение азота от 100 до 3 000 м<sup>3</sup>/час при чистоте продукта 99,9%.

**Мембранная технология** основана на разнице скоростей проникновения отдельных газов через мембранную поверхность. Здесь решающей является разница парциального давления на противоположных сторонах стенки мембраны. В таких установках отсутствуют движущиеся части, что обеспечивает надежность. Мембраны довольно устойчивы к вибрациям и ударам, а также практически не подвержены воздействию влаги и масел. Они могут применяться в диапазоне рабочих температур от -40 до +60С.

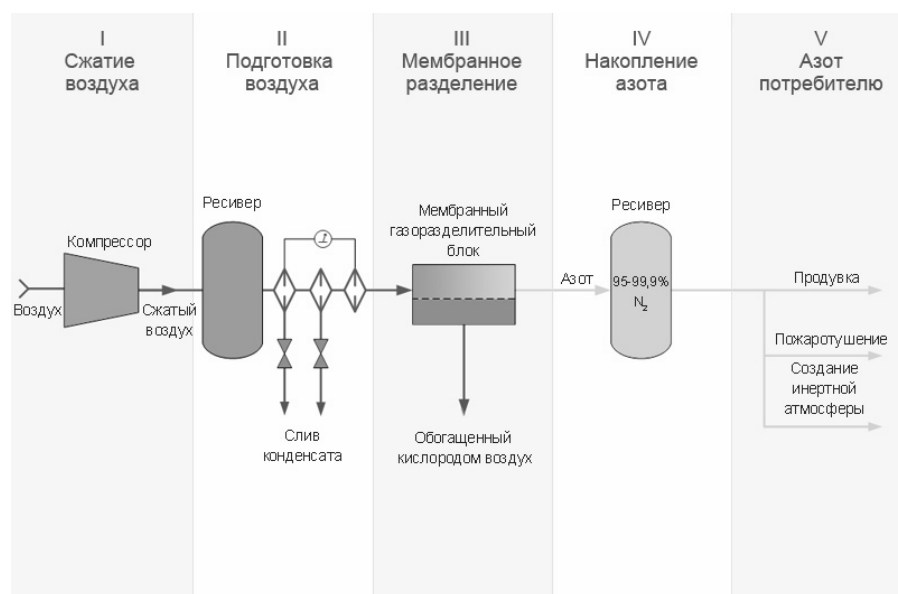


Рисунок 3 - Схема и принцип работы мембранной установки

Преимущества: в газоразделительных блоках полностью отсутствуют движущиеся части, что обеспечивает надёжность установок. Мембраны очень устойчивы к вибрациям и ударам, химически инертны к воздействию масел и нечувствительны к влаге, функционируют в широком диапазоне температур от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При соблюдении условий эксплуатации ресурс мембранного блока составляет от 130 000 до 180 000 часов (15-20 лет непрерывной работы).

Недостатки: деградация мембран, т.е. утрата, снижение производительности мембранного картриджа. Также относительно низкая чистота получаемого азота, мембранная установка способна вырабатывать азот с чистотой 99,5...99,9%, она потребляет намного больше сжатого воздуха (и, следовательно, электроэнергии), чем адсорбционная, что делает её эксплуатацию экономически невыгодной.

Получение азота от 10 до 5000  $\text{nm}^3/\text{час}$ , при концентрации 95 - 99,8 %.

**Криогенная технология.** В основе работы криогенных установок разделения воздуха лежит метод низкотемпературной ректификации, базирующийся на разности температур кипения компонентов воздуха и различии составов находящихся в равновесии жидких и паровых смесей. В процессе разделения воздуха при криогенных температурах между находящимися в контакте жидкой и паровой фазами, состоящими из компонентов воздуха, осуществляется массо- и теплообмен. В результате паровая фаза обогащается низкокипящим компонентом (компонентом, имеющим более низкую температуру кипения), а жидкая высококипящим компонентом. Таким образом, поднимаясь по ректификационной колонне вверх, пар обогащается низкокипящим компонентом – азотом, а стекающая вниз жидкость насыщается высококипящим компонентом – кислородом.



У криогенных установок более длительный период запуска, поэтому такая технология лучше подходит для стационарных масштабных комплексов.



Рисунок 4 - Криогенная станция получения азота

Преимущества: криогенный метод - единственный метод, который обеспечивает высокую чистоту продуктов разделения, что немаловажно, при высоком коэффициенте извлечения, и любом количестве продукта, что обуславливает высокую экономичность. При этом метод позволяет одновременно получать несколько продуктов разделения и получать продукты, как в виде газа, так и в виде жидких продуктов. Таким образом, криогенная технология обеспечивает более высокую гибкость технологии.

Недостатки: к недостаткам криогенных установок можно отнести более длительный, по сравнению с адсорбционными и мембранными установками, пусковой период. В силу чего данный метод целесообразно применять для крупных стационарных комплексов большой производительности с длительным периодом непрерывной работы. Получение азота до 200 000  $\text{м}^3/\text{час}$ .

## 1.2. Назначение инертного газа

С помощью сжатого азота нефтегазовая промышленность решает те задачи, в которых требуются давление, и обеспечение взрывобезопасности и пожаробезопасности.

К таким задачам относятся:

- проверка надежности емкостей под давлением и трубопроводов (с помощью закачивания в них инертного азота);
  - продувка азотом трубопроводов и емкостей, осушение и удаление кислорода с целью предотвращения их коррозии;
  - тушение подземных пожаров и прочих возгораний в закрытых объемах азотом (в отличие от воды без ущерба месторождению или помещению);
  - использование сжатого азота для работы пневмооборудования;
  - выравнивание давления между технологическими емкостями, создание инертной газовой подушки над агрессивными жидкостями в резервуарах.
- Продувка поршневого компрессора
  - На сухие газодинамические уплотнения

## 2.Оборудование

Самым распространенным методом получения азота, является мембранный метод. В мембранных установках отсутствуют движущиеся части, что обеспечивает надежность. Мембраны довольно устойчивы к вибрациям и ударам, а также практически не подвержены воздействию влаги и масел. Мембранная установка обладает производительностью от 10 до 5000нм<sup>3</sup>/ч, при чистоте азота от 95% до 99,8%, а при соблюдении условий эксплуатации, ресурс мембранного блока составляет 15-20 лет непрерывной работы. Поэтому целесообразно применять установки данного типа на производстве. Далее будет рассмотрено оборудование для мембранной установки.

Система инертного газа предназначена для обеспечения объекта сжатым азотом низкого и высокого давления. Под системой инертного газа подразумевается установка для выработки инертного газа и система распространения инертного газа вместе со средствами предотвращения противотока газов, а также стационарные и переносные измерительные устройства и приборы контроля.

В состав системы инертного газа входит:

- компрессор воздуха низкого давления;
- воздухохоборник, состоящий из ресиверов;
- блок осушки сжатого воздуха;
- мембранные газоразделительные блоки;
- азотосборник, состоящий из ресиверов;
- дожимной компрессор азота;
- блок баллонов с азотом;

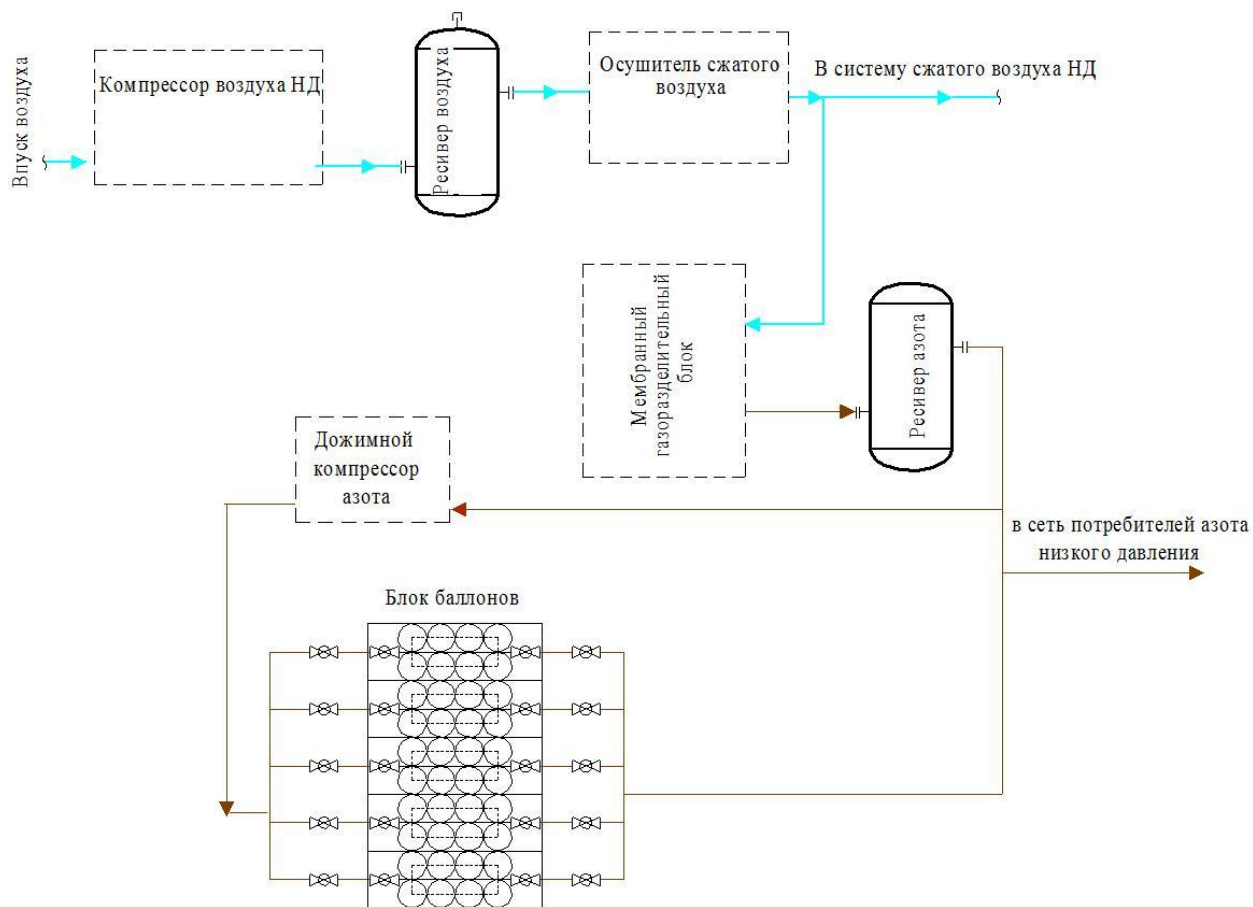


Рисунок 5 - Схема работы системы инертного газа

## 2.1 Компрессоры

На сегодняшний день существует большое множество моделей компрессоров, вариантов их исполнения и применения. Компрессоры различаются по давлению, по производительности, по рабочей среде (сжимаемому веществу) в том числе и по условиям окружающей среды. Каждый компрессор имеет свои конструктивные особенности, технические и рабочие характеристики. Компрессоры могут быть одноступенчатыми и многоступенчатыми. Компрессор – это промышленный агрегат, который используют для сжатия и подачи различных газов и воздуха под давлением. Компрессоры широко используются в различных технологических процессах практически во всех отраслях производства. Сфера применений – это тяжелое машиностроение, различные добывающие отрасли, химическая, газовая, металлургическая, нефтехимическая и другие отрасли. Простейший принцип нагнетания воздуха начал использоваться человеком еще много веков назад, к примеру, в кузнечном меху. Несмотря на то, что к настоящему времени существует большое количество типов компрессоров, сам принцип сжатия воздуха в них не изменился. Разнообразие компрессорного оборудования достигается за счет различного конструктивного исполнения. Развитие техники и появление новых технологий стало требовать вначале специальных условий сжатия воздуха и определенных его характеристик на выходе, а затем возникла необходимость и работы с другими газами, в том числе взрывоопасными и токсичными. Наиболее общая классификация компрессоров проводится по используемому в них принципу нагнетания газа, в связи с чем выделяют два типа:

- объемные компрессоры;
- динамические компрессоры.

Объемные компрессоры работают за счет последовательного наполнения рабочей камеры газом и дальнейшего его сжатия за счет принудительного уменьшения доступного объема рабочей камеры. Для предотвращения обратного хода газа используется система клапанов, поочередно открывающихся и закрывающихся в фазах заполнения и опорожнения камеры. В свою очередь динамические компрессоры увеличивают давление газа путем передачи ему кинетической энергии, которая затем частично переходит в потенциальную энергию давления.

Реализация одного и того же принципа сжатия в компрессорах может быть осуществлена различными способами, отличающимися друг от друга характеристиками получаемого сжатого газа, условиями сжатия и т.д. Это позволяет максимально адаптировать устройство под конкретную задачу.

Объемные компрессоры подразделяют на следующие основные группы:

- поршневые;
- винтовые;
- шестеренчатые;
- роторно-пластинчатые;
- мембранные;
- жидкостно-кольцевые.

Поршневые компрессоры появились одними из первых и как нельзя лучше отражают принцип действия объемных компрессоров. Кривошипно-шатунный механизм, приводимый в движение валом, обеспечивает возвратно-поступательное движение поршня в цилиндре. Тем самым рабочая камера, ограниченная поршнем и цилиндром, последовательно изменяет свой объем в зависимости от положения поршня.

Система односторонних клапанов предотвращает протечку газа в обратном направлении. Конструктивные особенности так же позволяют разделить эти устройства на подгруппы. По конструкции рабочей камеры компрессоры могут быть одинарного и двойного действия. Во втором случае поршень имеет меньшую толщину и делит рабочую камеру на две части. При его движении в одной части камеры происходит сжатие газа и его подача в выходной патрубок, а вторая часть при этом заполняется газом из входного патрубка. Тем самым за один оборот вала происходит два цикла сжатия. По количеству цилиндров поршневой компрессор может быть одноцилиндровым, двухцилиндровым и т.д. Если газ последовательно претерпевает сжатие в нескольких цилиндрах компрессора, то такой компрессор называют многоступенчатым, а количество ступеней определяет количество пройденных цилиндров.

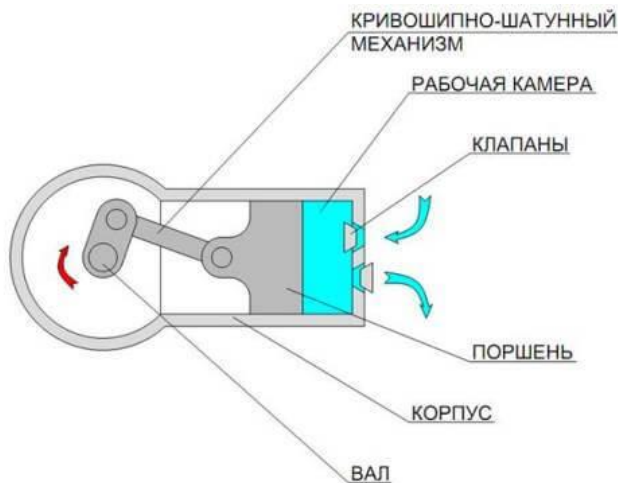


Рисунок 7 - Схема поршневого компрессора

Винтовые компрессоры представляют собой заключенные в корпус один, два или более винта, находящиеся в зацеплении. То есть винтовые компрессоры могут быть: одновинтовыми, двухвинтовыми и т.д.

При движении винтов образуются подвижные рабочие объемы пространства, ограниченные непосредственно винтами и стенками корпуса.

Такие компрессоры менее габаритны, чем поршневые, и значительно более устойчивы, а также способны обеспечить большую производительность. При работе между винтами могут возникать значительные силы трения, поэтому для снижения износа деталей применяют смазывающие вещества, обычно смазочное масло. Однако подбор антифрикционных материалов позволяет обойтись и без дополнительной смазки, в связи с чем выделяют масляные и безмасляные винтовые компрессоры. Вторые применяются в тех случаях, когда контакт сжимаемого газа и смазочного вещества недопустим.

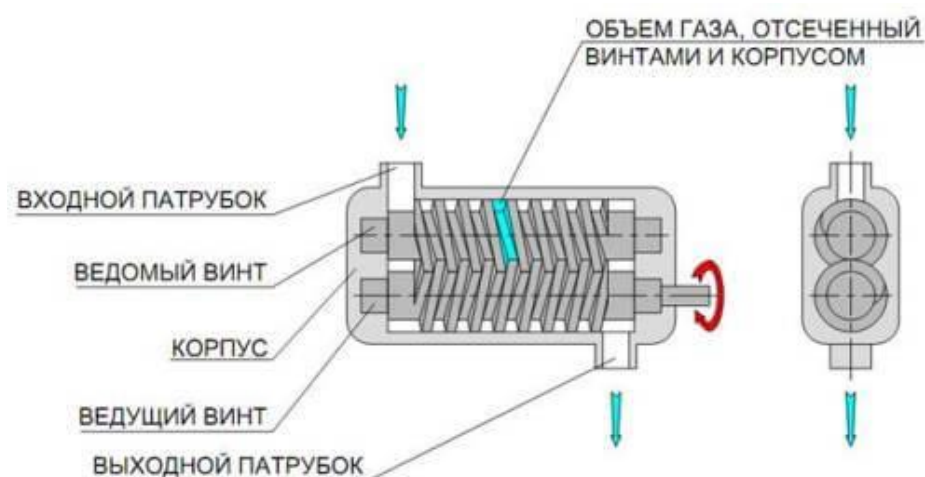


Рисунок 8 - Схема винтового компрессора



Шестеренчатые компрессоры в качестве рабочего органа используют пару находящихся в зацеплении шестерней, вращающихся в противоположные стороны. Шестерни могут значительно отличаться от модели к модели, в том числе представлять собой зубчатые колеса. Рабочая камера в таких компрессорах образуется путем отсекаания пространства зубьями шестерни и корпусом устройства. Когда зубья разных шестерней входят в зацепление, объем рабочей камеры уменьшается, и газ под давлением вытесняется в выходной патрубок. Такие компрессоры с успехом применяют в тех случаях, когда требуется подача газа под небольшим давлением.

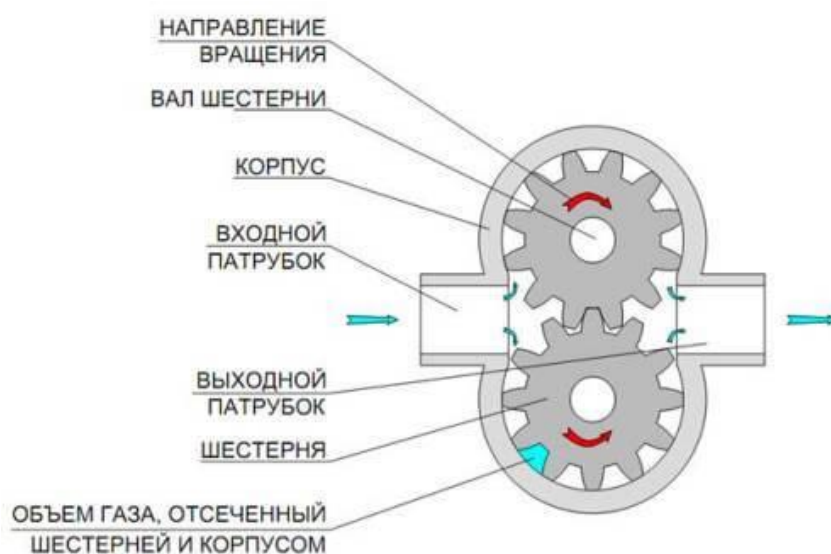


Рисунок 9 - Схема шестеренчатого компрессора

Роторно-пластинчатые компрессоры имеют отличительную особенность в виде, как следует из названия, ротора со специальными пазами, в которые вставлены подвижные пластины. Ротор устанавливается в цилиндрическом корпусе (статоре), причем ось ротора не совпадает с осью корпуса. При вращении ротора центробежная сила отбрасывает пластины от центра ротора и прижимает их к корпусу, тем самым в компрессоре образуются подвижные рабочие камеры, ограниченные соседними пластинами, корпусом и ротором. Изменение объема рабочих камер обусловлено смещением осей. Для дополнительного усилия прижатия пластин к корпусу в пазах ротора могут быть установлены прижимные пружины. Как и поршневые компрессоры, роторно-пластинчатые способны развивать значительное давление газа на выходе, однако их выгодно отличают компактные размеры и меньшая шумность.

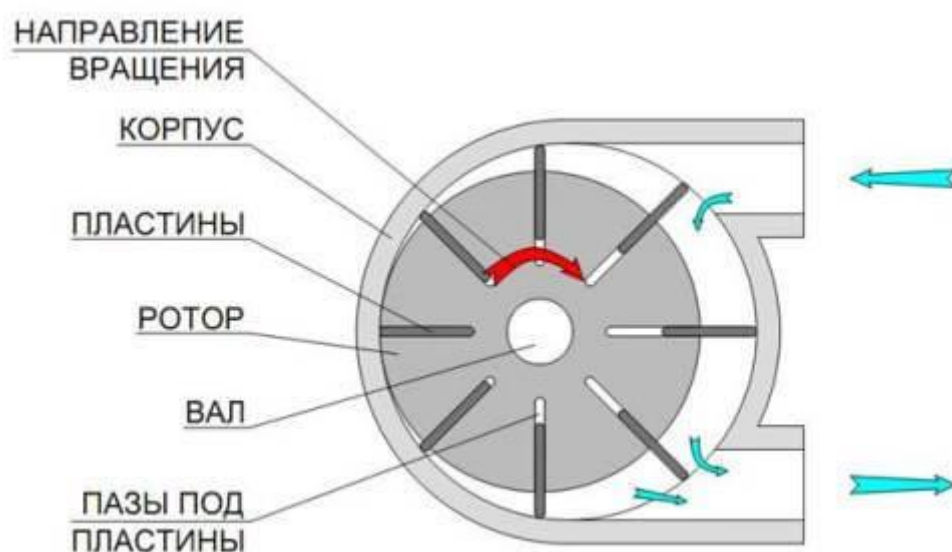


Рисунок 10 - Схема роторно-пластинчатого компрессора

Мембранные компрессоры отличаются тем, что содержат в своей конструкции эластичную полимерную мембрану. Принципиально такие компрессоры схожи с поршневыми, только роль поршня в них выполняет мембрана. Выпячиваясь в разные стороны, мембрана меняет объем рабочей камеры, а систем клапанов тем же образом. Привод самой мембраны может быть механическим, пневматическим, электрическим или мембранно-поршневым. Все эти типы приводов объединяет тот факт, что перекачиваемый газ не контактирует в процессе работы устройства ни с чем, кроме мембраны и корпуса рабочей камеры. Это делает мембранные компрессоры востребованными в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую степень чистоты нагнетаемого газа.

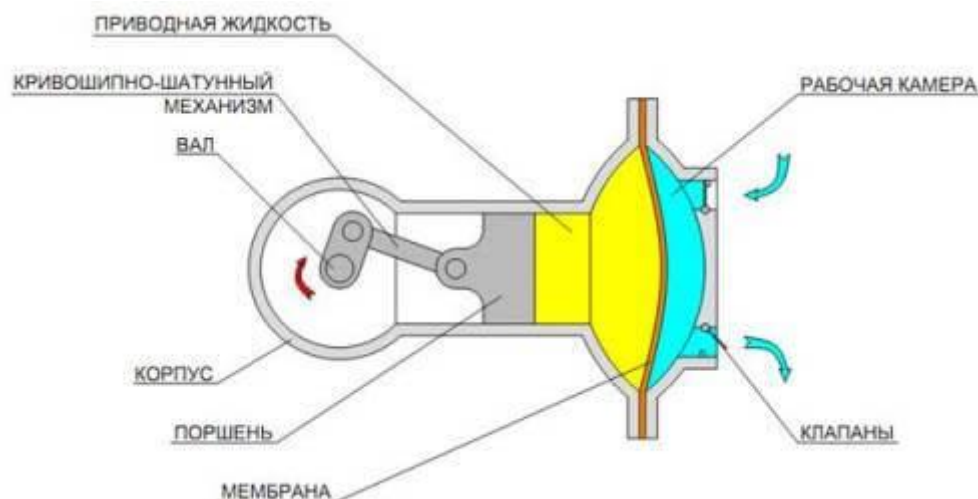


Рисунок 11 - Схема мембранного компрессора

Жидкостно-кольцевые компрессоры используют для своей работы вспомогательную жидкость. В цилиндрическом корпусе (статоре) закрепляется ротор с установленными на нем пластинами, причем ось ротора смещена относительно оси статора. Внутри компрессора заливается жидкость, которая при вращении ротора отбрасывается к стенкам корпуса, принимая форму кольца. Рабочее пространство при этом становится ограниченным пластинами ротора, корпусом и поверхностью жидкости. Как и в случае роторно-пластинчатого компрессора, смещение осей ротора и статора обеспечивает изменение объема рабочих камер. Перекачиваемый газ в таких компрессорах неизбежно контактирует с жидкостью, которая частично уносится с потоком газа, поэтому предусматривается узел сепарации отходящего потока, а также система подпитки компрессора рабочей жидкостью. Такие устройства особенно хорошо подходят в тех случаях, когда перекачиваемый газ уже содержит в своем составе капли рабочей жидкости.

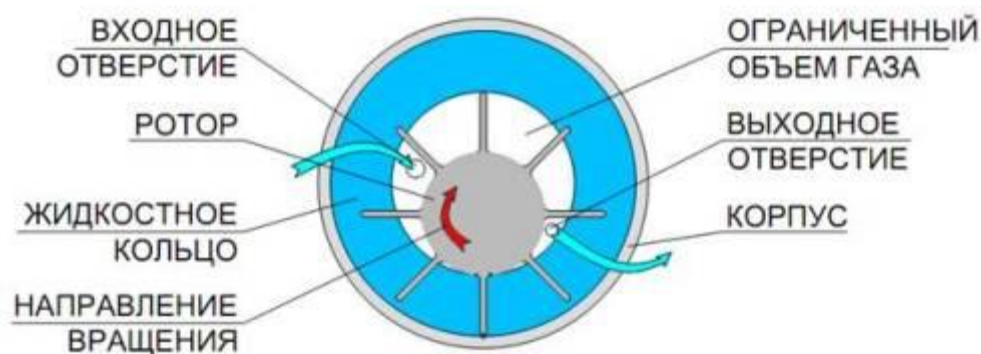


Рисунок 12 - Схема жидкостно-кольцевого компрессора

Динамические компрессоры подразделяют на следующие основные группы:

- радиальные (центробежные);
- осевые;
- струйные.

Радиальные компрессоры получили свое название по направлению движения газа в устройстве. Простейший компрессор такого типа состоит из корпуса и размещенного в нем рабочего колеса, установленного на валу. Лопатки рабочего колеса при вращении перемещают газ от оси в радиальных направлениях, тем самым передавая ему кинетическую энергию, которая затем частично преобразуется в потенциальную энергию давления. Газ поступает на колесо через осевой вход, затем попадает на лопатки, отбрасывается в радиальных направлениях и поступает в спиральный газосборник, а затем выводится через выходной диффузор. Рабочие колеса таких компрессоров могут отличаться как по форме лопаток, так и по общей конструкции, к примеру, быть закрытыми или открытыми. Устройства такого типа компактны, обладают малой шумностью и не подвержены сильной вибрации при работе, а также хорошо подходят для случаев, когда требуется обеспечить подачу незагрязненного газа в больших объемах.

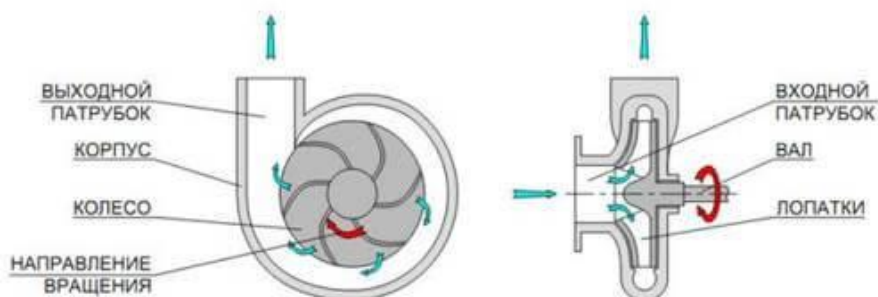


Рисунок 13 - Схема радиального компрессора

Осевые компрессоры отличаются тем, что газ в них движется в осевом направлении. К основным конструктивным элементам таких устройств относят ротор, установленный на валу, и статор (корпус). На роторе располагаются ряды лопаток, проходя которые газовый поток получает дополнительную кинетическую энергию и претерпевает закручивание. Для выравнивания направления его движения между рядами лопаток ротора располагают ряды направляющих лопаток статора. Область, где изменяются характеристики потока газа, ограничена входным направляющим и выходным выпрямляющим аппаратами. Такие устройства значительно более сложны в изготовлении и эксплуатации по сравнению с более простыми радиальными компрессорами, однако обладают большим КПД при схожем показателе напора.

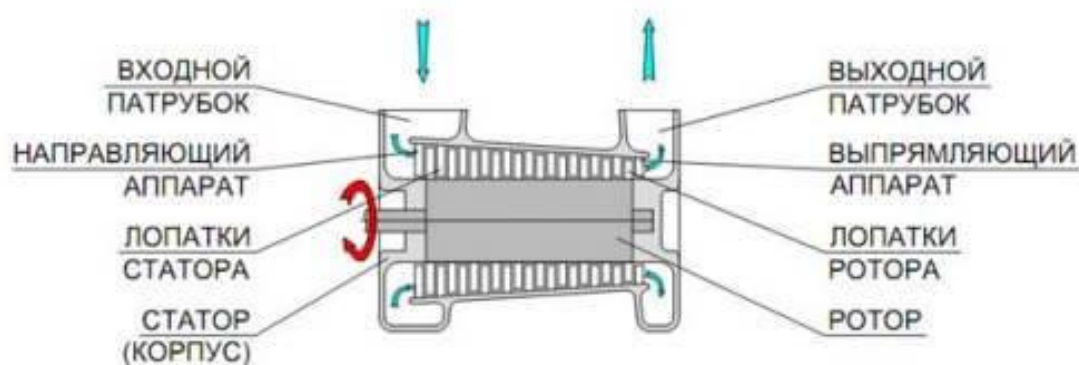


Рисунок 14 - Схема осевого компрессора

Струйные компрессоры представляют собой эжекторы, в которых используется энергия одного (активного) газа или пара для увеличения давления другого (пассивного) газа или пара. То есть в такое устройство поступают два газовых потока с высоким и низким давлением, а на выходе получается один поток с давлением, большим, чем у потока пассивного газа, но меньшим, чем у активного. Струйные компрессоры отличаются крайней простотой конструкции и, как следствие, высокой надежностью. Они особо предпочтительны в тех случаях, когда в наличие уже имеется газ с высоким давлением, энергию которого целесообразно использовать.

К примеру, такие устройства применяют в газодобыче, когда на месторождении есть скважины, как с высоким давлением, так и с низким, и использование струйного компрессора позволяет получить единый поток с приемлемыми характеристиками.

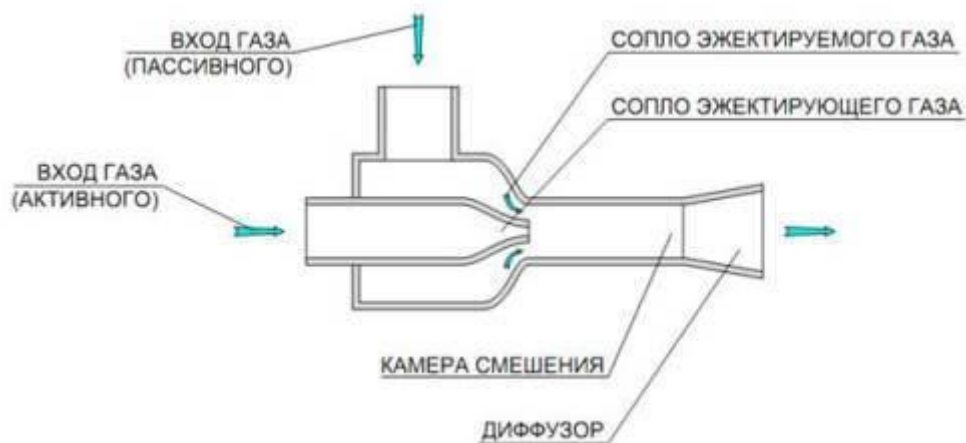


Рисунок 15 - Схема струйного компрессора

## Эксплуатация и ремонт компрессоров

Для того чтобы подготовить компрессорную установку к пуску, надо обеспечить ее дальнейшую безаварийную, безопасную эксплуатацию, а именно:

- Проверить количество масла в резервуаре смазочного насоса и при необходимости долить его (уровень масла должен находиться в верхней части стекла маслоуказателя).
- Проверить количество масла в полости рамы (станины) компрессора и в случае необходимости долить его (уровень масла должен находиться у верхней риски стержня маслоуказателя).
- Проверить работу смазочного насоса, поворачивая его рукоятку на 50-60 оборотов и одновременно, через контрольное окно, наблюдая за подачей масла в каждую точку;
- при прекращении подачи масла к какой-либо точке следует найти причину прекращения подачи масла и устранить ее до пуска компрессорной установки в работу.
- Открыть продувочные вентили холодильников.
- Убедиться, что на компрессоре и на фундаменте нет посторонних предметов.
- Пустить охлаждающую воду в рубашки компрессора и в холодильники и проверить выход ее из компрессорной установки из сливной трубы.
- Если компрессорная установка пускается в работу после длительной остановки (более 5 суток), то перед ее пуском, кроме перечисленного выше, необходимо сделать следующее: открыть боковой люк рамы (станины) и смазать направляющие и штоки, провернуть коленчатый вал компрессора не менее чем на один оборот. Проследить, чтобы во время проворачивания коленчатого вала не было никаких ударов, толчков и посторонних звуков;



- Проворачивая смазочный насос от руки, тщательно проверить, поступает ли смазочный материал в цилиндры и сальники, для чего отсоединить трубки у обратных клапанов; затем эти трубки присоединить на свои места и провернуть насос еще на 30-40 оборотов.

Перед пуском компрессорной установки следует:

- проверить, включен ли компрессор в холостую линию; убедиться в том, что пуск компрессора не представляет опасности для окружающих; включить электродвигатель; после пуска компрессорной установки проверить по контрольным окнам подачу масла смазочным насосом, одновременно следует убедиться по показаниям манометра, что давление масла в системе смазывания кривошипно-шатунного механизма не менее 0,1 МПа; если в течение 30 секунд, давление масла не достигнет указанной величины, необходимо остановить компрессор и устранить неисправности;
- Закрыть продувочные вентили холодильников, убедившись, что через них выходит сухой воздух;
- Дать нагрузку компрессору, переключив его на рабочую линию;
- Проверить по показаниям манометров распределение давлений по ступеням сжатия; давление должно находиться в пределах, указанных в техническом паспорте компрессорной установки;
- Следить за наличием масла в резервуаре смазочного насоса через масломерное стекло; добавлять масло следует исключительно через сетку, после при необходимости очищать ее; смазочный насос всегда должен быть закрыт крышкой для предотвращения попадания в него пыли, но если в него попало хотя бы небольшое количество пыли, то нужно немедленно остановить компрессор, спустить из резервуара насоса масло, промыть и залить свежее компрессорное масло; затем, при открытых продувочных вентилях холодильника и открытом вентиле на напорной трубе в холостую запустить компрессор в работу не менее чем

на 30 минут, чтобы удалить из маслопровода и цилиндров компрессора все следы машинного масла.

- Проверить по манометру работу масляного насоса, который должен поддерживать давление в маслопроводе в пределах 0,15-0,25 МПа; падение давления ниже 0,1 МПа или повышение выше 0,3МПа указывает на неисправности в системе смазывания; при понижении давления необходимо найти и устранить неисправности, не дожидаясь автоматической остановки компрессора; при повышении давления, прежде всего нужно очистить фильтрующие элементы.
- Следить за уровнем масла в раме (станине) компрессора: уровень масла во время работы компрессора не должен опускаться за нижнюю риску маслоуказателя, так как иначе может отказать масляный насос; в раму (станину) необходимо доливать только профильтрованное масло.
- Следить за правильностью распределения давления по ступеням компрессора; нормальное распределение давление по ступеням компрессора указано в техническом паспорте компрессора; выход величин давления из указанных пределов означает, что компрессор работает неправильно, поэтому его необходимо остановить и устранить неполадки.
- Следить за показаниями амперметра приводного электродвигателя; изменение показаний может быть вызвано понижением напряжения в сети.
- Если компрессорная установка пускается в работу после длительной остановки, то после получасовой работы необходимо остановить компрессор, открыть люки рамы (станины) компрессора и на ощупь проверить температуру направляющих, коренных подшипников и головки шатуна;

В случае ненормального их нагрева выяснить и устранить причину этого. При отсутствии неисправности пустить компрессор в той же последовательности.

Основной задачей подготовки оборудования к ремонту является создание условий, исключающих возможность возгорания, взрывов, отравлений и травм при проведении работ. При ремонте компрессора, первое что нужно сделать это остановить неисправный компрессор. После чего отсечь запорной арматурой, разобрать электросхему, вывесить плакат “Не включать - работают люди”, слить конденсат в систему стоков, стравить давление до атмосферного, при необходимости слить масло, отглушить от системы.

Место вокруг ремонтируемого компрессора должно быть чистым. Предупредительный плакат “Не включать - работают люди” может быть снят только вывесившим его дежурным электриком или лицом, его сменившим, только после окончания ремонтных работ, по указанию лица, руководящего ремонтными работами.

Для нашего случая, можно сделать вывод, что винтовые компрессоры отлично подходят для мембранных установок, так как такие компрессоры менее габаритны, чем поршневые, и значительно более устойчивы, а также способны обеспечить большую производительность. Также для винтового компрессора нет необходимости в установке ресивера большой емкости. В процессе эксплуатации они не создают большие пульсации давления. Срок эксплуатации винтовых компрессоров гораздо больше остальных видов компрессоров. Это связано с тем, что в винтовых компрессорах меньше трущихся деталей и они более совершенны, что позволяет значительно реже производить их замену.

## 2.2 Осушители сжатого воздуха

Осушитель сжатого воздуха – предназначен для осушки воздуха до точки росы минус 60 °С. Осушитель воздуха состоит из двух сушильных башен, заполненных сиккативом (адсорбентом). Работа сушильных башен цикличная, в то время когда в одной из них идет процесс поглощения влаги, вторая находится на регенерации адсорбента. Функции адсорберов меняются каждые 4 часа, если выбран режим работы по таймеру, или по мере насыщения адсорбента влагой, если выбран режим работы по точке росы осушенного воздуха. Адсорбер представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд со сферическими днищами оборудованный люком для загрузки и выгрузки сиккатива и люком для ввода нагревательных элементов (ТЭНа).

В каждый адсорбер загружено по два типа сиккатива: нижний слой – сиккатив тип 1 (обычный силикагель) в количестве 300 кг, верхний слой – сиккатив тип 3 (водостойкий силикагель) в количестве 850 кг. Срок службы адсорбента – 5 лет непрерывной работы при условии правильной эксплуатации осушителя. Для выполнения регенерации в адсорберах установлены электронагреватели.

Подача воздуха на первом этапе регенерации осуществляется воздухоудвкой. Адсорберы оснащены предохранительными клапанами, соответственно, установленными на трубопроводе сброса давления. Сброс давления из отключенного на регенерацию адсорбера производится через выпускной клапан на глушитель. На входе и выходе воздуха установлены фильтры. Входной фильтр и адсорберы оборудованы арматурой слива конденсата. Трубопроводы входа и выхода воздуха, а также трубопроводы воздуха регенерации оснащены автоматическими электромагнитными клапанами, обратными клапанами.

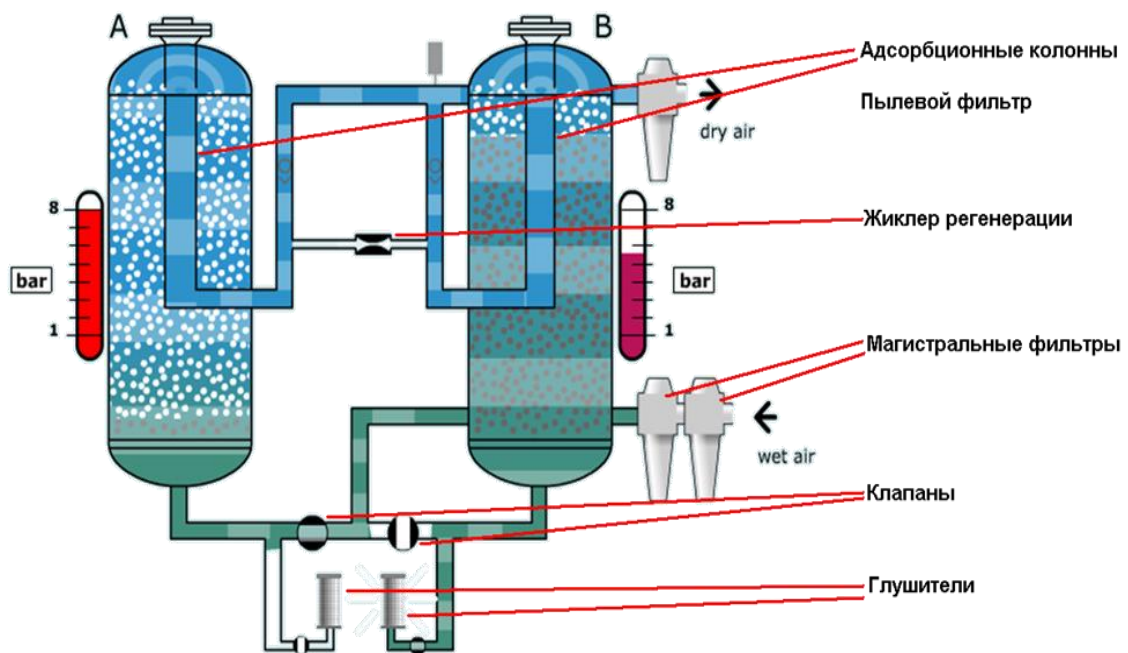


Рисунок 16 - Принцип работы осушителя

### 2.3 Ресивер (воздухосборник)

Ресиверы воздуха (воздухосборники) - вертикальные цилиндрические аппараты со сферическими днищами, предназначены для создания запаса сжатого воздуха низкого давления и сглаживания пульсаций при работе компрессоров. Каждый ресивер установлен на трех стойках-опорах, имеет люк-лаз для проведения внутреннего осмотра, оснащен трубопроводами входа и выхода воздуха, трубопроводом вывода конденсата, дренажным патрубком, воздушником с пробкой, предохранительным клапаном, приборами контроля давления по месту и дистанционно. Так же он служит для создания сети запаса сжатого воздуха. От этого запаса воздуха, какое - то время может работать пневмооборудование в случае, каких-либо перебоев в работе компрессора, который закачивает сжатый воздух в сеть, частью которой этот ресивер является. Воздухосборник может служить источником сжатого воздуха при кратковременном большом потреблении, превышающим подачу от компрессора



Рисунок 17 - Ресивер

## 2.4 Разделители

Мембранные газоразделительные блоки - предназначены для получения азота чистотой не менее 95 %. Возможно получение азота более высокой чистоты за счет снижения производительности установки по азоту. Газоразделительный блок состоит из следующих частей:

- блока подготовки сжатого воздуха,
- модульного газоразделительного блока
- стойки управления.

Блок подготовки сжатого воздуха включает в себя фильтры общей очистки и тонкой очистки, предназначенные для очистки воздуха от масла, твердых частиц и капельной влаги, а так же адсорбционный фильтр, предназначенный для дополнительной очистки сжатого воздуха от паров масла. Фильтры содержат сменные фильтроэлементы, и оснащены дифференциальными манометрами для контроля степени загрязнения фильтроэлементов. Модульный газоразделительный блок представляет собой стойку с установленными на ней по кругу мембранными модулями, воздушным и азотным коллекторами. Соединение мембранных модулей с коллекторами выполнено по параллельной схеме. Каждый мембранный модуль состоит из алюминиевого теплоизолированного корпуса, в котором помещен мембранный картридж. В воздушный коллектор встроен нагреватель воздуха, который служит для подогрева и поддержания постоянно заданной температуры воздуха, поступающего в мембранные модули. Нагреватель укомплектован ТЭН-ми, позволяющими подогревать воздух.

На стойке управления расположены распределительный и силовой электрические шкафы с электронными блоками управления работой установки, анализатор концентрации кислорода в продукте (азоте) и баллоны с поверочными газовыми смесями, с пневмодресселем для точного регулирования подачи газовой смеси при калибровке газоанализатора.

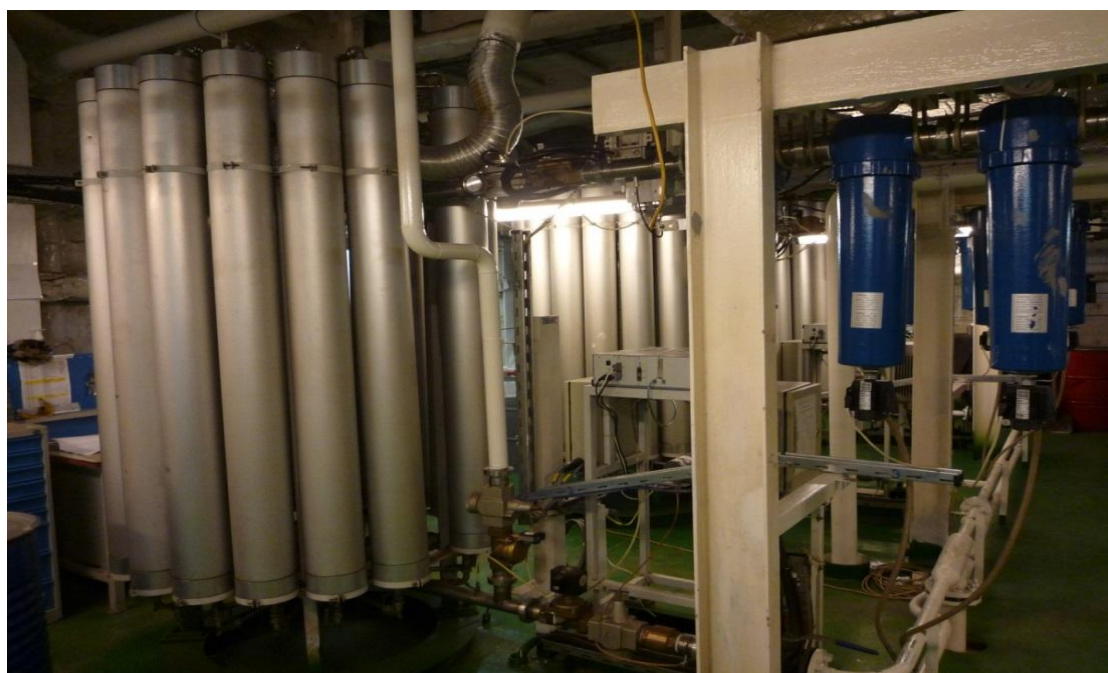


Рисунок 18 - Мембранный газоразделительный блок



## 2.5 Баллоны, емкости

Блок баллонов - предназначены для хранения и транспортировки, сжатых водорода, гелия, продуктов разделения воздуха (азот, кислород, аргон), природного газа и углекислоты, газовых смесей. Блок баллонов состоит из моноблоков. Каждый моноблок оснащен вентилем для заполнения и разрывной предохранительной мембраной на случай превышения допустимого давления. Трубопроводная обвязка моноблоков позволяет централизованно заправлять их азотом до рабочего давления.



Рисунок 19 - Блок баллонов

Азот может пребывать в разных состояниях, в виде газа и жидкости. Газообразный азот рекомендуется под давлением закачивать в специальные баллоны из стали разного объема. Чаще всего используются 40-литровые емкости. Вентиль, предохранительный колпачок, «башмак» и кольцо — основные составляющие подобных баллонов. Их делают черными с желтыми надписями, чтобы было понятно, какой тип газа транспортируется. Организовать хранение жидкого азота можно при использовании другой емкости для азота. Это большие, габаритные цистерны и сосуды Дьюара с многослойной изоляцией — порошкового или вакуумного типа.

### 3. Расчетная часть

Целью расчета является определение расхода азота и воздуха в системе, определение необходимого количества воздуха и азота, а также подбор компрессора исходя из нужных условий.

#### 3.1 Определение расхода азота

Полученный азот низкого давления (НД) подается в сеть потребителям азота низкого давления.

Постоянно азот НД подается на уплотнение газовых компрессоров и на создание азотных подушек в технологическом оборудовании, на продувку коллектора. Периодически – на продувку систем и аппаратов перед пуском и при подготовке к ремонту. Также азот используется при авариях, для создания и поддержания инертной среды.

Часть азота из системы азота НД поступает в дожимной компрессор для выработки азота высокого давления (ВД) и заполнения моноблоков баллонов для подпитки системы азота низкого давления в периоды пиковых расходов. Суммарный расход азота на постоянные продувки составляет 2200 нм<sup>3</sup>/ч. Общий максимальный расход азота: 3540 нм<sup>3</sup>/ч.

$$V_1 = 40 \times 50 = 2000 \text{ л} = 2 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ - объем баллонов}$$

$$P_1 = 20 \text{ МПа} \text{ - давление в баллонах}$$

$$P_2 = 1,3 \text{ МПа} \text{ - давление в системе}$$

Из формулы  $P_1 V_1 = P_2 V_2$ , найдем  $V_2$ :

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{20 \times 2}{1,3} = 30 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Таким образом запас азота ВД при расширении составит 30 м<sup>3</sup>, при давлении  $P_2$ .

$$Q_{\text{азота (пост.)}} = 2200 \text{ нм}^3/\text{ч} \text{ - количество азота на постоянные продувки}$$

$$Q_{\text{азота(перем.)}} = 1340 \text{ нм}^3/\text{ч} \text{ - количество азота на переменные нужды}$$

$$Q_{\text{азота(макс.)}} = Q_{\text{азота (пост.)}} + Q_{\text{азота(перем.)}} = 3540 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

Для получения данного количества азота, выберем мембранный газоразделительный блок МВА-1.4-95.0-1170-В1.

$Q_1 = 1170 \text{ нм}^3/\text{ч}$  - производительность одной установки

Таким образом, для обеспечения нужного количества необходимо 3 установки.

$Q_{\text{сумм}} = 1170 \times 3 = 3510 \text{ нм}^3/\text{ч}$  - общая производительность мембранного блока

При этом, недостача по азоту составляет:

$$3540 - 3510 = 30 \text{ м}^3$$

Данное количество азота можно аккумулировать под высоким давлением в баллонах.

Используем 5 моноблоков по 8 баллонов, с общей обвязкой.

### 3.2 Определение расхода воздуха

Подогретый, тщательно отфильтрованный воздух подается в мембранный модуль, состоящий из тысяч полых волокон, при этом кислород проходит сквозь стенку мембраны, а азот под давлением выходит из противоположного конца мембраны. Каждый блок предназначен для получения азота чистотой не менее 95 %.

Модульный газоразделительный блок представляет собой стойку с установленными на ней по кругу 18-ю мембранными модулями, воздушным и азотным коллекторами.

Соединение мембранных модулей с коллекторами выполнено по параллельной схеме. Каждый мембранный модуль состоит из алюминиевого теплоизолированного корпуса, в котором помещен мембранный картридж.

Объемный расход воздуха на входе на установку не менее 2400 нм<sup>3</sup>/ч. Возможно получение азота более высокой чистоты за счет снижения производительности установки по азоту.

$Q_{\text{воздуха (азот)}} = 7200 \text{ нм}^3/\text{ч}$  - количество воздуха необходимое для азота;

$Q_{\text{воздуха (продувки)}} = 200 \text{ нм}^3/\text{ч}$  - количество воздуха на продувки оборудования;

$Q_{\text{воздуха(макс.)}} = 7200 + 200 = 7400 \text{ нм}^3/\text{ч}$  -общий расход воздуха;

### 3.3 Подбор оборудования

Для получения необходимого нам объема азота, необходим компрессор, обладающий нужной производительностью. Как говорилось выше, винтовые компрессоры обладают рядом преимуществ, таких как меньшие габариты, большая производительность, долговечность. Для нашей установки мы возьмем компрессор Atlas Copco GA-250-13. Стационарный воздушный компрессор GA-250-13 производительностью 1900 нм<sup>3</sup>/ч, предназначенный для сжатия воздуха до 13 бар (1,3 МПа) и подачи его в воздухосборник. В нашем случае, понадобится 4 компрессора. Компрессор – одноступенчатый винтовой с впрыском масла и механическим приводом через редуктор от электродвигателя мощностью 250 кВт. Компрессор помещен в звукопоглощающий корпус. Компрессор состоит из двух винтовых компрессорных элементов, фильтра всасываемого воздуха, системы смазки, системы охлаждения нагнетаемого газа и системы охлаждения масла. Компрессор оснащен системой управления, которую осуществляет электронный регулятор Atlas Copco Elektronikon. Этот электронный блок смонтирован на двери передней панели.

Регулятор позволяет программировать управление компрессором в автоматическом режиме и контролирует его работу.



Рисунок 20 - Компрессор Atlas Copco GA-250-13

Далее необходимо выбрать мембранный газоразделительный блок в количестве трех штук. Нужными нам характеристиками обладает установка *MBA-1.4-95.0-1170-B1*. Производительностью по азоту не менее 1170  $\text{нм}^3/\text{час}$ . Объемный расход воздуха на входе на установку не менее 2400  $\text{нм}^3/\text{час}$ . Модульный газоразделительный блок представляет собой стойку с установленными на ней по кругу 18-ю мембранными модулями, воздушным и азотным коллекторами. Соединение мембранных модулей с коллекторами выполнено по параллельной схеме. Каждый мембранный модуль состоит из алюминиевого теплоизолированного корпуса, в котором помещен мембранный картридж "Generon 6500".

Далее необходим осушитель воздуха, производительностью не менее 7200  $\text{нм}^3/\text{ч}$ . Такой производительностью обладает осушитель BD 1800, компании Atlas Copco. Он предназначен до осушки воздуха до точки росы минус 60°C.

Дожимной компрессор предназначен для выработки азота высокого давления и заполнения моноблоков баллонов для подпитки системы азота низкого давления в периоды пиковых расходов. В качестве дожимного компрессора выберем поршневой компрессор GIB 15.3-11-5. Здесь нам не требуется большая мощность или производительность, поэтому целесообразно и экономически выгодно будет взять данный компрессор. Поршневой двухступенчатый четырехцилиндровый компрессор высокого давления GIB 15.3-11-5 производительностью 30 нм<sup>3</sup>/ч. Служит для обеспечения комплекса азотом высокого давления. Привод компрессора осуществляется от электродвигателя мощностью 16 кВт через ременную передачу. Азот из системы сжатого азота низкого давления редуцируется на всасывании компрессора до давления всасывания, после чего проходит 2 ступени сжатия с промежуточным и конечным охлаждением потока в охладителях. Охлаждение производится вентилятором, установленным на одном валу с компрессором.



Рисунок 21 - Дожимной компрессор GIB 15.3-11-5

Ресиверы воздуха Remeza вертикальные цилиндрические аппараты со сферическими днищами вместимостью по 4,5 м<sup>3</sup>. Каждый ресивер установлен на трех стойках-опорах, имеет люк-лаз для проведения внутреннего осмотра, оснащен трубопроводами входа и выхода воздуха, трубопроводом вывода конденсата, дренажным патрубком, воздушником с пробкой, предохранительным клапаном, приборами контроля давления по месту и дистанционно. Количество ресиверов воздуха выберем по количеству компрессоров. Так как на постоянные продувки требуется 2200 нм<sup>3</sup>/час азота, то постоянно будет работать 2 мембранных установки, поэтому для работы примем 2 ресивера азота.

Блок баллонов состоит из пяти моноблоков, каждый моноблок включает в себя 8 баллонов. Такое количество баллонов обеспечит нас недостающими 30 нм<sup>3</sup>/час азота ВД.



### **3.4. Расположение оборудования**

Правильное размещение оборудования является основным звеном в организации безопасной работы производственного участка и цеха. При размещении оборудования необходимо соблюдать установленные минимальные разрывы между станками, между станками и отдельными элементами здания, правильно определять ширину проходов и проездов. Невыполнение правил и норм размещения оборудования приводит к загромождению помещений и травматизму. Расположение оборудования на площади цеха или участка определяется в основном технологическим процессом и местными условиями. При автоматизированном производстве (комплексные автоматические заводы или цеха, автоматические линии, поточное производство) оборудование размещается по ходу технологического процесса в единую цепочку с соблюдением расстояний между оборудованием и конструктивными элементами здания. На автоматических и поточных линиях большой протяженности для перехода с одной стороны линии на другую устраивают переходные мостики. Проходы и проезды требуется содержать в чистоте и порядке, границы их обычно отмечаются белой краской или металлическими светлыми кнопками. Ширина рабочей зоны принимается не менее 0,8 м. Расстояние между оборудованием и элементами зданий, а также размеры проходов и проездов определяются нормами технологического проектирования механических и сборочных цехов машиностроительных заводов.

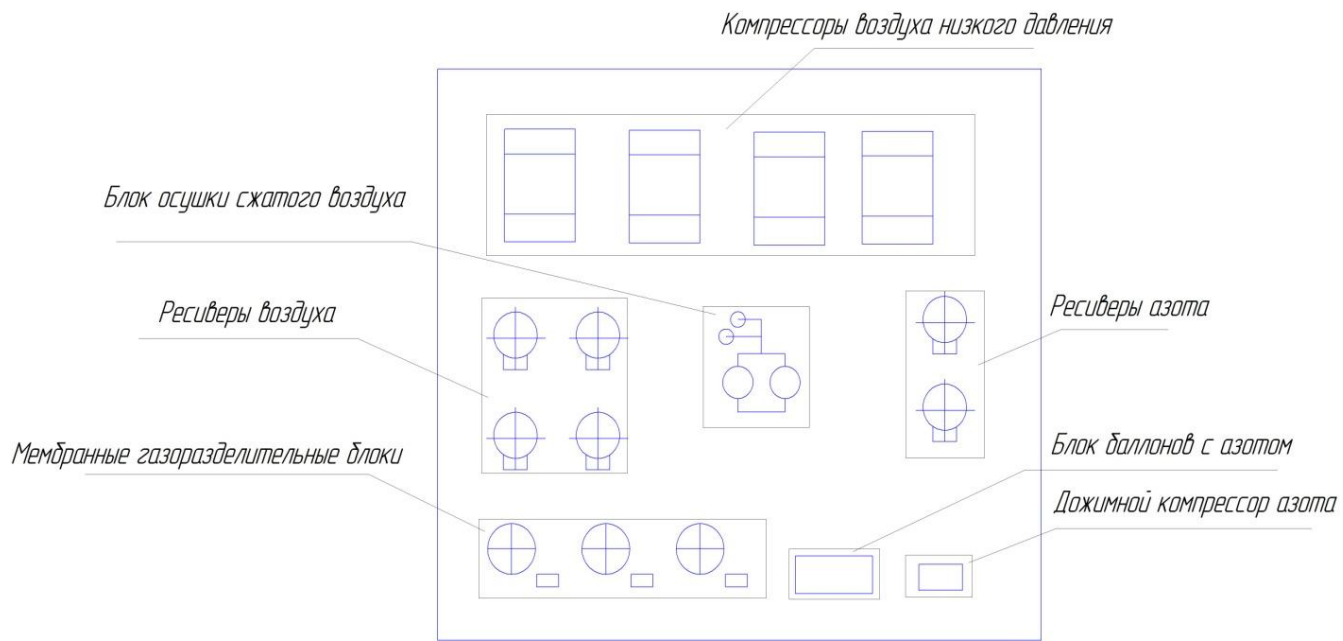


Рисунок 22 - Схема расположения оборудования

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4ЕЗ1	Швец Анатолию Сергеевичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТПМ</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/профиль	15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль/ 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	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску, включая стоимость интернета – 250 руб. в месяц.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Учитываются следующие нормы и нормативы оплат труда: 30 % премии к заработной плате 1,3 - районный коэффициент для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Общая система налогообложения с учетом льгот для образовательных учреждений, в том числе отчисления во внебюджетные фонды 27,1%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), 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	Бюджет научно – технического исследования (НТИ), в том числе: 1. Структура работ в рамках научного исследования. 2. Определение трудоемкости выполнения работ. 3. Разработка графика проведения научного исследования. 4. Бюджет научно-технического исследования. 5. Основная заработная плата исполнителей темы. 6. Дополнительная заработная плата исполнителей темы. 7. Отчисление во внебюджетные фонды. 8. Накладные ресурсы. 9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

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

1. оценка конкурентоспособности технических решений;
2. матрица SWOT;
3. определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
4. альтернативы проведения НИ;
5. график проведения и бюджет НИ.

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

01.05.2017 г.

**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	Швец Анатолий Сергеевич		

## 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

На сегодняшний день азот используется почти во всех сферах нашей жизни. Его применение - наиболее эффективное и перспективное направление развития современных способов освоения скважин, для операций по вытеснению остатков нефти, для нужд технологического комплекса, проведению КРС, для испытания и продувки трубопроводов. Целью работы является расчет и подбор компрессора для подготовки инертного газа.

Продукт: алгоритм подбора оборудования для мембранных установок, который может быть выполнен в виде программного продукта на основе Excel. Рассматриваемый продукт относится к рынку программных продуктов, основными потребителями которого являются нефтяные и газовые компании.

Таблица 1 – основные потребители продукта.

		Алгоритм подбора оборудования		
		Онлайн калькулятор	Программный продукт	Методические указания
Размер компании и физических лиц	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			
	Студенты			

- «Ойл Юнион»

- Студенты

- «General Gas»

- (МЛСП) – «Приразломная»

Программным продуктом необходимо пользоваться в основном крупным и средним компаниям. Крупным компаниям важен расчет и подбор оборудования, так как каждое месторождение и условия требуют к себе различные характеристики. Мелкие компании и студенты, могут пользоваться онлайн калькулятором или же методическими указаниями, так как потребность в этом у них ниже, и что не требует финансовых затрат. Основными потребителями будут являться крупные и средние компании.

### **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.

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. В качестве основного товара будет использоваться программный продукт, в качестве конкурента будет выступать онлайн калькулятор.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>Ф</sub>	Б <sub>К1</sub>	К <sub>Ф</sub>	К <sub>К1</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Срок службы	0,13	5	3	0,39	0,26
2. Простота	0,1	5	4	0,4	0,2
3. Надежность	0,12	5	4	0,36	0,36
4. Функциональная мощность	0,1	5	3	0,3	0,2
5. Удобство в эксплуатации	0,08	5	4	0,32	0,24
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	5	4	0,12	0,09
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	4	3	0,32	0,16
3. Цена	0,1	2	4	0,3	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	0,28	0,28
5. Послепродажное обслуживание	0,06	5	2	0,24	0,18
Итого	1	45	34	3,51	2,66

Б<sub>Ф</sub> – Применение программного продукта;

Б<sub>К1</sub> – Применение онлайн калькулятора;

По таблице 2 видно, что наиболее эффективно использовать программный продукт, он является наиболее конкурентоспособным к онлайн калькулятору, так как обладает рядом преимуществ, например, функциональная мощность, которая позволит расширить использование программы компаниями, а также удобство эксплуатации.

$$k1 = \frac{Бф}{Бк1} = \frac{45}{34} = 1,3$$

Таким образом, полученный показатель конкурентоспособности свидетельствует о том что, программный продукт будет являться конкурентоспособным, а значит привлекательным для потребителей, среди которых основными являются нефтяные и газовые компании.

### **SWOT анализ**

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме, в таблице 1 – Матрица SWOT.

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.

В результате анализа конкурентоспособности проекта выделены следующие сильные стороны проекта:

С1. Наличие большого объема функций;

С2. Удобство эксплуатации;

С3. Надежность;

С4. Простота;

Слабые стороны:

Сл1. Дороговизна программного продукта;

Сл2. Необходимость лицензии;

Сл3. Относительно частые сбои в программе;



Анализ дополнен факторами внешней среды:

1. Возможности проекта:

V1. Существование потенциального спроса на продукт со стороны развитых компаний;

V2. Наличие инновационной инфраструктуры ТПУ;

V3. Рост рынка.

2. Угрозы проекта:

У1. Конкуренция в данной отрасли;

У2. Новые технологии;

У3. Копирование продукта.

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 3, таблице 4, таблице 5, таблице 6.

Таблица 3 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	V1	+	-	-	+
	V2	+	0	+	0
	V3	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: V1C1C4, V3C1.

Таблица 4 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B1Сл3, B2Сл3.

Таблица 5 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	+	+	+	+
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1С1С2С3С4, У3С3.

Таблица 6 – 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 слабые стороны проекта: У1Сл3, У2Сл3.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблице 7).

Таблица 7 - SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Наличие большого объема функций;</p> <p>С2. Удобство эксплуатации;</p> <p>С3. Надежность;</p> <p>С4. Простота;</p>	<p>Сл1. Дороговизна программного продукта;</p> <p>Сл2. Необходимость лицензии;</p> <p>Сл3. Относительно частые сбои в программе;</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Существование потенциального спроса на продукт со стороны развитых компаний;</p> <p>В2. Наличие инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В3. Рост рынка.</p>	<p>Результаты анализа «Сильные стороны и возможности»:</p> <p>В1С1С4 – разнообразие функций программы отличается по сравнению с тем же онлайн калькулятором, программный продукт обладает более широким функционалом и в то же время простой, это позволит успешно продвигать программу на рынке.</p>	<p>Результаты анализа «Слабые стороны и возможности»:</p> <p>В1Сл1 - проблему дороговизны можно решить путем повышения уникальности продукта и ориентированностью на крупные компании и предприятия, расширить диапазон услуг.</p> <p>В2Сл2 – Оформление лицензии через ТПУ.</p>

	<p>В2С1 - при использовании инфраструктуры ТПУ можно использовать оборудование университета для создания программы, и консультацию у преподавателей и научных руководителей.</p>	
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Конкуренция в данной отрасли;  У2. Новые технологии;  У3. Копирование продукта.</p>	<p>Результаты анализа «Сильные стороны и угрозы»:  У1С1С2С3С4 – программа обладает большим функционалом и удобством эксплуатации, необходимо привести комплекс маркетинговых мероприятий для выбора ниши с учетом преимуществ проекта, а именно: широкий функционал, простота, удобство эксплуатации.</p>	<p>Результаты анализа «Слабые стороны и угрозы»:  У1Сл1 – сегментирование рынка, и определение ниши, основные потребители крупные нефтяные компании.  У1Сл3 – переход на новый программный продукт с формата Excel на более функциональную платформу, что повысит стабильность и функции программы.</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 перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследований	1	Техническое задание	Руководитель, исполнитель
	2	Календарное планирование работ по теме	
	3	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель

Разработка технического задания	5	Утверждение технического задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель
	7	Проектирование модели и проведение экспериментов	Исполнитель
Разработка ПО	8	Разработка программного продукта	Руководитель, Исполнитель
Получение лицензии	9	Получение лицензии для программы	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель
Оформление отчета исследовательской работы	11	Составление пояснительной записки	Руководитель, 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.

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

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

$t_{maxi}$  – 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%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, (2)$$

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

$t_{ожі}$  – 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**

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

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

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

$T_{\text{вых}}=66$ – количество выходных дней в году;

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{\text{ки}}$  необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{\text{pi}}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{\text{ки}}$
	$t_{\text{min}}$ Чел дни	$t_{\text{max}}$ Чел дни	$t_{\text{ож}}$ Чел дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,2	Руководитель, Исполнитель	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3



Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Исполнитель	12	16
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	8
Проведение теоретических расчетов и обоснование	6	18	10	Исполнитель	10	13
Разработка ПО	3	12	6,6	Исполнитель	7	9
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, Исполнитель	2	3
Составление пояснительной записки	7	16	11,4	Руководитель, Исполнитель	6	8

На основе таблицы 9 строим план график, представленный в таблице 10.

Таблица 10 - Календарный план график проведения НИР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кп</sub> , календарные дни	Продолжительность выполнения работ													
				Фев.		Март			Апрель			Май					
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение тех. задания	Р	3	■													
2	Календарное планирование работ по теме	И	18	□													
3	Подбор и изучение материалов по теме	Р	9			■											
4	Соглаование материалов по теме	Р, И	3				■	□									
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	И	15					□									
6	Разработка ПО	И	10														
7	Оценка результатов исследования	Р, И	3,8									■	□				
8	Составление пояснительно записки	Р, И	9									■	□				

■ - руководитель □ - исполнитель

### **4.3 Бюджет научно-технического исследования**

Затраты на специальное оборудование и материальные затраты отсутствуют, поскольку настоящее исследование не требует закупки оборудования, сырья, материалов, запасных частей. В моем научно-техническом исследовании изготовление опытного образца не производится, поэтому затраты на его производство отсутствуют.

Для разработки программы нам необходим компьютер, с установленным на него специальных программ и с нужным нам программным обеспечением.

Затраты на покупку компьютера:

$$З = d_k + d_{по} = 22000 + 2000 = 24000 \text{ руб.},$$

где  $d_k$  – стоимость компьютера;

$d_{по}$  – стоимость программного обеспечения.

Установка специальных программ для исследования и моделирования объекта производится бесплатно.

### **Основная заработная плата исполнителей темы**

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Таблица 11 - Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тыс. руб.
1	Разработка технического задания	Руководитель, Исполнитель	2	1,42	2,84
2	Выбор темы исследований	Руководитель	7	1,19	8,33
3	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель	2	1,19	2,38
4	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	12	0,23	2,76
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исполнитель	8	0,23	1,84
6	Разработка ПО	Исполнитель	6	0,23	1,38
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель	4	1,16	4,64
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель	5	1,16	5,8
Итого:					29,97

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – 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:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}},$$

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:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{19500 \cdot 10,4}{199} = 1019 \text{ руб.},$$

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 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни	62	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	175

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 19500 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 43095 \text{ руб.},$$

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

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

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

Тарифная заработная плата  $Z_{tc}$  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.

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для старшего преподавателя (степень – отсутствует) – 19500 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб.

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З <sub>тс</sub> , тыс. руб.	к <sub>пр</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , тыс. руб.	З <sub>дн</sub> , тыс. руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , тыс. руб.
Руководитель	19500	0,3	1,3	43095	1019	20	20,38
Исполнитель	14584	0	1,3	18959	1,126	43	48,41
Итого:							68,79

### 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:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 20380 = 2650 \text{ руб};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,13 \cdot 4720 = 6293 \text{ руб},$$

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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (20380 + 2650) = 6241 \text{ руб.},$$

где  $k_{внеб}$  – 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 14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
Руководитель	20380	2650
Исполнитель проекта	41660	6293
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
	13130	

### Прочие расходы

Прочие расходы учитывают затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата услуг интернет-кафе, расходы на различные канцтовары (бумага, ручки), размножение материалов и т.д. Для определения производственных затрат возьмем стоимость часа работы в интернет кафе. Затраты определим по следующей формуле:

$$Z = (36 * d_{ик}) + (10 * d_p) + d_б = (36 * 50) + (10 * 20) + 230 = 2230 \text{руб.}$$

Где,  $d_{ик}$  – стоимость использования компьютера в интернет-кафе (за час);

$d_p$  – стоимость ручки;

$d_б$  – стоимость упаковки бумаги.

## Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная 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 15 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	68790 (42880)	
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8943 (5573)	
3. Отчисления во внебюджетные фонды	13130 ( 11250)	
4. Затраты на покупку компьютера	22000 (18000)	
5. Накладные расходы	14538 (9853)	16% от суммы
6. Бюджет затрат НИИ	127401 (71436)	Сумма ст. 1-5

#### 4.4 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{71436}{127401} = 00577, (\text{для первого варианта})$$

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

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 16 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэф.	Программа	Онлайн калькулятор	Методические указания
1. Срок службы	0,2	4	3	4
2. Простота	0,15	5	4	3
3. Надежность	0,15	5	4	4
4. Функциональная мощность	0,15	5	4	3
5. Стоимость	0,25	5	4	3
6. Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	3
Итого:	1	4,8	3,8	3,35

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 = 3,35.$$

$$I_p = 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 3,8.$$

$$I_p = 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 = 4,8.$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта. По расчетам видно следующее, что самый наибольший коэффициент интегральности является у программного продукта.

Таким образом, программный продукт является эффективным методом и сохраняет конкурентоспособность.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, были произведены SWOT-анализ. Также был посчитан бюджет НИИ равный 127401 и 71436 руб. основная часть которого приходится на зарплаты сотрудников.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 4Е31	ФИО Швец Анатолию Сергеевичу
----------------	---------------------------------

Институт Уровень образования	Природных ресурсов Бакалавр	Кафедра Направление/специальность	ТНМ 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------	--

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p><i>Рабочее место – станция получения азота.</i>  <i>Оборудование: винтовой компрессор, ресиверы.</i>  <i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- повышенный уровень вибрации.</li> </ul> <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенная температура маслосистемы;</li> <li>- пожароопасность;</li> <li>- наличие вращающихся механизмов;</li> <li>- наличие сосудов под давлением;</li> </ul> <p><i>Воздействие на окружающую среду:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- загрязнение атмосферы;</li> <li>- загрязнение гидросферы;</li> <li>- загрязнение литосферы.</li> </ul> <p><i>Возникновение чрезвычайных ситуаций:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аварийная остановка при повышении температуры оборудования;</li> <li>- нарушение рабочего режима маслосистемы;</li> <li>- аварийная остановка при превышении уровня вибрации;</li> <li>- пожар при повреждении системы подачи газа.</li> </ul>
---	---

<p>2. <i>Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.</i>  <i>Классификация</i>  <i>ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования</i>  <i>ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования</i>  <i>ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Общие требования</i>  <i>ГОСТ 12.2.062-81 Оборудование производственное. Ограждения защитные</i></p>
--	--

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой</li> </ul>	<p><i>Физико-химическая природа вредных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенные уровни шума;</li> <li>- повышенные уровни вибрации.</li> </ul> <p><i>Действие факторов на организм человека:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ухудшение слуха;</li> <li>- влияние на нервную систему;</li> <li>- раздражение человека;</li> </ul>
---	---

<p><i>размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нарушение работы сердечно-сосудистой системы;</li> <li>- головные боли;</li> <li>- тошнота.</li> </ul> <p>Средства коллективной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- шумопоглощающая изоляция;</li> <li>- звукоизолирующие кожухи;</li> <li>- активные средства виброзащиты.</li> </ul> <p>Средства индивидуальной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- противошумные наушники;</li> <li>- противошумные вкладыши;</li> <li>- вибродемпфирующие перчатки;</li> <li>- <u>рукавиц</u></li> </ul>
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p><i>Источник опасных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работающие клапаны;</li> <li>- маслосистема.</li> <li>- сосуды</li> </ul> <p><i>Средства защиты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защитные экраны;</li> <li>- термостойкие перчатки;</li> <li>- системы пожаротушения.</li> </ul> <p><i>Причины пожаров:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механическое повреждение патрубков;</li> <li>- утечка газа.</li> </ul> <p><i>Профилактические мероприятия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучение пожарной ТБ;</li> <li>- контроль оборудования.</li> </ul> <p><i>Первичные средства пожаротушения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- огнетушитель;</li> <li>- песок.</li> </ul>
<p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p><i>Защита селитебной зоны: учет санитарно-защитной зоны при строительстве азотных станций.</i></p> <p><i>Воздействие на атмосферу: выбросы продуктов сгорания топлива, содержащие:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– продукты полного сгорания горючих компонентов топлива;</li> <li>– компоненты неполного сгорания топлива.</li> </ul> <p><i>Воздействие на гидросферу: возможный разлив смазочно-охлаждающих жидкостей.</i></p> <p><i>Воздействие на литосферу: твердые бытовые отходы при техническом обслуживании и ремонте газотурбинных установок.</i></p> <p><i>Решения по обеспечению экологической безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдение инструкций при операциях по наливу и сливу смазочно-охлаждающих жидкостей;</li> <li>- Все работники должны быть обучены безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90;</li> <li>- применение индивидуальных средств защиты по типовым отраслевым нормам при работе с нефтепродуктами.</li> </ul>
<p><i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по</li> </ul>	<p><i>Возможные ЧС на объекте:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аварийная остановка при превышении уровня вибрации;</li> <li>- аварийная остановка при превышении уровня шума;</li> </ul>

<p><i>предупреждению ЧС;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i></li> </ul>	<p><i>-аварийная остановка при протечке хладагента из конденсаторного блока;</i>  <i>В случае возникновения аварийной ситуации необходимо действовать согласно инструкции, предписанной данному предприятию на случай возникновения ЧС.</i></p>
<p><i>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i></li> <li>– <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i></li> </ul>	<p><i>Правила безопасного ведения работ регламентируются ПБ 12-368-00 "Правила безопасности в газовом хозяйстве". 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.</i>  <i>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:</i>  <i>1) сокращенная продолжительность рабочего времени с возможностью выплаты денежной компенсации за работу в пределах общеустановленной 40-часовой рабочей недели (ст. 92 ТК РФ);</i>  <i>2) ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам с возможностью выплаты компенсации за часть такого отпуска, превышающую минимальную продолжительность (ст. 117 ТК РФ);</i>  <i>3) повышенная оплата труда работников (ст. 147 ТК РФ).</i></p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	

<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	<p>01.05.2017</p>
--	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Невский Е.С.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Швец Анатолий Сергеевич		



## 5. Социальная ответственность

Современная организация труда невозможна без создания благоприятных условий труда на каждом рабочем месте. Механизация и автоматизация производственных процессов, научная организация труда основы снижения и исключения производственного травматизма, аварий и профессиональных заболеваний. В современных условиях главным в проблемах безопасности труда является создание техники, исключающей несчастные случаи на производстве. Охрана труда и техника безопасности в нефтегазовой промышленности имеет ряд специфических особенностей, технологическим процессам присущи высокие давления и повышенные температуры. В них используются агрессивные и токсичные вещества, большие массы горючих жидкостей и газов, взрывоопасные и радиоактивные вещества, что потенциально может стать причиной производственных несчастных случаев и заболеваний. Основными причинами, которые могут повлечь за собой создание аварийного положения и угрозу безопасности обслуживающего персонала, являются неправильная эксплуатация аппаратуры и оборудования установки, нарушение герметичности аппаратуры, оборудования и трубопроводов, нарушение технологического режима, отсутствие чистоты рабочего места, пренебрежение правилами личной безопасности, курение в местах, не оборудованных для этой цели. К тому же существует вероятность чрезвычайных ситуаций, таких как взрывы, возникающие в результате разрушений газовых ёмкостей, коммуникаций и аппаратов; пожары, возникающие из-за повреждения отопительных печей, электропроводки, ёмкостей и трубопроводов с легко воспламеняющимися жидкостями; загрязнение местности, атмосферы и водоёмов, возникающее при разрушении резервуаров и технологических коммуникаций, ядовитыми

веществами, которые могут стать причиной летальных исходов среди работников объекта и жителей города, в котором расположен объект.

Кроме того, эти чрезвычайные ситуации неизбежно приведут к загрязнению окружающей среды и ухудшению экологической обстановки в городе или во всём регионе. Для предотвращения негативного воздействия функционирования проектируемых объектов на окружающую среду последние должны соответствовать экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды. Объектом исследования разработки данного проекта является система инертного газа, предназначенная для обеспечения объекта сжатым азотом низкого и высокого давления, который используется для нужд технологического комплекса.

### **5.1 Опасные и вредные производственные факторы.**

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 могут быть выделены следующие опасные и вредные факторы производственной среды при работе с системой инертных газов:

- шум от работающего оборудования;
- высокие температуры и давление рабочего тела, масла, газа при работе оборудования;
- наличие сосудов и трубопроводов, работающих под давлением;

Воздействие на окружающую среду оказывает выхлопной газ, а также природный газ при не герметичности оборудования, трубопроводов, в аварийных ситуациях может выделяться в пространство рабочих помещений, в воздух рабочей зоны на наружных установках, создавая при этом пожарную и взрывную опасность

## **5.2 . Анализ выявленных вредных факторов производственной среды**

Утечки газа возможны через фланцевые соединения, участки трубопроводов. Особенностью азота, является отсутствие цвета и запаха. Для обнаружения утечки необходимо производить одорирование – добавление специальных веществ со специфическим «запахом газа». Предусмотрен периодический контроль качества воздуха на рабочих площадках с отбором проб и их анализом в испытательной лаборатории месторождения.

В зависимости от длительного и интенсивного воздействия шума происходит снижение чувствительности органов слуха, которое выражается временным смещением порога слышимости, исчезающим после прекращения воздействия шума. При большой интенсивности и длительности шума происходят такие необратимые потери слуха, как тугоухость, которая характеризуется постоянной изменой порога слышимости. Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, репродуктивную функцию человека, вызывает нарушение сна, раздражение, агрессивность, утомление, способствует психическим заболеваниям.

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

Октавные уровни звукового давления в соответствии с дополнением 4 к СНиП 1.02.01-85 и на рабочих площадках не должны превышать 80 дБ. Однако при работе уровень шума на может достигать 120 дБ.

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

Для локализации источников шума установки предусмотрено расположение оборудования на отдельных технологических площадках.

Согласно ГОСТ 12.1.029-80 внутреннюю часть стен блока, где находится компрессор, следует покрыть шумопоглощающей изоляцией. Также возможно применение звукоизолирующего кожуха непосредственно для винтового компрессора. В качестве средств индивидуальной защиты согласно ГОСТ 12.1.029-80 у персонала должны быть противозумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи, либо противозумные вкладыши, перекрывающие 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 системе инертного газа основным рабочим органом является привод и компрессор. На данных агрегатах имеются вращающиеся механизмы. Размещение оборудования, расположение рабочих мест, ширина проездов и проходов предусмотрены в соответствии с нормами технологического проектирования (СН 433-71, ВНТП 01-81) и обеспечивают свободный доступ к оборудованию, безопасное ведение работ (ширина проходов между технологическим оборудованием составляет не менее 0,5 метра). Также в качестве средств защиты необходимо использовать защитные экраны, закрывающие непосредственно рабочие части агрегата по ГОСТ 12.2.062-81.

Причиной пожара может стать утечка газа, дизельного топлива, которые используются в качестве топлива в приводе. В качестве меры профилактики должны использоваться системы контроля загазованности. 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 станции.

Маслосистема представляет собой совокупность трубопроводов, окутывающих компрессор. Контакт с системой при работающем агрегате может привести к ожогам различной степени, в зависимости от времени контакта и температуры. В качестве средства защиты необходимо использовать термостойкие перчатки.

## 5.4 Охрана окружающей среды

### *Защита селитебной зоны*

Работы производятся непосредственно на месторождении вдали от населенных пунктов, вследствие этого никаких мер для защиты селитебной зоны предпринимать нет необходимости.

### *Воздействие на атмосферу*

Приводом компрессора является газотурбинная установка, использующая в качестве топлива природный газ, дизельное топливо.

В общем случае продукты сгорания данного топлива 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, т.е. его дополнительное очищение. На выхлопном тракте необходимо устанавливать фильтры, чтобы очистить выхлопной газ от вредных частиц.

Также на станции в процессе получения азота, выделяется кислород, перенасыщение воздуха кислородом опасно для человека, это наносит не только вред здоровью, но и создает пожароопасную ситуацию. Могут произойти и утечки азота, что тоже плохо влияет на здоровье.

### *Воздействие на гидросферу*

Возможным воздействием является разлив смазочно-охлаждающих жидкостей, а также отработанного масла компрессора и двигателя, в случае несоблюдения правил замены жидкостей и их транспортировки.

### *Воздействие на литосферу*

Работа системы инертного газа 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:

- нарушение рабочего режима маслосистемы;
- аварийная остановка при превышении уровня вибрации;
- аварийная остановка при превышении уровня шума;
- аварийная остановка при превышении допустимой температуры деталей системы;
- пожар при повреждении системы подачи топлива в привод.
- пожар при утечке газов

### **Описание превентивных мер по предупреждению ЧС**

Для предупреждения проявления данных чрезвычайных ситуаций необходимо соблюдать график технического обслуживания, текущего и капитального ремонта, для выполнения своевременной затяжки крепежных элементов, проверки работы деталей и механизмов, проверки и замены различных уплотнений, замены масла в маслосистеме, проверке работоспособности различных контрольных датчиков. Необходимо проверять знания и компетентность рабочего персонала, обслуживающего систему.



Система получения инертного газа относится к взрывопожароопасному производству. Так как оборудование выработки сжатого азота находится в закрытом пространстве, При разгерметизации трубопроводов пермеата и недостаточной кратности воздухообмена в помещениях, повышении содержания кислорода более 24 % об. существует вероятность поражения органов дыхания вплоть до отека легких. Кроме того, увеличивается вероятность самовоспламенения паров масла, возникновения пожара или взрыва. Для обеспечения безопасной эксплуатации системы инертного газа предусмотрена герметизация технологического оборудования и трубопроводов, соединения труб выполнены сваркой.

Используемые арматура, материалы труб и детали трубопроводов должны соответствовать климатическим условиям и условиям эксплуатации.

Все трубопроводы рассчитаны и испытаны на прочность в соответствии с условиями эксплуатации. Основная запорная арматура обвязки оборудования имеет автоматическое управление, обеспечивающее быстрое отключение оборудования и трубопроводов. Для контроля воздушной среды в рабочей зоне предусматриваются взрывобезопасные переносные газоанализаторы. Механизированный пожарный инструмент и инвентарь располагаются на щите. Щиты должны быть доступны для визуального осмотра. Все противопожарное оборудование должно быть в исправном состоянии, окрашивается в красный цвет и имеет соответствующие обозначения.

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

Система получения инертного газа является объектом повышенной опасности для всего персонала. Она также является объектом, на котором установлено дорогостоящее оборудование, эксплуатировать которое должны специалисты предприятия, прошедшие обучение и имеющие допуск к работе оборудования, транспорта. Такие специалисты должны знать, как действовать в нештатных ситуациях и в случаях аварий. 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 (доврачебной) 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 (учебных центрах), имеющих соответствующую лицензию. 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:

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).

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.

Вывод: в данном разделе проведен анализ вредных факторов таких как повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации. Выявлены опасные факторы производства: повышенная температура маслосистемы, пожароопасность, взрывоопасность, наличие вращающихся механизмов.

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были проанализированы способы получения азота в промышленности, а именно получение азота с помощью адсорбционного, мембранного и криогенного способа. Были выявлены их преимущества и недостатки. Также было изучено оборудование для системы инертного газа, подробно расписаны виды и роль компрессоров в системе получения азота.

В расчетной части было рассчитано и подобрано оборудование для установки мембранного типа, дано описание и анализ винтового компрессора Atlas Copco GA-250-13 и поршневого компрессора GIB 15.3-11-5. Предложена схема расположения оборудования.

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. Для научно-исследовательского проекта был определен бюджет затрат, который составил 71436 рублей.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ возможных вредных факторов (например, повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации). В качестве опасных факторов выявлены повышенная температура, пожароопасность, наличие быстровращающихся механизмов. Чрезвычайная ситуация определена в виде пожара на производстве.

## Список использованных источников

- 1) О.П.Хайдуков. Системы инертных газов на танкерах и их эксплуатация  
[Текст]: учеб. пособие / О.П.Хайдуков, А.С.Трусов, Е.В. Кузнецов. - Новороссийск: НГМА, 2000. – 120 с.: ил.
- 2) Азотная станция [Электрон. ресурс] – 2014 - URL:  
<http://azotnaya.ru/azotnaia-stantciia>
- 3) Интех ГмбХ» (LLC «Intech GmbH») [Электрон. ресурс] – 2014 - URL:  
[http://www.intech-gmbh.ru/N2\\_production.php](http://www.intech-gmbh.ru/N2_production.php)
- 4) Некрасов Б. В., Основы общей химии, т. 1, М.: «Химия», 1973
- 5) П.Г.Романков. Процессы и аппараты химической промышленности.  
[Текст]:учеб.пособие / П.Г.Романков, М.И.Курочкина, Н.Н.Смирнов. – Ленинград, 1989. – 561 с.: ил.
- 6) Д.Л.Глизманенко. Получение кислорода.  
[Текст]: учеб. Пособие/ Д.Л.Глизманенко. – Москва, 1972 - 742 с.: ил
- 7) Воронежский А.В. Современные центробежные компрессоры. Вопросы оптимального применения в различных отраслях промышленности: сборник статей. – М.: ЗАО «Премиум Инжиниринг», 2007. – 144 с.
- 8) Шаммазов А.М. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: учебник / Шаммазов А.М., Александров В.Н., А. И. Гольянов А.И. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. – 404 с.
- 9) Дунаев В.Ф. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности. – М.: «Нефть и газ». 2006. – 352 с.

- 10) Справочник по нефтепромысловому оборудованию // Под ред. Е.И. Бухаленко. М.: Недра, 1983. – 400 с.
- 11) Чичеров Л.Г., Молчанов Г.В., Рабинович А.М. и др. «Расчёт и конструирование нефтепромыслового оборудования» - М.: Недра, 1987 – 422с.
- 12) Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебное пособие / Дячек П.И. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 432 с.
- 13) Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности / Белов С.В. 7-е изд. - М.: Высшая школа, 2007. - 616 с.
- 14) Ставкин Г.П. Правила и инструкции по технике безопасности на установках КПП / Ставкин Г.П. – М.: Недра, 1998. - 125 с.
- 15) Абдурашитов С.А. Насосы и компрессоры. – М.: Недра, 1974. – 296