

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация компрессорной установки путем замены приводного двигателя

УДК 621.51-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4E5A	Дробин Игорь Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Зиякаев Г.Р.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Брусник Олег Владимирович	К.П.Н		

Томск – 2020

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р1	Приобретение <i>профессиональной эрудиции и широкого кругозора</i> в области <i>гуманитарных и естественных наук</i> и использование их в профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7) (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А)</i>
Р2	Уметь анализировать <i>экологические последствия</i> профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение <i>безопасных условий труда</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.</i>
Р3	Уметь <i>самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23</i>
Р4	Грамотно решать <i>профессиональные инженерные задачи</i> с использованием современных <i>образовательных и информационных технологий</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
Р5	Управлять <i>технологическими процессами</i> , эксплуатировать и обслуживать <i>оборудование нефтегазовых объектов</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)</i>
Р6	внедрять в практическую деятельность <i>инновационные подходы</i> для достижения конкретных результатов	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		

Р7	Эффективно работать <i>индивидуально и в коллективе</i> по <i>междисциплинарной</i> тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	<i>Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18)</i> <i>(ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)</i>
Р8	Осуществлять <i>маркетинговые исследования</i> и участвовать в создании проектов, повышающих <i>эффективность использования ресурсов</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
Р9	Определять, систематизировать и получать необходимые <i>данные</i> для <i>экспериментально-исследовательской деятельности</i> в нефтегазовой отрасли	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)</i>
Р10	<i>Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать</i> экспериментальные исследования с <i>интерпретацией</i> полученных результатов с использованием <i>современных методов моделирования и компьютерных технологий</i>	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,)</i> <i>(АВЕТ-3b)</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
Р11	Способность применять знания, современные методы и <i>программные средства проектирования</i> для составления <i>проектной и рабочей и технологической документации</i> объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30)</i> <i>(АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e)</i>

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Брусник О.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е5А	Дробин Игорь Васильевич

Тема работы:

Модернизация компрессорной установки путем замены приводного двигателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: ДВС 3520D, дизельный Мощность 1286 МВт, выход в двух ступенчатый режим работ компрессора, вычислить тепловой расчет.</p> <p>1. Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области.</p>
---	--

	<p>2. Расчет ДВС с целью изучения зависимостей существующих параметров</p> <p>3. Финансовый менеджмент.</p> <p>4. Социальная ответственность.</p> <p>Режим работы: круглосуточный</p>
--	---

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

Инженерная школа Природных ресурсов
 Отделение Нефтегазового дела
 Направление подготовки Нефтегазовое дело
 Профиль подготовки Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
 Уровень образования бакалавр
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Объект и методы исследования. Разработка модели.</i>	
	<i>Выполнение расчетной части работы.</i>	
	<i>Устранение недочетов в работе.</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Зиякаев Г.Р.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Брусник О.В	К.П.Н		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е5А	Дробин Игорь Васильевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Должностной оклад научного руководителя составляет 33664 руб. 2. Должностной оклад инженера 21760 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: 30 % премии к заработной плате 20 % надбавки за профессиональное мастерство, 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	1.1. Описание потенциальных потребителей; 1.2. Анализ конкурентных технических решений; 1.3. SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.1. Планирование работ; 2.2. Разработка графика Ганта. 2.3. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. Ресурсоэффективность	1. Определение интегрального показателя эффективности научного исследования. 2. Расчет показателей ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График проведения и бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4Е5А	Дробин Игорь Васильевич		

5. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4Е5А	Дробин Игорь Васильевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Машины и оборудования нефтяных и газовых промыслов»

Тема ВКР:

Модернизация компрессорной установки путем замены приводного двигателя	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: ДВС CAT 3520D Область применения: дожимная компрессорная станция
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - Условия труда должны отвечать всем требованиям международных стандартов в области охраны труда. - Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89, СНиП II-89-80. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)
2. Производственная безопасность: анализ выявленных вредных и опасных факторов	Вредные факторы: -повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; -повышенный уровень шума; -загазованность помещений; -общая вибрация; - ионизирующее излучение. Опасные факторы: -движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования.

<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Атмосфера: выбросы продуктов сжатия и сепарации. Гидросфера: разлив смазочно-охлаждающих жидкостей. Литосфера: твердые бытовые отходы при техническом обслуживании и ремонте агрегатов.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Сезонные наводнения – Сильные морозы – аварийная остановка при превышении уровня вибрации – аварийная остановка при превышении допустимой температуры деталей компрессора <p>Наиболее типичная ЧС: аварийная остановка ДВС.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4E5A	Дробин Игорь Васильевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 79 с., 6 рис., 20 таблиц, 40 источник.

– *Ключевые слова:* двигатель внутреннего сгорания, компрессор, наддув ,

– *Объект исследования:* ДВС Дизельный.

– *Цель работы:* Модернизация компрессорной установки путем замены приводного двигателя

– Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

– изучение современного оборудования ДВС

– тепловой расчет ДВС

– определение параметров рабочего тела.

– было рассчитано зависимость расхода воздуха от чистоты вращения коленчатого вала и давление наддува.

– *В процессе исследования проводились:* обзор литературы, анализ расчетов и их выполнение. Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: давление, подача, расход, температура, частота вращения.

– *Область применения:* добыча, компримирование и транспортировка газа, нефтехимия, электроустановки

– *Экономическая эффективность* заключается в подробном проведении расчетов, которые могут использоваться для выявления

параметров, которые могут быть оптимизированы и подобраны экономически выгодно.

Определения, обозначения и сокращения

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Интеркулер – он же промежуточный ОНВ (охладитель наддувочного воздуха). Представляет собой теплообменник (воздухо-воздушный, водо-воздушный).

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) - разновидность теплового двигателя, в котором топливо сгорает непосредственно в рабочей камере (внутри) двигателя. Тем самым, топливная смесь и является рабочим телом таких двигателей.

ДВС – Двигатель внутреннего сгорания

КУ- Компрессорная установка

ДКС- Дожимная компрессорная установка

ПК- Поршневой компрессор

АВО- Аппарат воздушного охлаждения

ТБ- Трубопровод

ПКУ-Поршневая компрессорная установка

ТО- Техническое обслуживание

Cat-Caterpillar

Оглавление	
Введение	12
1. Назначение устройства	13
1.2. Техническое обслуживание компрессора.....	16
2. Описание процесса.....	18
2.1 Двухступенчатый режим работ	19
3. Виды, производство и применение ДВС	20
3.1 Метод наддува ДВС.....	25
3.2 Интеркулер	25
3.3 Принцип работы дизельного ДВС	26
4. Тепловой расчет ДВС	27
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	36
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования.	37
5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	37
5.3 SWOT-анализ.....	39
5.4 Структура работ в рамках научного исследования	48
5.5 Определение трудоемкости выполнения работ	49
5.6 Разработка графика проведения научного исследования	50
5.7 Бюджет научно-технического исследования	54
5.8 Основная заработная плата исполнителей темы	56
5.9 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	59
5.10 Формирование бюджета затрат проекта	59
5.11 Определение ресурсоэффективности проекта.....	60
6. Социальная ответственность	65
6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	65
6.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследования.....	65

6.2. Производственная безопасность.....	66
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	66
6.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего.....	71
6.3. Экологическая безопасность	72
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	73
Заключение	75
Список использованных источников.....	76

Ведение

Актуальность работы. Газовые промыслы представляют собой сложнейшие геолого-технологические системы, состоящие из подземной части, объектов добычи, сбора, подготовки и транспортировки углеводородного сырья. Для обеспечения требуемого объема перекачки газообразных углеводородов на территории промысла или по межпромысловым участкам используют различные дожимные компрессорных станции, которые являются сложными технологическими объектами. Очень часто, по расположению в пространстве, ДКС входят в состав установок комплексной подготовки газа и являются одним из конечных элементов всей системы подготовки и транспорта. Необходимо отметить, что работа ПК может осуществляться при помощи ДВС (двигатель внутреннего сгорания. Последнее реализуется при помощи газотурбинных приводов КС, что позволяет использовать собственный добываемый ресурс, получать альтернативные источник энергии и решать проблему, связанную с утилизацией попутного нефтяного газа на промыслах. В настоящее время происходит реконструкция многих промышленных объектов нефтедобывающей отрасли. Старое оборудование заменяется по причине морального старения. Поэтому проводимая работа и изучение эксплуатации дожимной компрессорной станции является актуальной. Решение данной задачи напрямую влияет на объем добываемого попутного нефтяного газа

Объект исследования. Поршневая компрессорная установка для компримирования попутного нефтяного газа.

Предмет исследования. Обеспечение транспорта попутного нефтяного газа.

Цель работы. Модернизация ПКУ (поршневой компрессорной установки) с заменой приводного двигателя, по причине морального износа, для увеличения ресурсоэффективности ПКУ. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: произвести тепловой расчет ДВС.

1. Назначение устройства

Выбор типа ГПА напрямую зависит от назначения компрессорной станции, её типа, необходимой степени сжатия и производственного расхода. Компрессорные станции газопроводов классифицируются по: назначению; типу установленных компрессорных машин; типу привода газоперекачивающего аппарата. По назначению компрессорные станции магистральных газопроводов бывают головные, линейные и дожимные. Головная и линейная КС магистрального газопровода предназначены для компенсации потерь давления, имеющих место при транспортировке газа от мест добычи до мест потребления.

Дожимные КС (ДКС) устанавливаются на подземных хранилищах газа. Они служат для его закачки из магистрального газопровода в пласт, а также для отбора газа из пласта (в периоды дефицита) с целью закачки в магистральный газопровод или непосредственной подачи потребителям. Отличительной особенностью ДКС является высокая степень сжатия — от 2 до 4 . По типу установленных компрессорных машин различают поршневые и центробежные КС. В первом случае на них установлены поршневые компрессоры, а во втором — центробежные нагнетатели. Поршневые компрессоры используются для перекачки газа на дожимных компрессорных станциях. Современные поршневые интегрированные мотор-компрессоры оснащены современной системой автоматизации и имеют широкий диапазон регулирования производительности . Головные и линейные КС МГ оснащают центробежными нагнетателями. Они бывают полнонапорными и неполнонапорными. По типу привода газоперекачивающего агрегата различают КС с газотурбинным и электрическим приводом. В настоящее время первый тип привода имеют более

88% ГПА, а второй — около 12%. Развитие изучения ГПА заложено рядом выдающихся ученых (Бармин С.Ф., Васильев П.Д., Казаченко А.Н, Никишин В.И., и др. [14-23] из отраслевых НИИ, НПО и ВУЗов – ВНИИГАЗ, ВНИИЭ, НИПТИЭМ,

НИПОМ, НИУ «МЭИ», НМСУ «Горный» (СПб), ЛГТУ, МАМИ, РГУНГ им. И.М. Губкина, УрФУ и других) и характеризуется многолетней практикой совершенствования аппаратной базы. Согласно исследованиям, чтобы сэкономить тонну условного топлива (даже без учета экологической нагрузки) выходит в несколько раз дешевле, чем добыть. В настоящий момент принят ряд нормативных документов, один из которых «Концепция по энергоэффективности транспорта газа» которые регламентируют максимально эффективное использование природных ресурсов (углеводородов) и максимально эффективное применение современных технологий для осуществления транспортировки от мест добычи до потребителя. Для обеспечения требуемых параметров в камере сгорания современной ДВС возникла необходимость строительства мощных дожимных компрессорных станций, что явилось перспективой для применения центробежных компрессоров. С другой стороны, новые экологические законы требуют утилизации попутного нефтяного газа, факельных газов, сбрасываемых с различных технологических циклов. По данной причине, использование поршневых компрессоров, работающих на газе, становится вновь актуальным

Компрессорные установки располагаются на отдельных фундаментах, изолированных от общего пола, и фундаментов опорных колонн здания. Постоянное пребывание обслуживающего персонала в здании не предусмотрено, всё оборудование работает полностью в автоматическом режиме. Системы управления компрессоров обеспечивают трансляцию параметров на верхний уровень, проектом предусмотрен дистанционный аварийный останов оборудования, автоматический останов по сигналу систем газопожаробнаружения. Для проведения регламентных и ремонтных работ в здании ДКС предусмотрены площадки обслуживания и ручная таль

грузоподъёмностью 5 т. На рассматриваемой модели производится перевооружение ДВС, с целью повышения ресурсоэффективности оборудования.

К основным требованиям, определяющим техническое совершенство нового оборудования, относятся следующие: возможность регулирования производительности в максимально широком диапазоне; высокая степень заводской готовности, позволяющая подключать установку к существующим заводским коммуникациям с минимальным объемом строительных работ; высокая энергоэффективность; устойчивость режима работы при изменении параметров; максимальная эксплуатационная надёжность и большой межрегламентный (межремонтный) срок службы; работоспособность в условиях высокой коррозионной активности перекачиваемого газа; современные системы управления высокого уровня и конструктивный дизайн.

Всё оборудование и все блоки установки, за исключением АВО и другого оборудования устанавливаемого за пределами здания (элементы системы выхлопа и воздухозабора), должны эксплуатироваться в отапливаемом помещении при температуре не менее плюс 5°C.



АВО должны быть установлены на открытом пространстве (вне помещения).

Температура окружающей среды от минус 45.5°С* до плюс 30°С

Высота над уровнем моря: 130 м

Абсолютные максимальные и минимальные температуры окружающей среды от минус 54°С до плюс 37°С.

Таблица 1 – вводные данные компрессора Ariel

Количество рядов компрессора.	4
Допустимая расчетная мощность.	1938,8
Максимальная нагрузка на шток при растяжении.	165
Максимальная нагрузка на шток при сжатии.	178

1.2 Техническое обслуживание компрессора

Компрессор Ariel При регулярном и минимальном ТО все компрессоры Ариэль гарантируют бесперебойную работу установок на длительный срок. Каждая модель разработана таким образом, чтобы обеспечить легкость ремонта и замены деталей. Многие компоненты агрегатов различных серий взаимозаменяемы между собой, что, в свою очередь, снижает издержки при техническом обслуживании газовых компрессоров.

Ежедневно. Проверьте давление масла. При рабочей температуре оно должно быть 350 - 420 кПа. Максимальная температура масла на входе в компрессор равна 88°C. 2. Проверьте уровень масла в картере. При работе компрессора он должен быть близок к середине уровнемерного стекла, а если нет - определите и устраните причину. Не переполняйте картер маслом. Проверьте расходный бак масла, чтобы обеспечить достаточную подпитку. 3. Проверьте движение указателя работы лубрикатора. Проверьте по табличке на корпусе лубрикатора требуемую продолжительность цикла. Очень грязный и/или сырой газ могут потребовать более частой подачи масла, чем сухой и чистый газ. 4. Проверьте утечки в линиях первичной и вторичной вентиляции сальников. Если утечки чрезмерны, определите их причину и, при необходимости, замените кольца сальника. 5. Проверьте и устраните любые утечки газа. 6. Проверьте и устраните любые утечки масла.

2. Описание процесса

Одноступенчатый режим работы: Технологический газ (природный газ) поступает на компрессорную установку через соединение А всасывающего трубопровода (см. схему технологического процесса US-122669-01-HE-01-001 в приложении 1). Поток газа, проходя через ручной отсечной кран и автоматический отсечной кран SDV-1041, поступает в скруббер на всасывании первой ступени 9410 и через соединение А в скруббер второй ступени 9420, в которых происходит очищение потока газа от капельной жидкости. Из скрубберов газ поступает в буферные ёмкости на всасывании первой и второй ступени 9411 и 9421, в которых происходит гашение пульсаций газа, и затем направляется в цилиндры сжатия компрессора первой и второй ступени 8201А, 8201В, 8202А, 8202В, где происходит сжатие газа до установленных параметров. В результате сжатия температура газа увеличивается. Из цилиндров горячий газ, проходя через буферные ёмкости на

нагнетании первой и второй ступени 9412, 9422 направляется в АВО газа 8300, 8302. Далее поток газа направляется в нагнетательный трубопровод компрессорной установки, где установлены обратный клапан VC-1036, автоматический отсечной кран SDV-1043 и ручной отсечной кран VL-1035. Сжатый газ выходит из установки через соединение В.

2.1 Двухступенчатый режим работ

Технологический газ (природный газ) поступает на КУ через соединение А всасывающего трубопровода (см. схему технологического процесса US-122669-01-HE-01-001 в приложении 1). Поток газа, проходя через ручной отсечной кран и автоматический отсечной кран SDV-1041, поступает в скруббер на всасывании первой ступени 9410, в котором происходит очищение потока газа от капельной жидкости. Из скруббера газ поступает в буферную ёмкость на всасывании первой ступени 9411, в которой происходит гашение пульсаций газа, и затем направляется в цилиндры сжатия компрессора первой ступени 8201А и 8201В, где происходит сжатие газа до установленных параметров.

В результате сжатия температура газа увеличивается. Из цилиндра горячий газ, проходя через буферную ёмкость на нагнетании первой ступени 9412, направляется в межступенчатое АВО газа 8300. Из АВО газ направляется на вторую ступень сжатия, поступает в скруббер на всасывании второй ступени 9420, далее поток газа, проходя через буферную ёмкость на всасывании второй ступени 9421, цилиндры 8202А, 8202В, буферную ёмкость на нагнетании 9422 поступает на концевую секцию АВО газа 8302, далее поток газа направляется в нагнетательный трубопровод КУ, где установлены обратный клапан VC-1036, автоматический отсечной кран SDV-1043 и ручной отсечной кран VL-1035. Сжатый газ выходит из установки через соединение.

3. Виды, производство и применение ДВС

Двигатели Cat с применением технологии Tier 4 соответствуют строгим стандартам в отношении выбросов загрязняющих веществ и обеспечивают производительность и эффективность, которые клиенты ожидают от компании Caterpillar.

Промышленные дизельные силовые установки Cat предназначены для широкого ряда применений, поршневых компрессоров, также для промышленных, буровых и других насосов. Наши интегрированные силовые установки соответствуют действующим стандартам выбросов загрязняющих веществ.

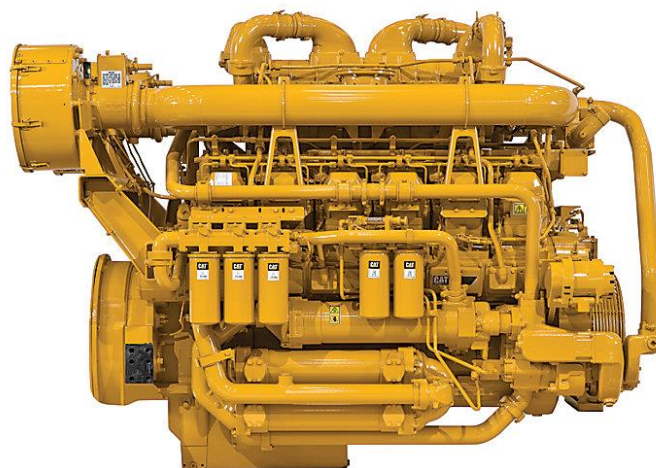


Рисунок 1. Промышленный двигатель 3512

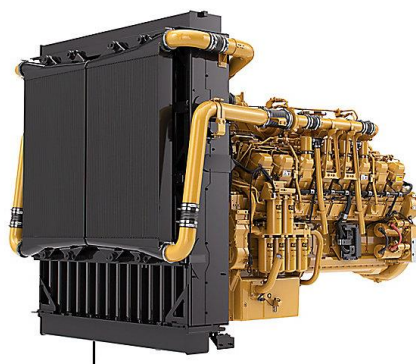


Рисунок 2. Промышленная дизельная силовая установка 3516С

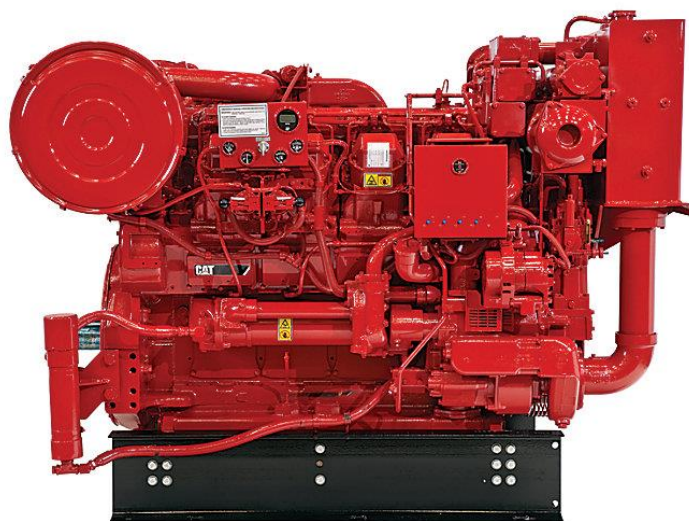


Рисунок 3. Дизельный двигатель с пожарным насосом 3516

Двигателя CAT 3520D дизельный, четырехтактный, восьмидесяти клапанный, V20, угол развала 60 градусов, с верхним расположением распред. валов, с турбонаддувом, с промежуточным и отдельным охлаждением наддувного воздуха.



Рисунок 4. двигатель CAT G3520D

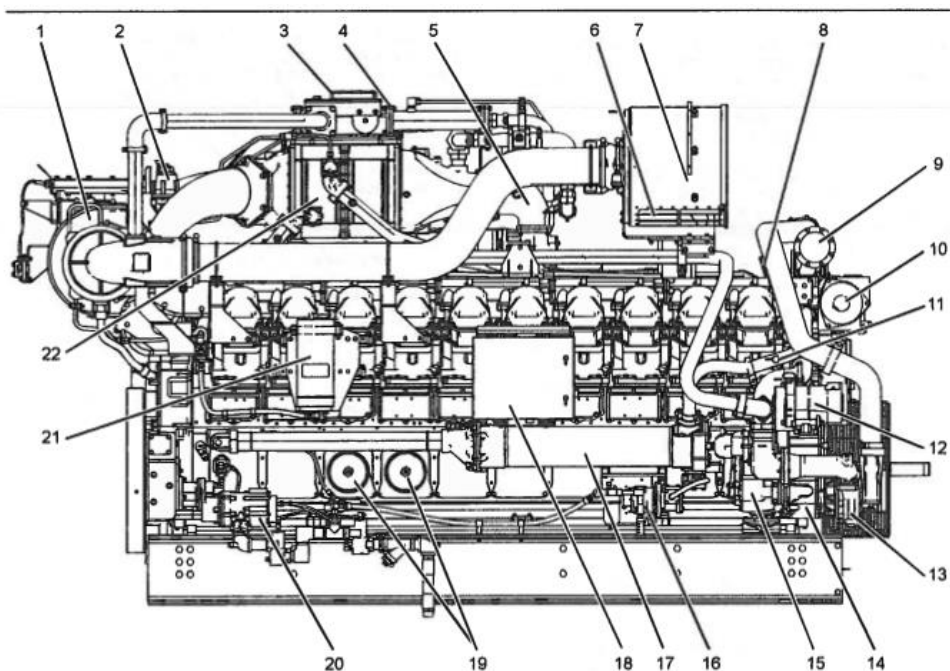


Рисунок 5 – Двигатель CAT3520D вид двигателя справа

1. турбокомпрессор
2. выпускное отверстие выхлопа
3. электронная подача топлива
4. впуск топлива
5. дроссельная заслонка
6. впуск воздуха
7. воздухоочиститель
8. такелажная проушина
9. выпуск рубашки охлаждения
10. масляной фильтр
11. пробоотборник клапан масла
12. генератор
13. впуск рубашки охл.
14. водяной насос
15. масляный насос двигателя
16. насос водяной
17. маслоохладитель двигателя
18. вспомогательный эл. блок управления двс

19. предохранительный клапан сброса избыт. воздуха из картера
20. пневматический стартер
21. аккумулятор масла турбокомпрессора
22. промежуточный охладитель

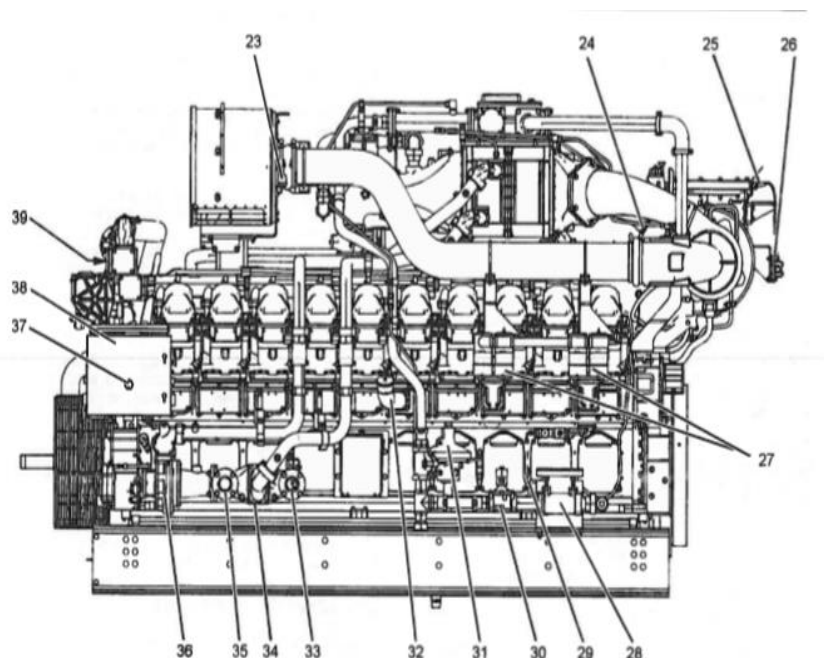


Рисунок 6. двигатель CAT G3520D вид двигателя слева

1. индикатор необходимости обслуживания воздушного фильтра
2. такелажная проушина
3. датчик оксида азота
4. накопитель датчик
5. сапун картера
6. охладитель топлива
7. щуп уровня масла
8. клапан откл. падачи топлива
9. регулятор давления
10. масло заливная горловина
11. выпуск промежуточного охладителя
12. термостат охладителя воздуха
13. впуск промежуточного охл. надувного воздуха

14. насос систем охлж. воздуха
15. кнопка аварийного останова

3.1 Метод наддува ДВС.

Для подачи дополнительного кислорода в мотор используется специальное устройство – турбина, которая сжимает атмосферный воздух, и в таком виде он поступает в ДВС. Чаще всего подобными изделиями оснащается дизель.

Следствием того, что атмосферный воздух сжимается, происходит увеличение его плотности, что обеспечит поступление в мотор большего количества кислорода. Однако по законам физики, при сжатии газа происходит повышение температуры, а подача в дизель горячего воздуха – один из возможных вариантов быстрого его разрушения. Поэтому для снижения температуры сжатого воздуха используется такое устройство, как интеркулер.

3.2 Интеркулер

Принцип, по которому работает интеркулер, такой же, как у системы охлаждения двигателя – теплообмен или охлаждение нагретого вещества холодным. температура сжатого компрессором воздуха уменьшается, для чего он поступает в радиатор интеркулер.

Так что, по сути дела, интеркулер является радиатором охлаждения, представляющим собой набор трубок, обладающих хорошей теплопроводностью, вследствие чего излишек тепла отводится наружу и снижается температура воздуха, поступающего в дизель.

Простое техническое решение, в основе которого лежит принцип принудительного охлаждения сжатого воздуха, подаваемого в дизель, позволяет повысить мощность мотора за счет обеспечения условий для оптимального сгорания топлива. Дополнительным преимуществом будет улучшение экологических показателей работы двигателя.

3.3 Принцип работы дизельного ДВС

1-й такт. Впуск. Соответствует 0° - 180° поворота коленвала. Через открытый на, приблизительно, 345 - 355° впускной клапан воздух поступает в цилиндр, на 190 - 210° клапан закрывается. При этом до 10 - 15° поворота коленвала одновременно открыт и выхлопной клапан. Время совместного открытия клапанов называется перекрытием клапанов.

2-й такт. Сжатие. Соответствует 180° - 360° поворота коленвала. Поршень, двигаясь к ВМТ (верхней мёртвой точке), сжимает воздух от 16 (в тихоходных двигателях) до 25 (в быстроходных) раз.

3-й такт. Рабочий ход, расширение. Соответствует 360° - 540° поворота коленвала. При распылении топлива в горячий воздух происходит инициация сгорания топлива, то есть частичное его испарение, образование свободных радикалов в поверхностных слоях капель и в парах. Наконец, оно вспыхивает и сгорает по мере поступления из форсунки, а продукты горения, расширяясь, двигают поршень вниз. Впрыск и, соответственно, воспламенение топлива происходит чуть раньше момента достижения поршнем мёртвой точки вследствие некоторой инертности процесса горения.

Отличие от опережения зажигания в бензиновых двигателях в том, что задержка необходима только из-за наличия времени инициации, которое в каждом конкретном дизеле - величина постоянная и изменению в процессе работы не подлежит. Сгорание топлива в дизеле происходит, таким образом, столько времени, сколько длится подача порции топлива из форсунки. Вследствие этого рабочий процесс протекает при относительно постоянном давлении газов, из-за чего двигатель развивает большой крутящий момент. Из этого следуют два важных вывода: 1. Процесс горения в дизеле длится ровно столько времени, сколько требуется для впрыска данной порции топлива, но не дольше времени рабочего хода. Это приводит к тому, что рабочий процесс в дизеле протекает при постоянном давлении.

2. Соотношение топливо/воздух в цилиндре дизеля может существенно отличаться от стехиометрического, причем очень важно обеспечить избыток

воздуха, так как пламя факела занимает небольшую часть объема камеры сгорания и атмосфера в камере должна до последнего обеспечить нужное содержание кислорода. Если этого не происходит, возникает массивный выброс несгоревших углеводородов с сажей (тепловоз «даёт медведям»).

4-й такт. Выпуск. Соответствует 540° - 720° поворота коленвала. Поршень идёт вверх, через открытый на 520 - 530° выхлопной клапан, выталкивая отработавшие газы из цилиндра. Далее цикл повторяется.

4. Тепловой расчет ДВС

Для анализа совместной работы ПК с ДВС необходимо располагать их характеристиками, т.е. зависимостями расхода воздуха от частоты вращения коленчатого вала двигателя и давления наддува. Поэтому первым этапом проектирования двигателя с ПК является тепловой расчет.

“Тепловой расчет дизеля с турбонаддувом”

Исходные данные: - тип двигателя - четырехтактный,

Давление надвального воздуха:

$$P_k := 2.2 \text{ МПа}$$

$$\text{частота вращения } n := 1200$$

$$S := 0\% \quad W := 0\%$$

$$\text{степень сжатия } \epsilon := 15$$

эффективная мощность элементарный состав:.

вид топлива - дизельное топливо <Л> ГОСТ

$$305-82, \text{ средний } C := 85.7\%$$

$$H := 13.3\% \quad O := 1\%$$

$$C := 0.857 \quad H := 0.133 \quad O := 0.01$$

Топливо.

Определяем низшую теплоту

$$Q_h := 33.91 \cdot C + 125.60 \cdot H - 10.89 \cdot (O - S) - 2.51 \cdot (9 \cdot H + W) = 42.652$$

$$Q_h := 1000 \cdot Q_h = 42652.3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Определяем теоретически необходимое количество воздуха для сгорания

$$\mu_B := 28.96 \text{ для воздуха}$$

$$l_0 := \frac{1}{0.23} \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot C + 8 \cdot H - O \right) = 14.519$$

$$L_0 := \frac{l_0}{\mu_B} = ? \text{ кмоль}$$

Определяем количество

$$M_1 := a \cdot L_0 = 0.451 \text{ кмоль}$$

Определяем общее количество

$$M_2 := a \cdot L_0 + \frac{H}{4} + \frac{O}{32} = 0.485 \text{ кмоль}$$

Параметры окружающей среды и остаточные газы.

$$p_0 := 0.1 \text{ МПа. } T_0 := 293 \text{ К}$$

Принимаем давление надувочного воздуха (в соответствии с

$$P_k := 0.17 \text{ МПа}$$

Принимаем показатель политропы

$$n_k := 1.65$$

$$T_k := T_0 \cdot \left(\frac{P_k}{p_0} \right)^{\frac{n_k - 1}{n_k}} = 361.1 \text{ К}$$

Определяем давление и температуру

$$P_r := (0.8) \cdot P_k = 0.136 \text{ МПа}$$

$$\text{принимаяем } T_r := 790 \text{ К}$$

Процесс впуска. Принимаем температуру

$$\Delta t := 40$$

$R_B := 287$ Дж/кг*град - удельная

$$\rho_k := \frac{P_k \cdot 10^6}{R_B \cdot T_k} = 1.64 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

В соответствии со скоростным режимом работы двигателя и качеством

$$\beta := 1.8$$

$$\xi_{bn} := 1.5 \quad U_1 := (\beta + \xi_{bn}) = 3.3 \quad \text{а скорость движения } \omega_{bn} := 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Определяем потерю давления на впуске

$$\Delta p_a := \frac{U_1 \cdot \omega_{bn}^2 \cdot \rho_k \cdot 10^{-6}}{2} = 0.022 \text{ МПа}$$

определяем давление в камере

$$P_a := P_k - \Delta p_a = 0.148 \text{ МПа}$$

Определяем коэффициент стат

$$\gamma r := \frac{T_k + \Delta t}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\varepsilon \cdot P_a - P_r} = 0.033$$

Определяем температуру в конце

$$T_a := \frac{T_k + \Delta t + \gamma r \cdot T_r}{1 + \gamma r} = 413.585 \text{ K}$$

Определяем коэффициент напол

$$\eta v := \frac{T_k \cdot (\varepsilon \cdot P_a - P_r)}{(T_k + \Delta t) (\varepsilon - 1) \cdot P_k} = 0.789$$

Процесс сжатия.

Определяем показатель адиабаты сжатия k_1 в функции ε

Определяем показатель политропы сжатия n_1 в зависимости от k_1 ,

$$\varepsilon := 15$$

$$T_a := 407.465 \text{ K}$$

$$n_1 := 1.381$$

Определяем давление в конце

$$P_c := P_a \cdot \varepsilon^{n_1} = 6.233 \text{ МПа}$$

Определяем температуру в конце

$$T_c := T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} = 1.143 \cdot 10^3 \text{ K}$$

Определяем среднюю молярную теплоемкость заряда

$$\mu C_{vs} := 20.16 + 1.74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c = 22.149 \text{ кДж/(кмоль)}$$

Определяем число молей остаточн

$$M_r := a \cdot \gamma r \cdot L_0 = 0.015 \text{ кмоль}$$

Определяем число молей газов в конце

$$M_c := M_1 + M_r = 0.466 \text{ кмоль}$$

Процесс сгорания.

Определяем среднюю молярную теплоемкость продуктов сгорания

$$\mu C_{pz}(Tz) := \left(20.2 + \left(\frac{0.92}{a} \right) \right) + \left(\left(15.5 + \frac{13.8}{a} \right) \right) \cdot 10^{-4} \cdot Tz + 8.314 \text{ кДж/(кмоль)}$$

Определяем число молей газов после

$$Mz := M2 + Mr = 0.5$$

Определяем расчетный коэффициент молекулярного

$$\beta := \frac{Mz}{Mc} = 1.072 \text{ кмоль.}$$

Принимаем коэффициент использования

количества теплоты, передаваемое газом на участке z zc

$$Qh := 42500$$

$$Q := \xi \cdot Qh = 3.825 \cdot 10^4 \text{ кДж/кг.}$$

Принимаем степень повышения давления в пределах 7,1. В дизелях с наддувом для ограничения

$$\lambda := 1.7$$

Результаты определения

$$Tz := 1$$
$$\beta \cdot \mu C_{pz}(Tz) \cdot Tz = \frac{\xi \cdot Qh}{a \cdot L0 \cdot (1 + \gamma r)} + Tc \cdot (\mu C_{vc} + 8.314 + \lambda)$$
$$Tz := \text{find}(Tz) = 2.884 \cdot 10^3$$

$$\beta \cdot \mu C_{pz}(Tz) \cdot Tz = \square$$

Подставляем имеющиеся значения величин, решаем полученное

$$Tz := 2259.1 \text{ К}$$

Определяем давление в конце процесса сгорания

$$P_z := P_c \cdot \lambda = 10.595 \text{ МПа}$$

Определяем степень предварительного

$$\rho := \frac{\beta \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c} = 1.246$$

Процесс расширения.

$$\delta := \frac{\varepsilon}{\rho} = 12.039$$

Показатель политропы расширения n_2 для дизеля определяем по номограмме учитывая, что

значение незначительно отличается от значения показателя адиабаты расширения k_2 . Определение показателя политропы расширения

$$n_2 := 1.28$$

$$P_b := \frac{P_z}{\delta^{n_2}} = 0.438$$

Определяем давление процесса

$$T_b := \frac{T_z}{\delta^{n_2 - 1}} = 1.126 \cdot 10^3 \text{ К}$$

Проверяем правильность ранее принятого значения температуры

$$T_r := \frac{T_b}{\sqrt[3]{\frac{P_b}{P_r}}} = 761.895 \text{ К}$$

$$T_{r1} := 790$$

$$\Delta := \frac{T_{r1} - T_r}{T_{r1}} \cdot 100 = 3.558$$

Индикаторные параметры рабочего

Определяем среднее индикаторное давление цикла для

$$P_i := \frac{P_c}{\epsilon - 1} \cdot \left(\lambda \cdot (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1 - 1}} \right) \right) = 1.124 \text{ МПа}$$

Принимаем коэффициент полноты

$$\nu := 0.96$$

Определяем среднее индикаторное давление цикла для

$$P_i := P_i \cdot \nu = 1.079 \text{ МПа}$$

Определяем

$$\eta_\nu := 0.79$$

$$\eta_i := \frac{P_i \cdot a \cdot l_0}{Q_h \cdot \rho k \cdot \eta_\nu} = 2.56 \cdot 10^{-4}$$

Определяем индикаторный удельный

$$g_i := \frac{3.6 \cdot 10^3}{Q_h \cdot \eta_i} = 330.888 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

Эффективные

Принимаем предварительно среднюю $W_{n.c.p} := 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ для тракторного дизеля

Определяем среднее давление

$$a_1 := 0.089 \quad b := 0.0118$$

$$P_m := a_1 + b \cdot W_{n.c.p} = 0.183$$

Определяем среднее

$$P_e := P_i - P_m = 0.896 \text{ МПа}$$

Определяем

$$\eta_m := \frac{P_e}{P_i} = 0.83$$

Определяем

$$\eta_e := \eta_i \cdot \eta_m = 2.125 \cdot 10^{-4}$$

Определяем эффективный удельный

$$g_e := \frac{3.6 \cdot 10^3}{42.5 \cdot 0.411} = 206.097 \frac{\text{г}}{\text{кВт}}$$

Основные размеры цилиндра и удельные параметры
сходя из величин эффективной мощности, частоты вращения коленчатого

$$\tau_{\text{дв}} := 4 \quad i := 6 \quad n := 2100$$

$$V_h := \frac{30 \cdot \tau_{\text{дв}} \cdot N_e}{P_e \cdot i \cdot n} = 13.676 \text{ л}$$

Рассчитываем значение

$$D := 120 \quad S := 130$$

$$\rho := \frac{S}{D} = 1.083$$

в соответствии со стандартным значением диаметра и

$$\pi := 3.14$$

$$D := 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot \rho}} = 252.414 \text{ мм}$$

Округляем диаметр до $D := 120$ мм

Определяем ход

$$S := D \cdot \rho = 130 \text{ мм} \quad S := 130 \text{ мм}$$

Определяем площадь

$$F_n := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1.13 \cdot 10^4 \text{ мм}^2 \quad F_n := 113 \text{ см}^2$$

Определяем рабочий объем

$$V_h := \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4} = 1.47 \cdot 10^6 \quad V_h := 1.47 \text{ л}$$

Определяем среднюю

$$W_{\text{ср}} := \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4} = 9.1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Определяем значение расчетной

$$N_e := \frac{P_e \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau_{\text{дв}}} = 138.224 \text{ кВт}$$

$$\Delta := \frac{128 - 126}{128} \cdot 100 = 1.563 \quad \Delta := 1.5 \%$$

В ходе исследования получены следующие основные результаты и выводы:
Тепловой расчет показал что значение температуры остаточных газов не превышает 5% для номинального скоростного режима и равна 3.5 %, что соответствует условиям задания. анализа совместной работы поршневого оппозитного компрессора Ariel JGT/4, с двигателем CAT G3520D.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В последние десятилетия основное количество научных разработок связано с инженерной, а не с фундаментальной сферой. Для инженерной разработки очень важным параметром является её коммерческая ценность, которая объединяет в себя множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки, не углубляясь в её суть. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования.

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

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

Достижение цели обеспечивается решением задач:

оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований;

Определить возможные альтернативы проведению научных исследований, отвечающих современным требованиям в области.

ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

спланировать научно-исследовательскую работу.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования.

Таблица 2 - Продукт: Поршневой компрессор в зависимости от сжимающего

		Отрасль		
		Нефтегазодобывающие предприятия	Машиностроение	Нефтегазоперерабатывающие
Размер компании	Крупные	+++++	*****	*****
	Средние	*****	+++++	+++++
	Мелкие	////////		

элемента для пневматического оборудования.

Таблица 8.1 – Карта сегментирования рынка

//////// - Проведенное исследование

+++ - «Ariel»

**** - ООО "Прона"

Результаты сегментирования:

Основными сегментами рынка являются все размеры компаний для поршневого компрессорного оборудования;

Наиболее привлекательными сегментами рынка являются мелкие компании, связанные с применением винтовой компрессорной установки.

5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное

исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках: технические характеристики разработки; конкурентоспособность разработки и т.д.

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

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ф	Б к1	Б к2	К ф	К к1	К к2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Эксплуатационные характеристики	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
2. Срок службы	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
3. Ремонтпригодность	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2
4. Производительность	0,11	5	4	3	0,55	0,44	0,33
5. Надежность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
6. Простота монтажа	0,09	3	3	4	0,27	0,27	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,02	3	3	2	0,06	0,06	0,04

2. Уровень проникновения на рынок	0,07	4	4	3	0,28	0,28	0,21
3. Цена	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
5. Обслуживание	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
6. Финансирование	0,03	3	3	2	0,09	0,09	0,06
Итого	1	48	43	35	4,15	3,66	2,94

- Б_ф – продукт проведенной работы;
- Б_{к1} - «Ariel»;
- Б_{к2} - ООО "Прона".

Анализ конкурентных технических решений показал, что целесообразно использовать поршневую компрессорную установку, так как она обладает рядом преимуществ. Наивысший вклад несут такие характеристики как: цена, надёжность, производительность, срок службы и эксплуатационные характеристики.

1. Конкурент 1 – «Ariel» $K_{к1}=4,15/3,66= 1,13$.

2. Конкурент 2 – ООО "Прона"

$K_{к2}=4,15 /2,94= 1,411$.

В каждом случае предприятие признано конкурентоспособным, т.к.

$K_{к} > 1$.

5.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций

и подводных камней, в условиях которых научно- исследовательский проект будет реализовываться.

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

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (таблица 4.3.1).

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Квалифицированный персонал; С2. Высокий срок эксплуатации компрессора; С3. Надежность данного оборудования по сравнению с другими; С4. Определение возможных опасных проявлений при работе компрессора до его производства; С5. Наличие	Сл1. Остановка компрессорной установки в процессе монтажа; Сл2. Уменьшение производительности компрессорной установки; Сл3. Не испытан в работе; Сл4. Сложность сборки оборудования.

	<p>финансирования компаний.</p>	
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Существование потенциального спроса на данную разработку со стороны газодобывающих и нефтяных компаний;</p> <p>В3. Развитие технологий в</p> <p>В4. Повышение стоимости</p>		

конкурентных исследований.		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данные исследования;</p> <p>У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции;</p> <p>У3. Снижение бюджета на исследование, со стороны инвестора;</p> <p>У4. Появление новых конкурентных разработок.</p>		

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 2, таблице 3, таблице 4, таблице 5

Таблица 5 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1, B2C2, B3C1C2C3, B4C1.

Таблица 6 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	-

Возможности проекта	В2	-	-	0	-
	В3	-	-	0	+
	В4	-	0	-	-

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

В3Сл2Сл4.

Таблица 7 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	-	+	0	-
	У3	-	+	-	-	-
	У4	-	0	+	-	-

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

У2С1С3, У3С2, У4С3С4.

Таблица 8 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	+	-	-
	У3	-	-	-	0

У4	-	-	-	-
----	---	---	---	---

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2Сл2.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 4.3.6).

Таблица 9 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Квалифицированный персонал; С2.Высокий срок эксплуатации компрессора; С3.Надежность данного оборудования по сравнению с другими; С4.Определение возможных опасных проявлений при работе компрессора до его	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Остановка компрессорной установки в процессе монтажа; Сл2.Уменьшение производительности компрессорной установки; Сл3. Не испытан в работе; Сл4.Сложность сборки оборудования.

	<p>производства; С5.</p> <p>Наличие финансирования компании.</p>	
<p>Возможности:</p> <p>В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2.Существование потенциального спроса на</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»:</p> <p>В1С1-для исследования проекта необходимы</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»:</p> <p>В3СЛЗ- С созданием новых технологий появится</p>

Продолжение таблицы 9

<p>данную разработку со стороны газодобывающих и нефтяных компаний; В3. Развитие технологий в данной отрасли;</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных исследований.</p>	<p>лаборатории ТПУ, допуск к которым имеет квалифицированный персонал.</p> <p>В2С2-при потенциальном спросе со стороны газодобывающих и нефтяных компаний возможно повышение срока эксплуатации.</p>	<p>возможность усовершенствования в сборке оборудования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данные исследования; У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции;</p> <p>У3. Снижение бюджета на исследование, со стороны инвестора;</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: У2С1-возможно развитие новых государственных требований к сертификации продукта, если при их создании участвует</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»</p> <p>У2СЛ2 введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции может привести к</p>

У4. Появление новых конкурентных разработок.	квалифицированны й персонал. У4С3-с появлением новых разработок появится угроза уменьшения надежности данного оборудования.	уменьшению производительности компрессорной установки
--	---	--

5.4 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

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

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
----------------	----------	------------------	--------------------------

Разработка конструкторской документации	1	Составление и утверждение технического задания	Инженер проектировщик
	2	Подбор и изучение материалов по теме	
	3	Календарное планирование работ по теме	
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженерконструктор
	5	Подбор модели компрессора и проведение испытаний	
Оформления экспертизы	6	Составление экспертизы готового проекта	Инженериспытатель, заказчик

5.5 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (47)$$

где $t_{ожi}$ – 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_{pi} , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (48)$$

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

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

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

5.6 Разработка графика проведения научного исследования

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

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками,

характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad , \quad (49)$$

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

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} \quad , \quad (50)$$

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

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

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

$$T_{\text{к}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

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

Все рассчитанные значения сведены в таблице 4.5.1.

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Грудоёмкость			Исполнители	Длительность работ в днях, T_{pi}	Длительность работ в рабочих днях, T_{ki}
	Чел-	Чел-	Чел-			

Составление	1	4	2,2	Инженерпроектировщ	2	3
Подбор и изучение материалов	10	14		Инженерпроектировщи к	12	18
Календарное	4	6	4,8	Инженерпроектировщ	5	8

Проведение теоретических расчетов и обоснований	1		3	1,8	Инженерконструктор	1	2
Построение модели компрессора и проведение испытаний	7		13	9,4	Инженерконструктор	10	15
Составление экспертизы по проекту	5		7	5,8	Инженериспытатель, заказчик	3	5

Продолжение таблицы 11

На основе таблицы 12 строим план график, представленный в таблице 11.

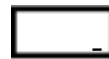
Таблица 11 – Календарный план график проведения НИР по теме

			T_{ki} ,	Продолжительность выполнения работ
--	--	--	------------	--

	Построение модели лубрикаторного насоса и проведение исследования	Дипл.	22																			
7	Оценка результатов исследования	Руков. испол.	5																			<input checked="" type="checkbox"/>
8	Составление пояснительной записки	Руков. испол.	8																			<input checked="" type="checkbox"/>



- инженер-проектировщик



- инженер-конструктор



- инженер-испытатель

5.7 Бюджет научно-технического исследования

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

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

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу(оклад), тыс. руб.
1	Составление и утверждение технического задания	Инженерпроектировщик	2,2	1326	2917
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженерпроектировщик	11,6	583	6762
3	Календарное планирование работ по теме	Инженерпроектировщик	1,8	1909	3436
4	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженерконструктор	9,4	583	5480
5	Построение модели компрессора и проведение испытаний	Инженерконструктор	15,4	583	8978

6	Оценка результатов исследования	Инженериспытатель	5,8	1909	11072
7	Составление экспертизы	Инженериспытатель	9,8	1909	18708
Итого:					60151

5.8 Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} \cdot Z_{доп} , \quad (51)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = T_p \cdot Z_{дн} , \quad (52)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{68976 \cdot 10,4}{224} = 3202 \text{ руб} \quad (53)$$

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 научнотехнического персонала, раб.дн.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:	118	118
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	14	14

Продолжение таблицы 14

Инженерпроектировщик	33162	0,	0,	1,	68976	3202	29	712
Инженер-конструктор	14584	0,	0,	1,	30334	1408	17	264
Инженер-испытатель	11091	0,	0,	1,	23070	744,2	5	875
Итого:								107

5.9 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:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 35222 = 4226 \text{ руб. ;}$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 71808 = 8616 \text{ руб. ,} \quad (55) \text{ где } k_{\text{доп}}$$

– коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

5.10 Формирование бюджета затрат 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 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	107030	Пункт 4.7
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12842	Пункт 4.8
7. Затраты на оформление экспертизы	1602	Пункт 4.11
8. Бюджет затрат проекта	193278	Сумма ст. 1-7

5.11 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 проекта 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = 0,79, \quad (56)$$

$$I_{\Phi}^{\rho} = \frac{\Phi_{\rho i}}{\Phi_{\text{мак}}} = 1,$$

$$I_{\Phi}^{\text{a2}} = \frac{\Phi_{\rho i}}{\Phi_{\text{мак}}} = 0,95$$

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

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

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

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

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

$$I_{\rho i} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (57)$$

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

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 17 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии исследования \ Объект	Весовой коэффициент параметра	Проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Безопасность	0,15	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	2	4
3. Срок службы	0,1	4	3	5
4. Простота монтажа	0,20	3	4	2
5. Надежность	0,25	4	3	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4	2
ИТОГО	1	4,1	3,35	2,85

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_m^p = 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,1.$$

$$I_1^a = 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 3,35$$

$$I_2^a = 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 2 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 2 = 3,25$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога

($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,1}{0,79} = 5,2,$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\phi}^{a1}} = \frac{3,35}{1} = 3,32,$$

$$I_{финр}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\phi}^{a2}} = \frac{3,25}{0,95} = 3,42,$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта (табл.

8.9.3).

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^{\text{р}}}{I_{\text{финр}}^{\text{а1}}} = \frac{5,2}{3,32} = 1,57$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^{\text{р}}}{I_{\text{финр}}^{\text{а2}}} = \frac{5,2}{3,42} = 1,52$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{\text{тэ}}^{\text{р}}$ – интегральный показатель

разработки; $I_{\text{тэ}}^{\text{а}}$ – интегральный технико–экономический показатель аналога.

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	1	0,95
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,1	3,35	3,25
3	Интегральный показатель эффективности	5,2	3,32	3,42
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,57	1,52	

Вывод к разделу:

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены следующие вопросы:

– составление календарного плана проект, на основании которого была построена диаграмма Ганта;

– определение бюджета проекта. Потребуется 193278 руб.;

– определение ресурсной (ресурсосбережение), финансовой эффективности исследования.

Учитывая показатели ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности, для проведения исследования выбрали вариант с поршневым компрессором.

6. Социальная ответственность

Введение

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию современного двигателя CAT 3520В наземного базирования. В данном разделе рассматривается влияние используемого оборудования, сырья, энергии, продукции и условий работы на человека и окружающую среду; техника безопасности при работе с оборудованием и действия при чрезвычайных ситуациях.

Двигатели CAT 3520В нашли широкое применение в нефтегазовой промышленности в качестве привода для компрессора и энергоустановок и по сей день показывают надежность и бесперебойную работу. В качестве персонала рассматривается машинист технологических компрессоров. Рабочим местом машиниста является бокс, шумотеплоизоляционный кожух компрессора, пульт управления.

В обязанности машиниста входит обслуживание щитов управления агрегатного уровня, отдельных технологических компрессоров, запуск и остановка компрессора, регулирование технологического режима их работы, контроль над работой технологического оборудования, ремонт компрессоров и их приводов, узлов газовых коммуникаций, аппаратов и вспомогательного оборудования цехов, выявление и устранение неисправностей в работе компрессоров, ведение ремонтных журналов.

Географическое положение объекта: Усть-Сильга газоконденсатное месторождение. Усть-Сильгинское месторождение расположено в Томской области Российской Федерации и относится к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

6.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследования.

Производственные объекты и помещения необходимо располагать с наветренной стороны (по розе ветров) по отношению к источнику возможного выделения сероводорода.

На территории промышленных площадок должны быть установлены хорошо видимые устройства для определения направления ветра (конус, флюгер и др.). В темное время устройства необходимо освещать. Число, типы и места установки этих устройств определяются проектом.

Производственные объекты, газоопасные места и прилегающая к ним территория (в том числе подъездные пути), а также трассы действующих газо-, нефте-и конденсатопроводов должны быть обеспечены необходимыми знаками безопасности и надписями.

Помещения компрессорных установок должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией, включаемой от датчиков на метан при достижении ПДК.

6.2 Производственная безопасность

Таблица 19 - возможные опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы			Нормативные документы
	Разраб отка	изгото вление	Эксплу атация	
1. Недостаточная освещённость рабочей зоны	+	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ[22] СП 52.13330.2016[23] СанПиН 2.2.4.548-96[24] ГН 2.2.5.3532-18[25] ГОСТ 12.1.004-91[26] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ[27]
2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	-	-	+	
3. Повышенная загазованность воздуха рабочей среды.	-	-	+	
4. Пожаровзрывоопасность	+	+	+	
5. Электрический ток	+	+	+	
6. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.	-	-	+	

6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов

Произведем анализ вредных и опасных факторов:

1. Загрязнение воздушной среды.

В процессе работы цементного завода в производственных помещениях и рабочих зонах в воздух поднимается пыль (цементная, песчаная).

Пыль достаточно распространенный опасный и вредный производственный фактор. Пыль оказывает на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа. Вред производственной пыли обусловлен ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы.

Производственные помещения, а так же расположенные в них воздуховоды вентиляции должны очищаться от пыли, чтобы количество взвешенной в воздухе и осевшей пыли не должно превышать нормативы согласно [8]:

- ТЧ_{2,5}: 10 мкг/м³ - среднегодовое значение;
25 мкг/м³ – среднесуточное значение;
- ТЧ₁₀: 20 мкг/м³ – среднегодовое значение;
50 мкг/м³ - среднесуточное значение.

2. Электробезопасность.

Электропривод и всё управляющее оборудование работает от электрической сети, в связи с чем необходимо обезопасить рабочий персонал от возможного контакта с токоведущими частями оборудования.

Поражение электрическим током возможно как при случайном прикосновении его непосредственно к токоведущим частям, так и к неметаллическим нетоковедущим элементам электрооборудования (к корпусу электрических машин, трансформаторов, светильников и т.п.), которые могут оказаться под напряжением в результате какой - либо аварийной ситуации (замыкания фазы на корпус, повреждение изоляции и т.п.). Основными причинами электротравматизма являются:

- Возможность прикосновения к незащищенным токоведущим частям (необходимо изолировать такие части в специальных электрических шкафах);

- Несогласованные и ошибочные действия персонала. Например, подача напряжения на установку где работают люди (осуществляется ремонт). Необходимо проведение периодически повторяющихся инструктажей по электробезопасности.

Необходимо руководствоваться ГОСТ 12.1.019-2017 для обеспечения электробезопасности.

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Шум классифицируется как активный раздражитель, то есть он может оказать воздействие на человека посредством заключенных в них энергетических ресурсов, при длительном воздействии приводят к заболеванию нервной системы, а более 100 Дб - к снижению слуха, вплоть до глухоты. Шум при определенных условиях может влиять на все органы и системы организма, при этом вызывает разнообразные физиологические изменения.

Шум действует на организм как стресс-фактор, вызывает изменение звукового анализатора, а также, благодаря тесной связи слуховой системы с многочисленными нервными центрами на самом различном уровне, происходят глубокие изменения в центральной нервной системе.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [9] и составляет 85 дБ.

4. Повышенный уровень вибрации.

Источниками вибрации являются электрические установки по смешиванию цементных растворов, установки которые осуществляют питание этих установок основными компонентами. Основным источником вибрации являются электродвигатели.

Низкочастотная общая вибрация вызывает длительную травматизацию межпозвоночных дисков и костной ткани, смещение органов в брюшной

полости, возникновение и прогрессирование дегенеративных изменений позвоночника.

Предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч), вибрация категории 3 – технологическая вибрация типа «б» [10, табл.6]: 1,6-80 Гц.

Местная вибрация может оказывать благоприятное воздействие на организм, но может стать причиной заболеваний, таких как нейрососудистые расстройства рук, снижение всех видов кожной чувствительности, слабость в кистях рук.

5. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 6. Отсутствие или недостаток естественного света.

Неправильное организованное освещение рабочих мест и рабочих зон, на производстве, не только утомляет зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Недостаточное освещение, слепящие источники света и резкие тени от оборудования и других предметов притупляют внимание, вызывают ухудшение или потерю ориентации работающего, что может быть причиной травматизма. Установлено, что неудовлетворительное освещение является причиной примерно 5% несчастных случаев на производстве. При недостаточной освещенности сокращается время ясного видения — время, течение которого глаз человека сохраняет способность различать рассматриваемый объект. Необходимо обеспечить освещенность рабочих мест ДКС в соответствии с ВСН 196-83 [11]:

ДКС, общий уровень освещенности по отделениям узла – 10лк [11, табл. 2];

ДКС, дозирочное отделение – 150 лк.

Нормы естественного освещения в соответствии с СНиП 23-05-95 [12] при боковом освещении, характеристика зрительной работы – грубая (очень малой точности) 1 КЕО e_H , %

7 Отклонение показателей микроклимата.

Несоответствие микроклимата в течении продолжительного времени может привести к снижению иммунитета; в зимнее время года в отапливаемых помещениях снижается влажность воздуха, что приводит к сухости слизистых оболочек рта, носа и глаз, снижению иммунитета, что способствует к возникновению респираторных заболеваний (ОРВИ, ГРИПП и т.д.). Кроме того, длительное нахождение в условиях пониженной влажности воздуха приводит к раннему старению кожных покровов.

В кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники, а также в других помещениях при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 [6, табл. 1] оптимальными показателями для оператора шламовой установки (класс энергозатрат Ia: Вид деятельности - профессии, не сопровождающиеся какой-либо физической нагрузкой. Работники занимаются преимущественно сидячим видом деятельности, что характерно для заводов приборного машиностроения) микроклимата являются:

Таблица 20 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

Указаны допустимые нормы в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 .

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

Для минимизации вредных воздействий на организм в процессе эксплуатации электропривода шламowego насоса, необходимо принять следующие меры:

1. Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением и очисткой загрязненного воздуха из помещения, в котором осуществляется эксплуатация электропривода. Забор и очистка воздуха осуществляется циклонными фильтрами.

2. Для предотвращения поражением электрическим током все оборудование, применяемое при производстве цементных растворов, должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели необходимо изолировать. В электрических шкафах необходимо применять защитно - отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок необходимо обеспечить размещением их на необходимой высоте, оснастить ограждением от случайных соприкосновений.

К основным электроизолирующим средствам для электроустановок до 1000 В относятся:

- электроизолирующие штанги всех видов;
- электроизолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- электроизмерительные клещи;
- электроизолирующие перчатки;
- ручной электроизолированный инструмент

3. Для борьбы с шумом на производственных участках цементного завода необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты. К коллективным средствам защиты относятся акустические экраны, звукоизолирующие кожухи, так же применяют звукопоглощающие облицовки для технологического оборудования. К индивидуальным средствам относятся: беруши и противозумные наушники.

4. Наиболее эффективным способом защиты от вибраций – ограничение контакта работника с источником вибрации.

Также для защиты от вибрации можно бороться с вибрацией в источнике. Вибрацию в источнике можно уменьшать балансировкой движущихся элементов; виброгашением – установкой электродвигателей на виброизоляторы (пружины, амортизаторы и т.д.).

5, 6. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СП 52.13330.2016 [5]. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности необходимо применять комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания необходимо располагать в верхней зоне помещения и непосредственной близости рабочей зоны.

Для благоприятного микроклимата на рабочих участках цементного завода необходимо оснастить климатическим оборудованием.

6.3. Экологическая безопасность

При технической эксплуатации ДКС необходимо соблюдать требования по защите окружающей среды, условия землепользования, установленные законодательством по охране природы.

Влияние на атмосферу:

К технологическим источникам, загрязняющих атмосферу при работе ДКС, относятся:

- 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.

Антипомпажный клапан обеспечивает газодинамическую устойчивость работы компрессора, не допуская явление помпажа. Это означает, что на единицу сожженного топлива приводом нагнетателя, он совершает большую полезную работу. Это приводит к снижению выброса вредных веществ в атмосферу.

Воздействие на гидросферу:

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

Воздействие на литосферу:

Работа компрессора и его привода 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.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможные ЧС: сезонные наводнения, сильные морозы, Аварийная остановка при превышении уровня шума, остановка при превышении допустимой температуры. Наиболее частая ЧС : остановка ДВС.

В случае возникновения на объекте аварийной ситуации, обслуживающий персонал должен быть готов, действовать согласно плану по локализации и ликвидации последствий аварий, без ущерба для своего здоровья.

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 агрегаты на ДКС.

Основной причиной возникновения ЧС при работе ЦК является аварийная остановка при превышении допустимой температуры. В случае, когда антипомпажный клапан открыт, часть компримируемого газа направляется из нагнетательного трубопровода во всасывающий, а так как газ при сжатии нагревается, то при перепуске этого газа нагреваются все элемента компрессора.

В качестве меры защиты от перегрева необходимо обеспечить минимальное время работы клапана в открытом положении, сохранив при этом устойчивость работы. Другой мерой защиты является установка промежуточного аппарата воздушного охлаждения (АВО) между клапаном и всасывающим трубопроводом, чтобы охладить перепускаемый газ.

Вывод

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

Эксплуатация установки не приносит значительного вреда окружающей среде и обслуживающему персоналу при соблюдении регламентов и мер по технике безопасности. Все отходы и отработанные детали можно утилизировать и повторно использовать в других областях.

Заключение

В ходе анализа совместной работы поршневого компрессора Ariel JGT/4,с двигателем CAT 3520D. Тепловой расчет показал что значение температуры остаточных газов не превышает 5% для номинального скоростного режима и равна 3.55% , что соответствует условиям задания.

Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными

При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей

Список использованных источников

1. Агрегаты воздухообеспечения комбинированных двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Под ред. М. Г. Круглова. - Москва : Машиностроение, 1973. - 296
2. Агрегаты наддува двигателей [Текст] : учебное пособие для студентов всех форм обучения, обучающихся по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" и направления 141100 "Энергетическое машиностроение" / Ю. Р. Вахитов
3. Березин, С. Р. Исследование динамического наддува четырехтактных двигателей внутреннего сгорания : 05. 04. 02 : дис... ктн / Березин С. Р. ; МВТУ им.
4. Вибе, И. И. Новое о рабочем цикле двигателей [Текст]/ И. И. Вибе.- М.: Машгиз, 1962.- 272 с. Попр. (ИУС 4-2000, 1-2001). - Москва : ИПК изд-во стандартов, 2003. - 6 с.
5. ГОСТ 28567-90 «Компрессоры. Термины и определения».
6. Грушенков, В. А. Экологические и экономические проблемы автотранспорта[Текст]/ В. А. Грушенков // Автотранспорт: эксплуатация, обслуживание, ремонт. -2010.- № 9. -С. 33-37.
7. Двигатели внутреннего сгорания : В 3 кн. / Под ред. В. Н. Луканина. - М. Высш. шк., 1995-. - 21 см. [Кн.] 2: Динамика и конструирование [Текст]/ [В. Н. Луканин, И. В. Алексеев, М. Г. Шатров и др.]. - М. : Высш. шк., 1995. – 318.
8. Двигатели внутреннего сгорания : Устройство и работа поршневых и комбинир. двигателей : [Учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутр. сгорания" [Текст]/ В. П. Алексеев, В. Ф. Воронин, Л. В. Грехов и др.]; Под общ. ред. А. С.
9. Дмитриевский, А. В. Автомобильные бензиновые двигатели [Текст]/ А. В. Дмитриевский - М.: ООО «Издательство Астрель», 2003. — 128 с.
10. Жуков, В. А. Конструкция и основы расчета систем наддува ДВС: учеб. пособие [Текст]/ В. А. Жуков, М. С. Курин. - Рыбинск. - 2011. - 137 с.

11. История изобретения и развития агрегатов наддува двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие [Текст]/ О. В. Батурич, Н. В. Батурич, В. Н. Матвеев – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. - 56с. турбокомпрессоров для двигателей внутреннего сгорания различного назначения [Текст]/ Р. В. Каминский. - 2015. - 128с.
12. Макушев, Ю. П. Агрегаты наддува двигателей [Текст]/ Ю. П. Макушев, С. В. Корнеев, В. В. Рындин. : Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 58 с.
13. Наддув двигателей внутреннего сгорания : Учеб. пособие [Текст]/ Н. Н.
14. Орлов, П. И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие: В 2-х кн. Кн. 1 [Текст]/ Под ред. П. Н. Ушаева. М.: Машиностроение, 1988: - 560 с.
15. Пат. 2327885 Российская Федерация, МПК F 02 В 33/22. Способ работы четырехтактного двигателя внутреннего сгорания и устройство для реализации .
16. Петриченко, Р. М. Рабочие процессы поршневых машин: ДВС и компрессоры [Текст]/ Р. М. Петриченко, В. В. Оносовский. Л.: Машиностроение, 1972. - 168с.
17. Пластинин, П. И. Поршневые компрессоры. Том 2. Основы проектирования. Конструкции [Текст]/ П. И. Пластинин. – 3-е изд., доп. – М.: КолосС, 2008. – 711 с., ил.
[Текст]/ П. И. Пластинин. – 3-е изд., доп. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.: ил.
18. Портнов, Д. А. Рабочий процесс авиадизеля при наддуве с использованием энергии выхлопных газов [Текст]/ Д. А. Портнов. Труды ЦИАМ №131 - Оборонгиз, 1948. – 41 с.
19. Поршневые компрессоры [Текст] : [учебное пособие для вузов по
20. Поршневые компрессоры [Текст] : Теория, конструкции и основы проектирования. - 3-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение. [Ленингр. отд-ние], 1969. - 743 с.

21. Поршневые компрессоры [Текст] : учеб. пособие / С. Е. Захаренко [и др.] ;ред. С. Е. Захаренко. - Москва ; Ленинград : Машгиз, 1961. - 454 с.
22. Русинов, Р. В. Агрегаты наддува двигателей внутреннего сгорания [Текст]: учеб. пособие / Р. В. Русинов. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2006. - 101 с.
23. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
24. Технология двигателестроения : Учеб. для студентов, обучающихся по специальности "Двигатели внутр. сгорания" [Текст]/ [А.И. Дашенко, П.Е.Елхов,А.Л. Карунин и др.]; Под ред. А.И. Дашенко. - 2. изд., перераб. и доп. - М. : Изд-воМГТУ "МАМИ", 2001. - 496 с. : ил.
25. Тольский, В. Е. Уменьшение вибраций двухцилиндровых автомобильных двигателей. при применении; уравнивающего; механизма [Текст]/ В. Е.Тольский. - М : Двигателестроение, 1984, № 10. с. 394.
26. Хак, Г. Турбодвигатели и компрессоры: справочное пособие [Текст]/ Г. Хак. - М.: ООО «Издательство Астрель», 2003. – 351 с.
27. Циннер, К. Наддув двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Пер. нем. В.И. Федышина ; Под ред. Н.Н. Иванченко. - Ленинград : Машиностроение.Ленингр. отд-ние, 1978. - 263 с. : ил.
28. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» [Текст]/ Б. А.Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев; под ред. засл.деят. науки РФ Б.А.Шароглазова. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.- 342.
29. Шерстюк, А. Н. Компрессоры [Текст]/ А. Н. Шерстюк. - М.:Госэнергоиздат, 1959. - 191 с.
30. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

31. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
32. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования.
33. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Общие требования.
34. ГОСТ 12.0.004-90. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
35. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
36. СанПиН 2.2.2.776-10. Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний.
37. СанПиН 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
38. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
39. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
40. СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.