

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Агроинженерия
Отделение промышленных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка проекта участка технического обслуживания и ремонта газотурбинных двигателей теплоэлектростанций малой мощности в условиях промплощадки газокompрессорной станции

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б40	Скачилов Станислав Михайлович		

УДК: 621.438-049.32:621.311.22-022.51

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение промышленных технологий	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н., доцент		

Юрга – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях агропромышленного комплекса и смежных отраслей.
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 агропромышленного комплекса и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в техническом сервисе, при производстве, восстановлении и ремонте иных деталей и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники, для агропромышленного и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы в техническом сервисе, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на предприятиях агропромышленного комплекса.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля в техническом сервисе.
P11	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, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники и при проведении технического сервиса в агропромышленном комплексе.
P12	Проектировать изделия сельскохозяйственного машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы технического сервиса, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	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.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, 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.

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

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Агроинженерия
Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. руководителя ОПТ

(Подпись) (Дата) Кузнецов М.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-10Б40	Скачилов С.М.

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 13/с от 31.01.2019г.
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	1. Производственно-технические данные предприятия. 2. Схема генерального плана 3. Планировка главного производственного корпуса. 4. Отчет по преддипломной практике.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	1. Объект и методы исследования 2. Расчет и аналитика 3. Результаты проведенного исследования. Разработка приспособления для прокрутки вала турбокомпрессора 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Техничко-экономическое обоснование проекта (3 листа А1). 2. Генеральный план ГТЭС (1 лист А1) 3.Технологическая планировка участка ремонта ГТД (1 лист А1). 4. Конструкция приспособления для прокрутки вала турбокомпрессора (1 листа А1). 5. Технологическая карта ТО1 (1 лист А1). 6. Технологическая карта ТО2 (1 лист А1). 7. Технологическая карта на демонтажные работы для ТР (1лист А1) 8.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Моховиков А.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б40	Скачилов С.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10Б40	Скачилов С.М.

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	35.03.06 «Агроинженерия»

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

1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов	1) Стоимость приобретаемого оборудования 1394255 руб 2) Капитальные вложения в разработку 52000 руб 3) Производственные расходы 564363,04руб

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет производительности труда, фонда заработной платы)
4. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2019
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	К.П.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б40	Скачилов С.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10Б40	Скачилов С.М.

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление	35.03.06 «Агроинженерия»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Площадь участка 216м². Ширина 12м, длина 18м, высота 5м. Стены кирпичные, оштукатурены, два окна шириной 2,5м, высотой 1,5м, металлическая с профлиста. Вредные и опасные производственные факторы на предприятии в рабочем участке. При анализе условий труда на участках ТО1, ТО2, ТР выявлены следующие вредные и опасные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении -загазованность воздуха рабочей зоны; -шум, опасность поражения электрическим током; движущие и вращающиеся механизмы (кран-балка, токарный, сверлильный, заточной станки).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Необходимые требования безопасности при ремонте агрегата. Во время работы на станках большая вероятность поражения тока, поэтому все станки заземляют.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины,	Защита от запыленности и загазованности воздуха Для защиты глаз работающего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки.

<i>профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>	
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	В связи с тем, что работа на посту сопровождается работой с опасными жидкостями для окружающей среды, пост необходимо обеспечить специальными емкостями для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Безопасность при возникновении ЧС
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Контроль за выполнением требований безопасности
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б40	Скачилов С.М.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 73 страниц машинописного текста, 12 таблиц, 18 рисунков. Представленная работа состоит из пяти частей, количество использованной литературы – 10 источников. Графический материал представлен на 10 листах формата А1.

Ключевые слова: совершенствование технологии ремонта, технологический процесс, проектирование, планирование, технологическое оборудование, конструкции, технологические расчеты, безопасность и экологичность, окупаемость.

В обзорной части приведена характеристика предприятия и обоснование выбора темы выпускной работы.

В расчетах и аналитике представлены необходимые расчеты для разработки проекта участка технологического обслуживания и ремонта газотурбинных двигателей теплоэлектростанции малой мощности.

В результатах проведенного исследования (расчеты) выпускной квалификационной работы представлен расчет приспособления для прокрутки вала турбокомпрессора. Выполнены необходимые конструкторские расчеты.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение рассчитаны затраты на проведение разработки участка технического обслуживания и ремонта газотурбинных двигателей на предприятии.

ANNOTATION

Final graduation work consists of 73 pages of printed text, 12 tables, 18 images.

This work consists of 5 parts. The literature used was taken from 10 sources. Graphic material is presented on 10 A1 sheets of paper.

Key words: improvement in the technology of repairs, technological process, reconstruction, planning, technical equipment, security and ecology, payback.

In the review section you can find the characteristics of the factory as well as the reason for selecting the topic of this work.

In the technical section, there are all the calculations necessary to development of a section of technical service and maintenance of gas-turbine engines of heating plants of low power.

In the construction section of the final graduation work, there is a stand for mounting-dismounting of GMP. All the necessary calculations are completed.

In the section concerning financial management, resource saving and resource efficiency. The cost of realization of technological service and maintenance of the factory are calculated

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	
1.1 Общая характеристика предприятия.....	5
1.2 Назначение и состав ГТА – 6/РМ.....	8
1.3 Описание и работа двигателя ГТД – 6/РМ.....	9
1.3.1 Назначение.....	9
1.3.2 Технические характеристики.....	10
1.3.3 Устройство двигателя.....	12
1.3.4 Принцип работы двигателя.....	21
1.4 Анализ деятельности по проведению ТО и ТР.....	21
2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	
2.1 Расчет годовой производственной программы	24
2.1.1 Выбор исходных данных.....	24
2.1.2 Определение удельной трудоемкости ТО – 1.....	25
2.1.3 Определение удельной трудоемкости ТО – 2.....	29
2.1.4 Определение удельной трудоемкости ТР.....	33
2.1.5 Расчет количества ТО.....	36
2.1.6 Определение годовой наработки.....	36
2.1.7 Определение общей годовой трудоемкости ТО и ТР.....	37
2.2 Расчет универсальных постов.....	37
2.3 Подбор технологического оборудования.....	38
2.4 Расчет производственной площади.....	40
2.5 Выбор инструмента и приспособлений.....	40
2.6 Планировочное решение.....	41

					<i>ФЮРА 10Б.145.000 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Скачилов			<i>Пояснительная записка</i>		
Провер.		Маховикова					
Т. Контр.							
Н. Контр.							
Утверд.							
						Лит.	Лист
						У	1
							73
						<i>ЮТИ ТПУ</i>	
						<i>гр. 3-10Б40</i>	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (РАЗРАБОТКИ)

3.1 Приспособление для прокрутки вала турбокомпрессора.....	43
3.1.1 Описание приспособления.....	43
3.1.2 Назначение приспособления.....	44
3.2 Расчет приспособления.....	44
3.2.1 Расчет параметров храпового колеса.....	44
3.2.2 Определение допустимого усилия.....	46
3.2.3 Расчет храпового колеса на прочность.....	47
3.2.4 Расчет толкающей собачки.....	47
3.2.5 Расчет стопорной собачки.....	49
3.3 Расчет рукояти на прочность.....	51

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

4.1 Определение экономической эффективности приспособления для технического обслуживания и ремонта	53
4.1.1 Расчет себестоимости проектируемого приспособления.....	53
4.1.2 Расчет годовой экономии.....	57
4.2 Экономическое обоснование проектных решений	57
4.2.1 Определение дополнительных капиталовложений.....	57
4.2.2 Расчет затрат на техническое обслуживание.....	59
4.2.3 Расчет затрат на топливо-смазочные материалы и запчасти.....	60
4.2.4 Определение годового экономического эффекта от применения.....	61

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Характеристика и анализ потенциальных опасностей и вредностей при производстве процессов технического обслуживания и технического ремонта газотурбинных двигателей	63
5.2 Комплексные мероприятия фактической разработки и отображения БЖД в дипломном проекте.....	66
5.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с семидесятых годов прошлого века в энергетике, в нефтяной и газовой промышленности значительную роль начинают играть газотурбинные установки (ГТУ), создаваемые на базе авиационных ГТД путем их конвертирования.

Энергетические, газоперекачивающие установки, построенные на базе авиационных ГТД, находят применение в различных областях народного хозяйства в качестве: энергоприводов; источников сжатого воздуха с большим расходом; эксгаустеров; струйных и струйно-тепловых машин, используемых для перемещения грунта, очистки поверхности от пыли, грязи, льда и снега, диспергирования воды, вентиляции; тепловых машин, применяемых для обогрева и сушки различных объектов; парогазогенераторов в пожаротушении и т. д.

В рамках обобщения отечественного и зарубежного опыта, можно заключить, что для разработки и выпуска оригинальных отечественных энергетических ГТУ большой мощности также целесообразно использование авиационной технологии. Опыт, знания и культура производства, сконцентрированные в авиадвигателестроении, дополненные пониманием условий работы, технических и экономических требований к энергетическому оборудованию и опытом изготовления крупных турбин, имеющимися у энергомашиностроителей, создают основу для успеха кооперации авиадвигателестроительных и энергомашиностроительных фирм. Однако если при производстве авиационных ГТД массовый критерий является основным, то при энергетической направленности продукции необходимо сосредоточиться на ресурсе (не менее 100000 ч), удельном расходе топлива (экономия в 1 % в течении ресурса переходит в сотни тысяч евро), эмиссии вредных веществ (при превышении норм установку просто запретят или штрафы превысят экономический эффект). Высокие надежность

и экономичность ГТУ достигнуты в результате совершенного конструирования и расчетов на основе последних научных достижений в области аэродинамики, тепломассообмена, горения, механики и конструкционной прочности, металловедения, металлургии и формообразования. Можно привести яркие примеры отечественного энергомашиностроения.

Можно привести яркие примеры отечественного энергомашиностроения. Энергетическая установка АЛ-31СТ разработана для газоперекачивающего агрегата мощностью 16 МВт, газотурбинный двигатель ГТД-110 мощностью 110 МВт предназначен для использования в составе парогазовых энергетических установок (ПТУ), газотурбинный агрегат ГТА – 6РМ, на базе авиационного двигателя Д – 30 КП. По своим параметрам установки не уступают современным зарубежным установкам. [1]

В поддержании работоспособного состояния газотурбинных двигателей на требуемом уровне большую роль играет система технического обслуживания, диагностики и ремонта.

Современные газотурбинные двигатели являются дорогостоящими изделиями, стоимость их ремонта также очень высока. В связи с этим основной задачей в условиях предприятий, является разработка участка технической обслуживания и ремонта газотурбинных двигателей, позволяющей выявлять, предупреждать и устранять неисправности двигателей на ранней стадии их развития. [2]

1. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИСЛЕДОВАНИЯ

1.1 Общая характеристика предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Газпром-Энерго» основано в 2005 году. Предприятие осуществляет добычу, подготовку и транспортировку нефти и попутного газа на территории Томской и Омской областей, а также в регионах Восточной Сибири. Численность сотрудников предприятия составляет 700 человек.

Свою деятельность предприятие осуществляет на площади лицензионного участка Шингинского нефтяного месторождения, расположенного на землях Осиповского и Чижапского участковых лесничеств Кедровского и Каргасокского лесничеств, в районе междуречья рек Нюрольки и Чижапки. Ближайшие населенные пункты в 100 км на Юг г. Кедровый и в 110 км на Север пос. Средний Васюган (см. рисунок 1.1) [3].

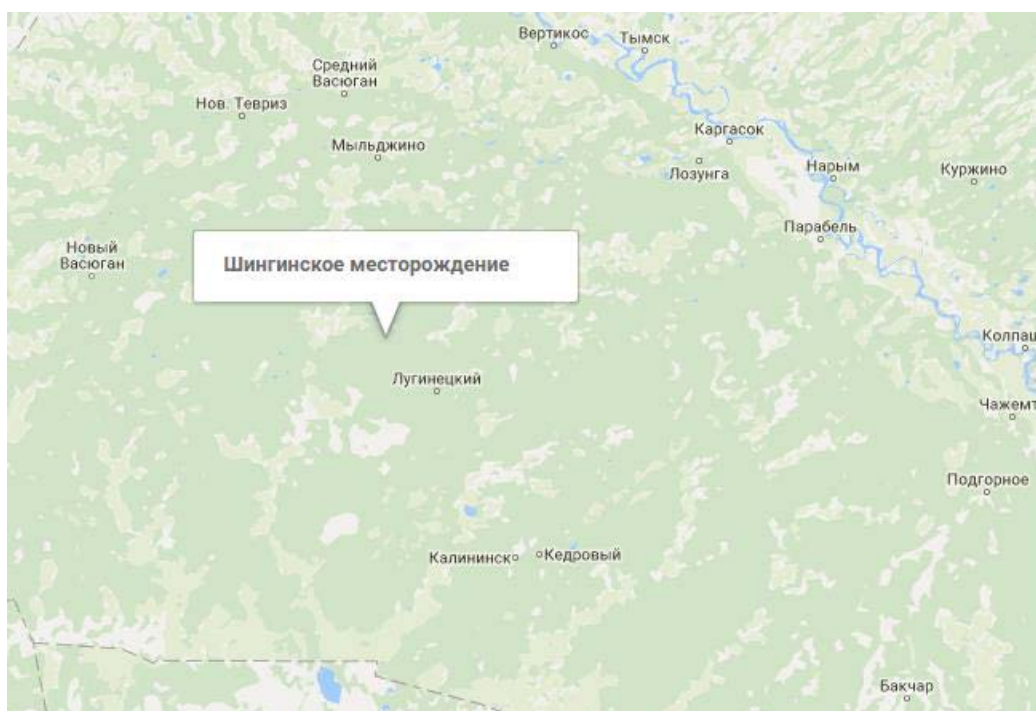


Рис. 1.1 Географическое расположение месторождения.

С выходом постановления «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) на факельных установках» эксплуатация существующих и разработка новых месторождений старыми способами становится слишком обременительной для компании.

С принятием в 2009 году Госдумой закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», энергосбережение становится приоритетной государственной задачей, т.к. позволяет относительно простыми мерами государственного регулирования значительно снизить нагрузку на бюджеты всех уровней, сдержать рост тарифов. По этой причине в настоящее время правительство РФ уделяет пристальное внимание повышению энергоэффективности в топливно-энергетическом комплексе и способствует продвижению высокотехнологичной продукции предприятий.

Чтобы соответствовать правительственным решениям и велению времени, компания «Газпром – Энерго» вынуждена пересмотреть технологию использования (ПНГ) на объектах добычи и переработки. Существующие технологические решения в большинстве случаев сводятся к сжиганию ПНГ в факелах, что влечёт потерю энергетического ресурса, увеличение доли упущенной выгоды в экономике производственно-хозяйственной деятельности нефтедобывающих предприятий, ухудшение экологических показателей за счет увеличения эмиссии вредных выбросов в атмосферу. [4]

В связи с этим в 2016 году «Газпром – Энерго» осуществила запуск газотурбинной электростанции производства ПАО «ОДК-Сатурн» номинальной мощностью 24МВт, расположенной на территории Шнгинского лицензионного участка Парабельского и Каргасокского районов Томской области.

Строительство данной электростанции обеспечивает повышение ценности использования попутного нефтяного газа и эффективности разработки месторождений.

Для работы ГТЭС предприятие использует порядка 70 млн м³ попутного нефтяного газа (ПНГ) с Западно – Лугинецкого, Нижне – Лугинецкого и Шингинского месторождений, что обеспечивает его утилизацию более чем на 95% и генерацию собственной электроэнергии для осваиваемых месторождений.

С запуском ГТЭС повысился уровень надежности энергоснабжения объектов нефтедобычи, снизились затраты на покупку электроэнергии из энергосистемы для нужд компании на 20-30 млн рублей в месяц. Так же производится и генерация электрической энергии в электрическую сеть Томской области.

Газотурбинная электростанция построена по новейшим технологиям, с соблюдением всех требований в области промышленной безопасности и охраны окружающей среды, с привлечением отечественных подрядных организаций и поставщиков оборудования, что позволяет решать экологический вопрос при сжигании ПНГ на факельных установках.

Для выработки электрической энергии и ее генерации, на предприятии «Газпром – Энерго» используются четыре газотурбинных агрегата (ГТА – 6/PM) мощностью 6 МВт каждая, работающих на газообразном топливе (попутный нефтяной газ).

Площадь газотурбинной электростанции составляет 48000 м². На территории ГТЭС расположены следующие технологически важные объекты:

- Служебно – эксплуатационный блок (СЭБ);

- Газовая котельная;
- Пожарная насосная станция;
- Склад хранения ЗИП и материалов;
- Склад хранения масел с блоком обогрева масла;
- Газотурбинные агрегаты (ГТА);
- Дожимные компрессорные установки (ДКУ);
- Технологические трубопроводы;
- Аварийная дизельная электростанция;
- Электрическая подстанция 35 кВ.

Также на территории ГТЭС участок в виде отдельно стоящего здания, в котором производился ремонт турбин буровых труб, площадью 180 м².

- Количество персонала – 60 человек.
- Сменный график работы.
- Количество смен – 2.
- Время работы – 12 часов.
- Дней работы в году – 365.

Для сокращения потерь в выработке электроэнергии и времени простоя газотурбинного двигателя в ремонте необходимо создать участок по проведению работ текущего ремонта и технического обслуживания.

1.2 Назначение и состав ГТА – 6/PM

Агрегат газотурбинный энергетический ГТА-6PM в блочно-контейнерном исполнении предназначен для выработки электрической энергии в качестве основного или резервного источника электрической

энергии в составе газотурбинных электростанций топливно-энергетического комплекса объектов нефтяной и газовой промышленности.

Конструкция ГТА предусматривает его эксплуатацию в условиях умеренного и холодного климата в диапазоне температур наружного атмосферного воздуха от минус 55 до плюс 40°C.

ГТА состоит из следующих составных частей (см. рисунок 1.2):

Блок - модуль ГТД (поз.1), блок - модуль турбогенератора (поз.2), система подачи воздуха к ГТД (поз.3), модуль выхлопной системы (поз.4), блок вытяжных вентиляторов системы вентиляции укрытия ГТД (поз.5), маслоохладитель маслосистемы ГТД (поз.6), маслоохладитель маслосистемы турбогенератора (поз.7), Приточный воздуховод системы (поз.8), блок - контейнер агрегатов жидкотопливной системы (БАЗТС) (при наличии) (поз.9), блок - модуль электротехнический (поз.10). [3]

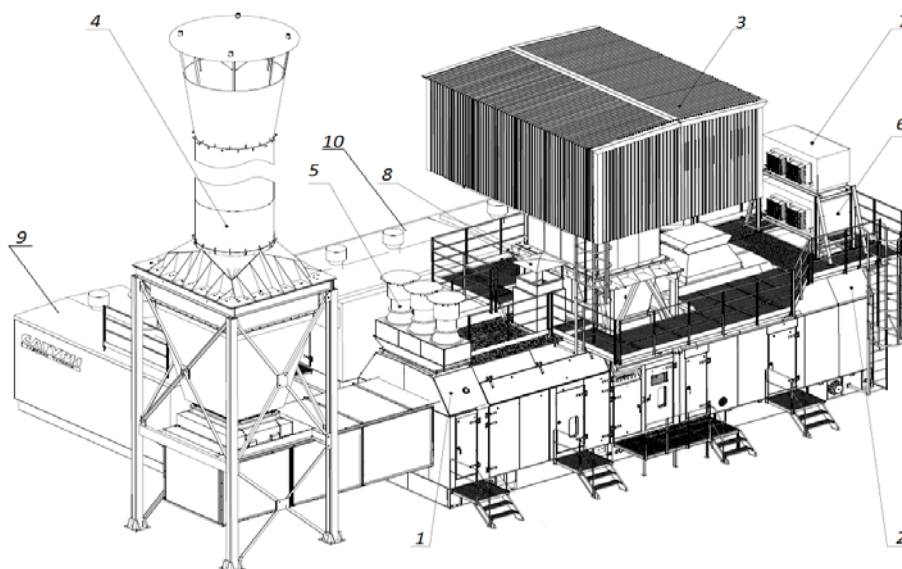


Рис. 1.2 Агрегат газотурбинный энергетический.

1.3 Описание и работа двигателя ГТД -6/РМ

1.3.1 Назначение

Двигатель ГТД – 6/РМ предназначен для эксплуатации в составе газотурбинного энергетического агрегата ГТА-6/РМ в климатических районах с умеренным и холодным климатом. Внешний вид двигателя представлен на рисунке 1.3.



Рис. 1.3 Внешний вид ГТД на раме.

1.3.2 Технические характеристики двигателя

Условное обозначение	ГТД – 6/РМ
Тип	газотурбинный, со свободной (силовой) турбиной
Направление вращения роторов двигателя по ГОСТ 22378 – 77	против часовой стрелки
Габаритные размеры двигателя, мм, не более:	3420

- длина	2304
- ширина	2497,5
- высота	
Масса двигателя на раме, кг, не более	5100
Режимы работы и основные параметры двигателя	Таблица 1.1
Частота вращения ротора силовой турбины, об/мин	3000^{+30}_{-60}
Давление топливного газа на входе в двигатель, кгс/см ²	14...18
Температура топливного газа на входе в двигатель, °С	5...90
Давление масла на входе в двигатель за основным маслонасосом после фильтра, кгс/см ² :	
- режим холостого хода	2,0 не менее
-остальные режимы	3,0...4,5
Температура масла на входе в двигатель, °С	5...55
Среднечасовой расход масла в двигателе, кг/час, не более	0,4
Применяемое топливо	Природный газ по ГОСТ 5542-87
Марки применяемых масел	МС – 8, МС – 8П (допускается применение масел зарубежного производства)

Таблица 1.1. Режим работы и основные параметры двигателя

Режим	Мощность на валу силовой турбины, кВт	Расход топливного газа, кг/ч	Температура газов за турбиной (в газоотводе), °С	Электрический КПД, %
Номинальный	6506	1929	450	25,0
Холостой ход	67	356	500	-

1.3.3 Устройство двигателя

Устройство двигателя приведено на рис.1.4.1, 1.4.2. Входное устройство состоит из лемнискаты (поз. 1), обтекателя с обечайкой кока (поз. 4) и корпуса входного (поз. 2).

Компрессор двигателя (поз. 7) состоит из ротора барабанно-дискового типа и статора.

Ротор компрессора представляет собой облопаченные диски с проставками между ними. Лопатки ротора установлены в пазах дисков типа «ласточкин хвост».

Статор компрессора состоит из входного направляющего аппарата с механизмом поворота лопаток; корпуса компрессора, состоящего из переднего и заднего корпусов; переднего и заднего кожухов; корпуса перепуска воздуха; направляющего аппарата одиннадцатой ступени. В обтекателе (поз. 4) размещается трансмиссия (поз. 3).

Корпус компрессора состоит из переднего и заднего корпусов, имеющих разъем по горизонтальной плоскости. К корпусу, посредством винтов, крепятся направляющие аппараты и рабочие кольца. От компрессора

отбирается воздух: для наддува лабиринтных уплотнений передней опоры компрессора, задней опоры компрессора, передней опоры силовой турбины, опоры турбины компрессора; на охлаждение задней опоры силовой турбины; для перепуска воздуха, с целью расширения диапазона устойчивой работы компрессора (из-за пятой, шестой ступеней).

Камера сгорания двигателя (поз. 9) – трубчато-кольцевого типа, расположена между компрессором и турбиной.

Камера сгорания состоит из следующих узлов: диффузора, кожуха внутреннего, двенадцати жаровых труб с газосборниками, двенадцати силовых стоек, двенадцати топливных форсунок, кожуха диффузора съемного, кожуха переднего и кожуха заднего. К дополнительным элементам относятся: кожух вала, внутренние трубопроводы масляной, воздушной систем и системы суфлирования, а также трубопроводы топливного коллектора (поз. 8), расположенные на внешней кольцевой поверхности диффузора и стаканы отбора воздуха.

Конструкция камеры сгорания позволяет проводить осмотры жаровых труб и газосборников без их демонтажа с помощью световолоконной оптики через лючки, а также замену жаровых труб и газосборников с демонтажем кожуха диффузора съемного.

В кольцевой полости, образованной передним наружным кожухом и задним наружным кожухом с корпусом компрессора и диффузором камеры сгорания расположены стаканы отбора воздуха на технологические нужды.

Турбина компрессора осевая реактивная двухступенчатая. Состоит из сопловых аппаратов первой и второй ступени, опоры роликподшипника и ротора.

Сопловой аппарат первой ступени представляет собой лопаточный венец, состоящий из наружного кольца, коллектора, опоры, тридцати одной охлаждаемой лопатки, неохлаждаемого разрезного кольца.

Сопловой аппарат второй ступени состоит из наружного кольца, сорока семи охлаждаемых лопаток, кольца разрезного, фланца лабиринта, диафрагмы, внутреннего кольца.

Опора турбины компрессора имеет фланцы: передний, средний, задний и внутренний. Во внутреннем фланце запрессована наружная рессора, в которую устанавливается внутренняя рессора, она крепится к наружным болтам. Рессоры имеют упругие элементы типа «беличье колесо».

Ротор турбины компрессора состоит из двух рабочих колес и с дефлекторами, деталей лабиринтных уплотнений и роликоподшипника, смонтированных на полом валу.

В передней части вал имеет шлицы для сцепления с ротором компрессора и внутреннюю резьбу для стяжной втулки; в задней части - фланец, с запрессованными в него штифтами для крепления дисков и передачи крутящего момента от диска к валу. В осевом направлении диски стягиваются гайками.

Силовая турбина (поз. 11) - четырехступенчатая, используется для вращения турбогенератора. Состоит из четырех сопловых аппаратов, ротора силовой турбины и задней опоры силовой турбины.

Сопловой аппарат третьей ступени состоит из семидесяти девяти неохлаждаемых лопаток, наружного кольца, разрезного кольца, внутреннего кольца, диафрагмы и фланца лабиринта.

Сопловые аппараты четвертой, пятой, шестой ступеней состоят из наружных колец, семидесяти девяти неохлаждаемых лопаток, разрезного кольца четвертой ступени, внутренних колец и фланцев лабиринтов.

Ротор силовой турбины состоит из четырех рабочих колес третьей, четвертой, пятой и шестой ступеней, переходного вала и полого вала силовой турбины. Ротор является двухопорным. Опорами служат передний роликподшипник (межвальный) и задний роликподшипник.

Вал силовой турбины в передней части имеет шлицы для передачи момента на турбогенератор.

В задней части вал имеет шлицы для соединения с переходным валом, на котором крепятся колёса пятой и шестой ступеней турбины. Непосредственно на валу крепятся диски третьей и четвертой ступеней.

Задняя опора силовой турбины имеет передний и задний фланцы. Передним фланцем через эксцентриковое кольцо опора крепится к фланцу задней опоры двигателя. С помощью эксцентрикового регулировочного кольца обеспечивается соосность ротора силовой турбины с осью двигателя. К переднему фланцу крепятся фланцы лабиринтов роликподшипника и крышка роликподшипника. Задний фланец опоры соединён с внутренней рессорой, которая имеет упруго-демпферные элементы типа «белчье колесо». В кольцевой зазор рессоры и опоры, уплотнённый двумя парами колец, посредством жиклера нагнетается масло, что обеспечивает демпфирование опоры совместно с работой упругих элементов рессоры и опоры.

Опорный венец двигателя (поз. 13) служит опорой силовой турбины, узлом задней подвески двигателя в подмоторной раме на траверсе и о разует воздушный и газовый тракты двигателя на участке за силовой турбиной. Опорный венец является составной частью силовой схемы двигателя.

Опорный венец состоит из следующих узлов: задней опоры силовой турбины, корпуса промежуточного, конуса, наружного кожуха, наружного конуса, стыковочного кожуха, тяги задней подвески и шести тяг, дополнительно подкрепляющих наружный кожух к силовому кольцу.

Траверса (поз. 12) сварена из коробчатых балок: передней, задней и двух продольных. На концах передней и задней балок размещены обращенные вниз четыре полые тумбы. Внизу каждой тумбы приварены опорные фланцы стыковки траверсы с рамой подмоторной.

Передняя балка несет на себе три кронштейна крепления передней части двигателя: центральный и боковые. [4]

Задняя балка несет на себе задний кронштейн крепления задней части двигателя.

На продольных балках траверсы расположены четыре такелажные цапфы для подъема и монтажа рамы. Положение цапф учитывает расположение центра масс моторамы с двигателем и агрегатами.

Основанием рамы подмоторной (поз. 14) является рамка, сваренная из коробчатых балок. Коробчатая конструкция обеспечивает изгибно-крутильную жесткость рамы. По углам основания расположены четыре полые стойки. В верхней части каждой стойки приварены фланцы для стыковки с траверсой.

В основании рамы имеется плита крепления электростартера. Для удобства установки и съема электростартера она снабжена направляющими ребрами.

В углах основания рамы между опорами стоек выполнены отверстия для крепления рамы к раме установки.

В наружных углах основания рамы приварены четыре торцевые и четыре боковые площадки для крепления на них роликов опорных для обеспечения продольной и поперечной выкатки рамы с двигателем. Ролики опорные обеспечивают также юстировку моторамы с двигателем в вертикальной и горизонтальной плоскостях. На раме имеются кронштейны, бобышки, стойки для крепления агрегатов систем двигателя. Также на раме предусмотрены технологические площадки и гнезда для обеспечения точной установки двигателя в мотораму.

Моторама состоит из траверсы (поз. 12) и рамы подмоторной (поз. 14), соединенных восемью винтами М20х1,5 и предназначена для крепления на ней двигателя, выносной коробки электростартера и части оборудования, обслуживающего двигатель при монтаже или замене двигателя.

К задним стойкам рамы подмоторной (поз. 14) и траверсы (поз. 12), с помощью болтов М30х1,5 крепится бронезащита двигателя (поз. 18), состоящая из 3-х независимых друг от друга плит - двух боковых (поз. 18), (поз. 20) и одной верхней (поз. 19).

К мотораме крепится специальный асинхронный электродвигатель переменного тока ВА200LB4FВУ 2,5 (поз. 15), входящий в состав системы раскрутки.

Задняя коробка приводов (поз. 16) состоит из переднего и заднего корпусов коробки, деталей приводов агрегатов, патрубков и штуцеров для присоединения трубопроводов воздушной и масляной систем.

Передняя коробка приводов (ПКП) (поз. 17) состоит из корпуса и крышки коробки, отлитых из магниевого сплава и соединенных между собой шпильками, ввернутыми в корпус коробки.

На фланцах ПКП устанавливаются следующие агрегаты: центробежный воздухоотделитель, втулка распределительная, основной масляный насос ОМН-30 и кран слива масла.

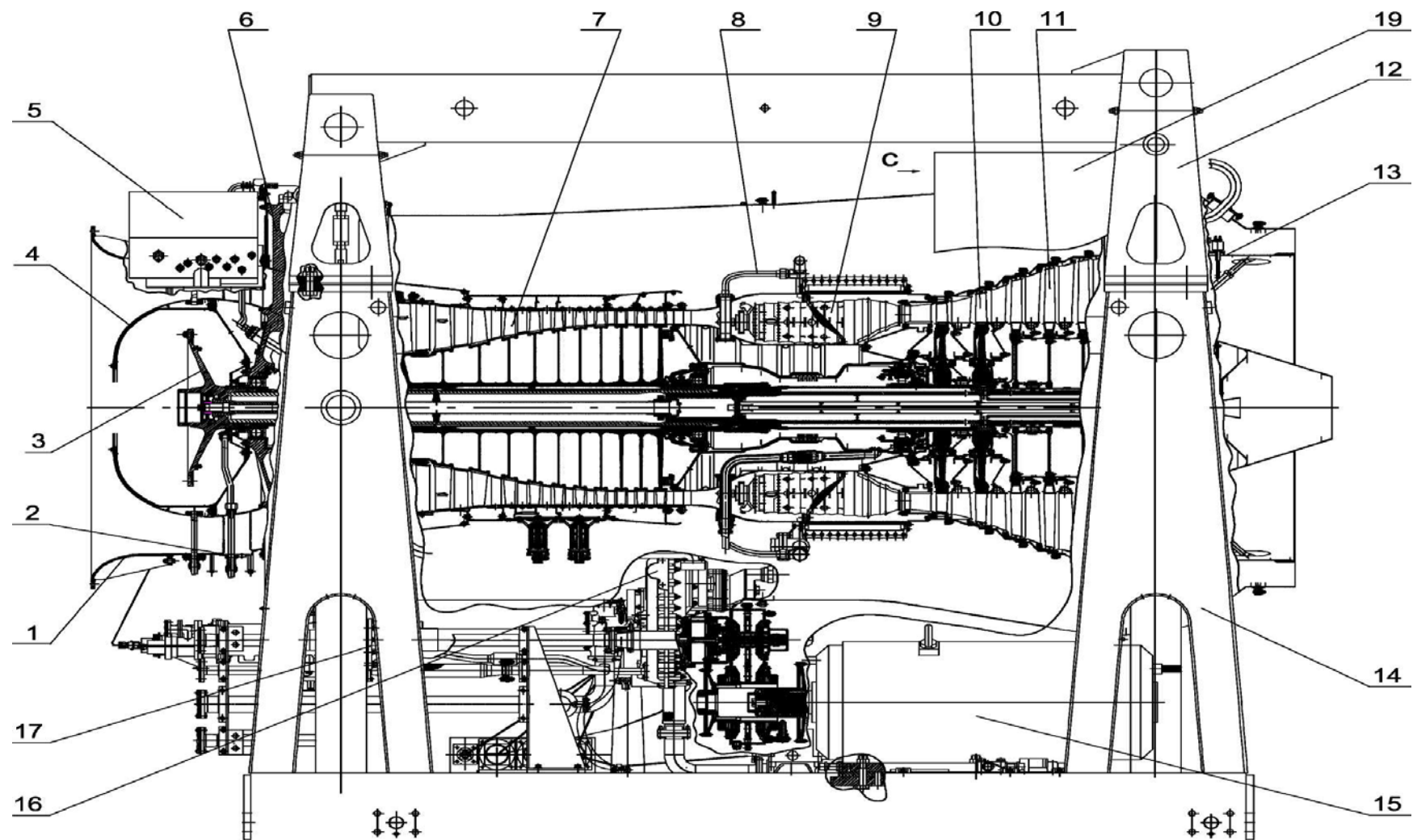


Рис. 1.4.1 Состав двигателя на раме: 1 – лемниската, 2 – корпус входной, 3 – трансмиссия, 4 – обтекатель с обечайкой кока, 5 – агрегат исполнительных клапанов, 6 – разделительный корпус, 7 – компрессор, 8 – топливный коллектор, 9 –

камера сгорания, 10 – турбина компрессора, 11 – силовая турбина, 12 – траверса, 13 – опорный венец, 14 – рама под моторная, 15 – электродвигатель (стартер), 16 – задняя коробка передач, 17 передняя коробка передач, 18,19 – боковая плита бронезащиты двигателя, 19 – верхняя плита бронезащиты двигателя.

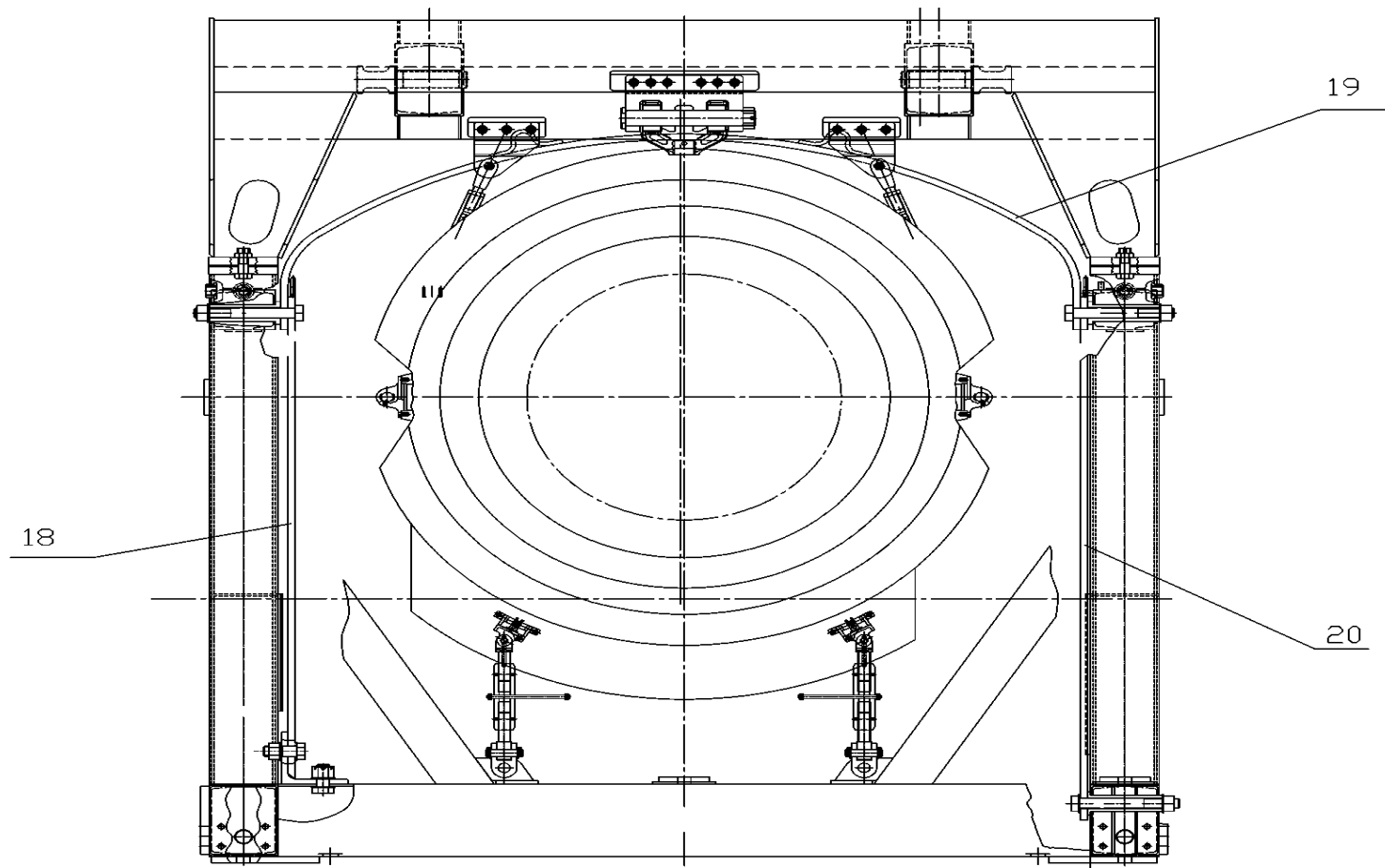


Рис. 1.4.2 Состав двигателя на раме

1.3.4 Принцип работы двигателя

Наружный воздух, пройдя через воздухоочистительное устройство ГТА, поступает на вход в компрессор и сжимается в нем. Из компрессора сжатый воздух поступает в камеру сгорания, где смешивается с природным газом, подаваемым через форсунки. Розжиг топливовоздушной смеси в камере сгорания происходит с помощью двух свечей при запуске двигателя. Одна часть воздуха, поступающего в камеру сгорания, участвует в сгорании топлива, а другая часть воздуха охлаждает жаровую трубу и, смешиваясь с продуктами горения, образует газ требуемой температуры. Из камеры сгорания газ поступает в турбину компрессора, где часть тепловой энергии газа превращается в механическую работу. Крутящий момент, развиваемый турбиной компрессора, используется для привода компрессора и коробки приводов с агрегатами. Далее газ поступает в силовую турбину, где используется оставшаяся часть тепловой энергии. Крутящий момент, развиваемый силовой турбиной, передается через трансмиссию на турбогенератор. Далее газ, пройдя силовую турбину, поступает в систему отвода выхлопных газов ГТД. В некоторых модификациях ГТА используется котел – утилизатор, в нем производится нагрев воды выхлопными газами, которая используется для систем отопления.

1.4 Анализ деятельности по проведению ТО и ТР

Все проводимые работы, связанные с техническим обслуживанием и техническим ремонтом, выполнялись сторонней обслуживающей организацией ООО «ОДК Юпитер».

Анализируя количество ремонтов газотурбинных двигателей за период 2017 – 2018 года, был составлен график количества ремонтов каждого двигателя и их виды (см. рисунок 1.5, 1.6, 1.7, 1.8)

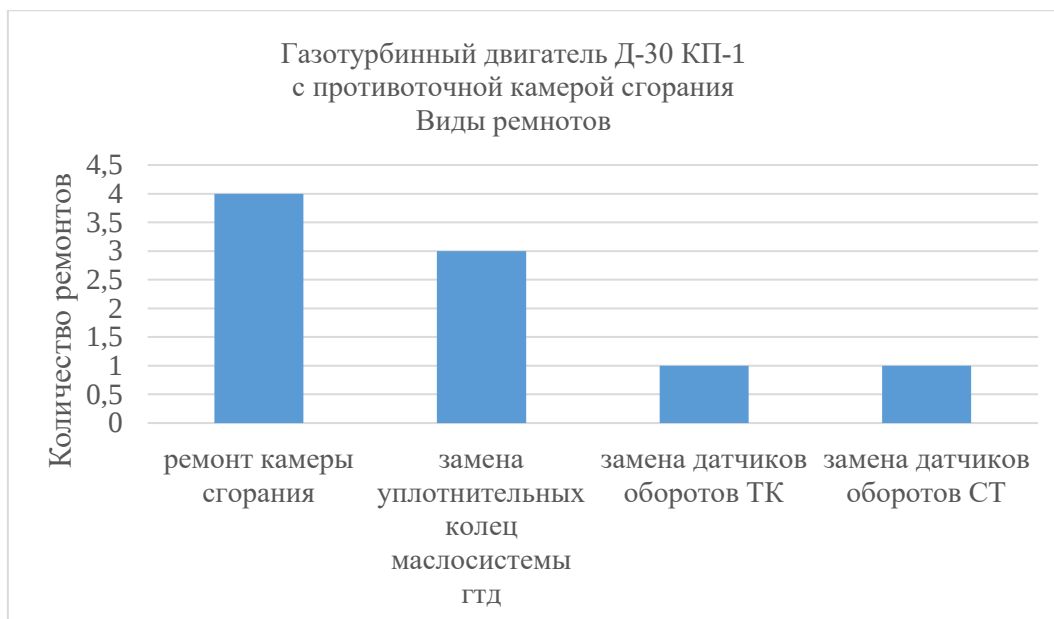


Рисунок 1.5 – виды ремонтов ГТД №1

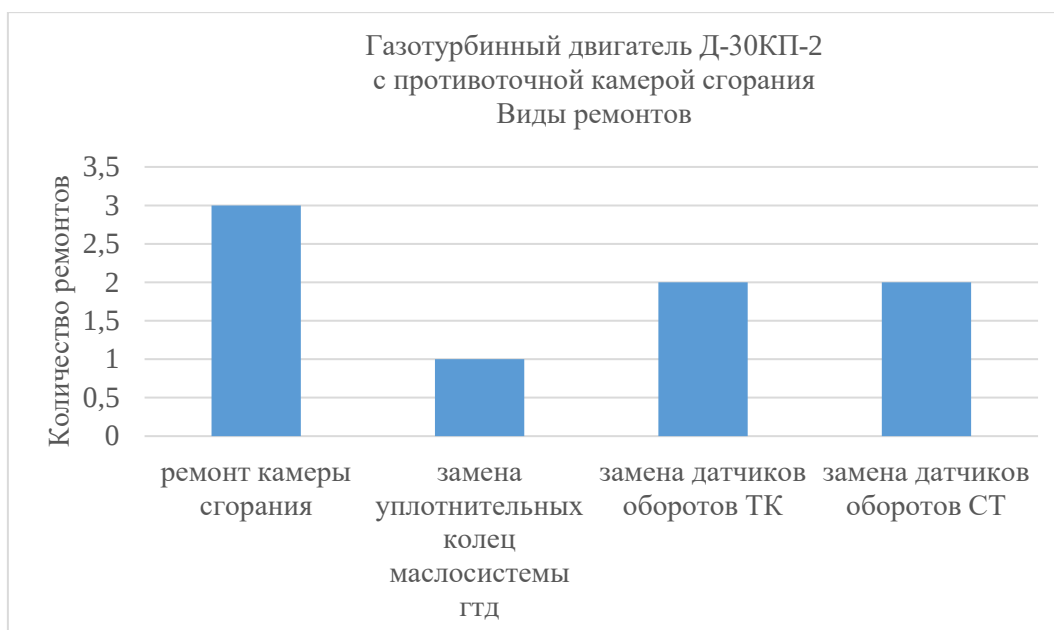


Рисунок 1.6 – виды ремонтов ГТД №2

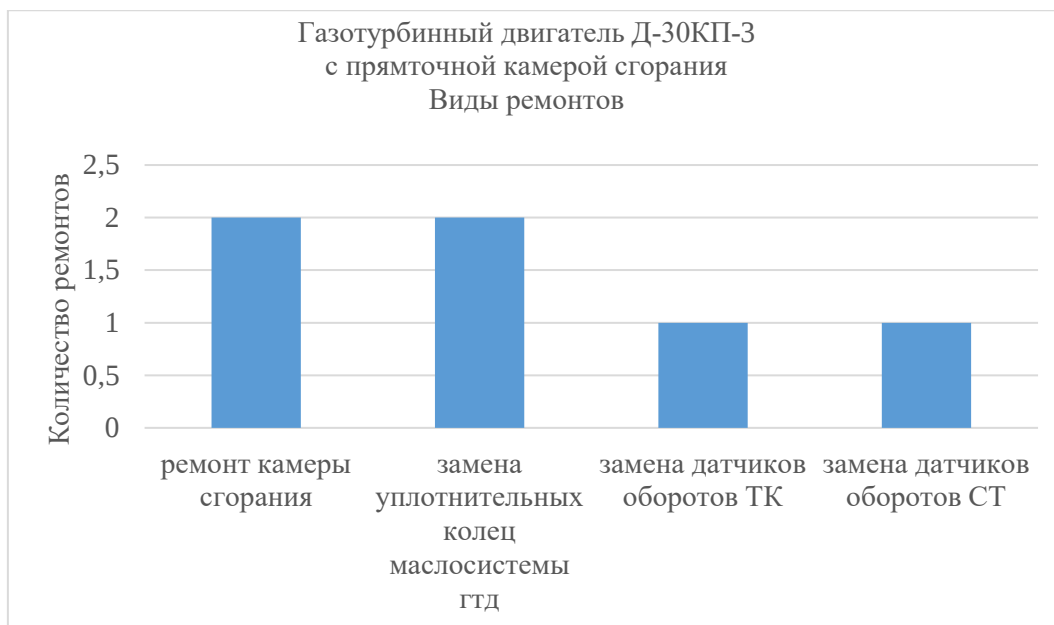


Рисунок 1.7 – виды ремонтов ГТД №3

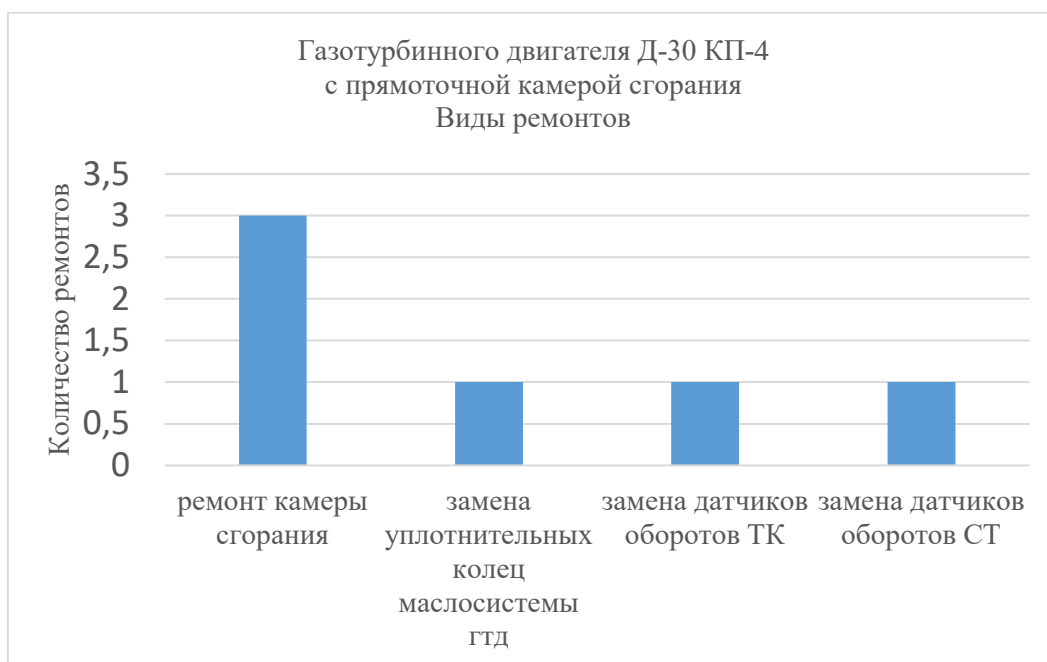


Рисунок 1.8 – виды ремонтов ГТД №4

Проанализировав работы по ТО и ТР, было принято решение об отказе от услуг сторонней организации и создание собственного участка по техническому обслуживанию и ремонту газотурбинных двигателей Д – 30КП.

2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

2.1 Расчет годовой производственной программы

2.1.1 Выбор исходных данных

Исходные данные и задания для проектирования:

Тип эксплуатируемых ГТД – Д – 30 КП

Списочное количество ГТД $A_{\text{спис}} = 4$

Среднегодовая наработка ГТД $L_n = 8130$ ч

Наработка до проведения ТО – 1 $L_1 = 3000$ ч

Наработка до проведения ТО – 2 $L_2 = 6000$ ч

Наработка до капитального ремонта $L_{\text{кр}} = 30000$ ч

Категория условий эксплуатации – 3

Природно-климатические условия – умеренно-холодный климат

Количество рабочих дней в году $D_{\text{рг}} = 365$ дней

Время эксплуатации – круглогодичное

Количество дней простоя при ТО – 1 $d_{\text{ТО1}} = 5$ дн

Количество дней простоя при ТО – 2 $d_{\text{ТО2}} = 6$ дн

Количество дней простоя при текущем ремонте $d_{\text{кр}} = 9$ дн

Исходные данные заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 Исходные данные

Марка ГТД	L _н , час	L ₁ , час	L ₂ , час	L _{кр} , час	d _{ТО1} , дн	d _{ТО2} , дн	d _{ТР} , дн
1	2	3	4	5	6	7	8
Д-30КП	8130	3000	6000	30000	3	8	2

2.1.2 Определение удельной трудоемкости ТО – 1

Определение удельной трудоемкости ТО – 1 производим исходя из перечня работ при ТО – 1 (таблица 2.2)

Таблица 2.2 Перечень работ, выполняемых при ТО - 1

№ /п	Наименование работ	Количество рабочих, п	Кол-во затрачиваемого времени, t, ч
1	Внешний осмотр двигателя и навесных агрегатов, крепежа и стопорения оборудования двигателя, соединений топливных, масляных, воздушных трубопроводов и электрожгутов. Осмотр узлов крепления двигателя к опорной раме.	1 Машинист ГТУ	2
2	Промывка проточной части двигателя.	3 Машиниста ГТУ, 1 механик	5

Продолжение таблицы 2.2

3	Осмотр магнитного сигнализатора стружки (МСС), осмотр и промывка фильтра-сигнализатора ЦВС-30	3 Машиниста ГТУ	3
4	Контроль состояния и замена (при необходимости) масла в масляной системе	1 Машинист ГТУ	4
5	Осмотр входного устройства	1 Машинист ГТУ	3
6	Осмотр свечей зажигания СП-06ВП-3	1 Машинист ГТУ	2
7	Осмотр проточной части двигателя.	1 Машинист ГТУ 1 Механик 1 Инженер ЭГиТО	4
8	Осмотр и промывка фильтров тонкой очистки агрегата КА-30ГЭ-ВИ-РМ-К Осмотр и промывка фильтра тонкой очистки агрегата АИК-25Р	1 Машинист ГТУ	2

Продолжение таблицы 2.2

9	Осмотр или замена заправочного фильтра маслосистемы двигателя.	1 Машинист ГТУ	1
10	Осмотр и проверка крепежа оборудования, соединений трубопроводов масляных систем, СМО ГТА. Осмотр и замена (при необходимости) фильтроэлементов загрязнённых секций масляных фильтров тонкой (замена) и грубой очистки (промывка) маслосистемы ГТД и ТГ.	1 Машинист ГТУ	3
11	Осмотр и проверка крепежа оборудования, соединений трубопроводов топливной системы Осмотр и замена (при необходимости) фильтроэлемента загрязнённой секции газового фильтра. Контроль герметичности соединений газовых коммуникаций.	2 Машинист ГТУ	3

Продолжение таблицы 2.2

12	Проверка по мерному стеклу наличия масла МС-8 в приводе электростартера, при помутнении – замена.	1 Машинист ГТУ	1
13	Проверка блокировок и защит двигателя.	1 слесарь КИПиА 1 инженер АСУ	5

Исходя из таблицы 2.2. получим, что для выполнения ТО – 1 необходимо привлечь 5 человек, следовательно

$$t_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} = 5 \text{ чел. ч}$$

Производим корректирование удельной трудоемкости ТО-1

$$t_{\text{ТО-1}} = t_{\text{ТО-1}}^{\text{н}} * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 \quad (1.1)$$

где $K1 = 1,2$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от категории эксплуатации

$K2 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий модификацию ГТД

$K3 = 1,1$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий

$K4 = 1,6$ – коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта и продолжительность простоя в ТО и ремонте в зависимости от наработки

$K5 = 0,95$ – коэффициент корректирования трудоемкости

$$t_{\text{ТО-1}} = 5 * 1,2 * 1,0 * 1,1 * 1,6 * 0,95 = 10,03 \text{ чел.ч}$$

2.1.3 Определение удельной трудоемкости ТО – 2

Определение удельной трудоемкости ТО – 2 производим исходя из перечня работ при ТО – 2 (таблица 2.3)

Таблица 2.3 Перечень работ, выполняемых при ТО – 2

№ п/п	Наименование работ	Исполнитель	Кол-во затрачиваемого времени, ч
1	Внешний осмотр двигателя и навесных агрегатов, крепежа и стопорения оборудования двигателя, соединений топливных, масляных, воздушных трубопроводов и электрожгутов. Осмотр узлов крепления двигателя к опорной раме.	1 Машинист	2
2	Промывка проточной части двигателя.	3 Машиниста ГТУ 1 Механик	5
3	Проверка зазоров по стыку «двигатель-газоотвод»	1 Машинист ГТУ 1 Механик 1 Инженер ЭГТО	2

Продолжение таблицы 2.3

4	Осмотр магнитного сигнализатора стружки (МСС), осмотр и промывка фильтра-сигнализатора ЦВС- 30	2 Машиниста ГТУ 1 слесарь КИПиА	3
5	Осмотр и промывка фильтров маслонасоса МНО-30К	1 Машинист ГТУ	4
6	Контроль состояния и замена (при необходимости) масла в масляной системе	1 Машинист ГТУ	4
7	Осмотр входного устройства	1 Машинист ГТУ	3
8	Осмотр свечей зажигания СП- 06ВП-3	1 Машинист ГТУ	2
9	Осмотр проточной части двигателя.	1 инженер ЭГиТО 1 механик 1 Машинист ГТУ	4
10	Осмотр и промывка фильтров тонкой очистки агрегата КА- 30ГЭ-ВИ-РМ-К Осмотр и промывка фильтра тонкой очистки агрегата АИК-25Р	1 Машинист ГТУ	2

Продолжение таблицы 2.3

11	Осмотр или замена заправочного фильтра маслосистемы двигателя.	1 Машинист ГТУ	1
12	Осмотр и проверка крепежа оборудования, соединений трубопроводов масляных систем, СМО ГТА. Осмотр и замена (при необходимости) фильтроэлементов загрязнённых секций масляных фильтров тонкой (замена) и грубой очистки (промывка). Маслосистемы ГТД и ТГ.	1 Машинист ГТУ	3
13	Осмотр и проверка крепежа оборудования, соединений трубопроводов топливной системы Осмотр и замена (при необходимости) фильтроэлемента загрязнённой секции газового фильтра. Контроль герметичности соединений газовых коммуникаций.	2 Машинист ГТУ	3

Продолжение таблицы 2.3

14	Проверка по мерному стеклу наличия масла МС-8 в приводе электростартера, при помутнении –замена.	1 Машинист ГТУ	1
15	Проверка блокировок и защит двигателя.	1 Инженер АСУ 1 слесарь КИПиА	5
16	Проверка центровки двигателя с турбогенератором.	1 инженер ЭГТ 1 механик 2 Машинист ГТУ	5
17	Контроль герметичности соединений газовых коммуникаций.	1 Машинист ГТУ	2

Исходя из таблицы 2.2. получим, что для выполнения ТО – 2 необходимо привлечь 5 человек, следовательно

$$t_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 5 \text{ чел. ч}$$

Производим корректирование удельной трудоемкости ТО-2

$$t_{\text{ТО-2}} = t_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 \quad (1.2)$$

где $K1 = 1,2$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от категории эксплуатации

$K2 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий модификацию ГТД

$K3 = 1,1$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий

$K4 = 1,6$ – коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта и продолжительность простоя в ТО и ремонте в зависимости от наработки

$K5 = 1,2$ – коэффициент корректирования трудоемкости

$$t_{\text{ТО-2}} = 5 * 1,2 * 1,0 * 1,1 * 1,6 * 1,2 = 12,67 \text{ чел.ч}$$

2.1.4 Определение удельной трудоемкости ТР

Текущий ремонт (ТР) подразумевает под собой демонтаж и частичную разборку двигателя для проведения ТО – 2 и замены вышедших из строя деталей на новые.

Определение удельной трудоемкости текущего ремонта ТР производим исходя из перечня работ по демонтажу ГТД для отправки в текущий ремонт и проведения ТО – 2 (таблица 2.4)

Таблица 2.4 Перечень работ по демонтажу ГТД

№ п/п	Наименование работ	Кол – во рабочих	Кол - во затрачиваемого времени, ч
1	Произвести отключение каналов оборудования КИП в коробках А1, А4, А5, А6, ОГК1. Извлечь подводящие кабели.	1 слесарь КИПиА 1 мастер КИПиА 1 инженер АСУ	3
2	Демонтировать трубопроводы к датчикам избыточного давления	1 слесарь КИПиА	2

Продолжение таблицы 2.4

3	Разобрать схему на эл. стартер. Выполнить отключение и извлечь кабель БРНО эл. двигателя.	1 эл.монтер	2
4	Закрыть краны от МБ ТГ и ГТД, разъединить линии от маслобаков на насосы ГТД. Фланцевые соединения на ГТД закрыть заглушками.	1 машинист ГТУ	3
5	Разобрать линию на ПОС, на двигателе установить заглушку.	1 машинист ГТУ	3
6	Вывесить трансмиссию на лебедке, разобрать обтекатель, демонтировать часть трансмиссии от муфты двигателя. Установить обтекатель обратно.	2 машиниста ГТУ 1 механик 1 инженер ЭГиТО	2
7	Отсоединить люминисткату от двигателя	2 машиниста ГТУ	1
8	Отсоединить осевой газоотвод от двигателя.	2 машиниста ГТУ	2
9	Отсоединить линии питающего газопровода. На фланцевое соединение ГТД установить заглушки, на ГТА закрыть пленкой.	1 машинист ГТУ	1

Продолжение таблицы 2.4

10	Установить опорные ролики на ГТД	2 машиниста ГТУ	0,5
11	Выставить подкатную тележку для выкатки ГТД.	2 машиниста ГТУ	0,5
12	Приготовить приспособление для поднятия створки отсека ГТД	1 машинист ГТУ	0,5
13	Подготовить площадку для подъезда автокрана.	2 машиниста ГТУ	2
14	Выставить транспортировочный контейнер под ГТД	1 машинист ГТУ	0,5

Исходя из таблицы 2.4 получим, что для выполнения демонтажа ГТД необходимо привлечь 8 человек, следовательно, $t_{\text{ТО-2}}^{\text{н}} = 8 \text{ чел.ч}$

Производим корректирование удельной трудоемкости ТР

$$t_{\text{тр}} = t_{\text{ТР}}^{\text{н}} * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 \quad (1.3)$$

где $K1 = 1,2$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от категории эксплуатации

$K2 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий модификацию ГТД

$K3 = 1,1$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий

$K4 = 1,0$ – коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта и продолжительность простоя в ТО и ремонте в зависимости от наработки

$K_5 = 1,1$ – коэффициент корректирования трудоемкости

$$t_{\text{тр}} = 8 * 1,2 * 1,0 * 1,1 * 1,0 * 1,1 = 11,62 \text{ чел.ч}$$

2.1.5 Расчет количества ТО

Количество проводимых ТО – 1 и ТО – 2 в год определяется регламентом завода изготовителя. Согласно регламента ТО – 1 проводится через каждые 3000 часов наработки, ТО – 2 через каждые 6000 часов наработки. Так как режим работы одного агрегата составляет 365 дней в году, получаем:

$$3000 \text{ ч} = 125 \text{ дн}$$

$$N_1 = 365/125 = 2,92$$

$$6000 \text{ ч} = 250 \text{ дн}$$

$$N_2 = 365/250 = 1,46$$

Т.к. сроки по проведению ТО могут менять как в большую, так и в меньшую сторону, принимаем

$$N_1 = 3, N_2 = 2$$

где N_1 – количество проводимых ТО – 1 в год, N_2 – количество проводимых ТО – 2 в год.

2.1.6 Определение годовой наработки

Годовую наработку определяем по формуле:

$$\sum L_{\Gamma} = 365 * 24 - (d_{\text{ТО1}} * 24) - (d_{\text{ТО2}} * 24) - (d_{\text{ТР}} * 24) * A_{\text{спис}} \quad (1.4)$$

$$\sum L_{\Gamma} = 365 * 24 - 72 - 192 - 48 * 4 = 33792 \text{ ч}$$

где $A_{\text{спис}}$ – среднесписочное количество ГТД

2.1.7 Определение общей годовой трудоемкости ТО и ТР

Годовой объём работ (время, которое нужно затратить производственным рабочим для выполнения годовой производственной программы) представляет собой годовую трудоёмкость проведения ТО и ТР всех ГТД в человеко-часах.

$$\sum T_{\text{то}} = t_{\text{то-1}} * N_1 * A_{\text{спис}} + (t_{\text{то-2}} + t_{\text{тр}}) * N_2 * A_{\text{спис}} \quad (1.5)$$

$$\sum T_{\text{то}} = 10,03 * 3 * 4 + (12,67 + 11,62) * 2 * 4 = 314,68 \text{ чел.ч}$$

$$\text{Принимаем } \sum T_{\text{то}} = 315 \text{ чел.ч}$$

2.2 Расчет универсальных постов ТО

Такт поста определяется по формуле:

$$\tau = (t_{\text{то-1}} * 60 / P_{\text{п}}) + t_{\text{пер}} \quad (1.6)$$

где $t_{\text{то-1}}$ – трудоемкость работ по ТО-1;

$P_{\text{п}}$ – среднее количество рабочих, одновременно работающих на посту;

$t_{\text{пер}}$ – время передвижения ГТД при установки его на посту;

$$\tau = (10,03 * 60 / 4) + 2 = 156,5$$

Зная режим работы зоны и суточную производственную программу, определяется ритм производства:

$$R_{\text{то-1}} = T_{\text{сн}} * C * 60 / N_{\text{с то-1}} \quad (1.7)$$

где $T_{\text{сн}}$ – кратность рабочей смены зоны ТО-1;

C – количество смен работы зоны ТО-1;

$N_{с\ TO-1}$ – суточная производственная программа зоны ТО-1;

$T_{сн} = 12$; $C = 1$; $N_{с\ TO-1} = 17$;

$R_{TO-1} = 12 \cdot 1 \cdot 60 / 17 = 42,4$

Количество универсальных постов для выполнения ТР определяется по формуле:

$$X_{TO-2} = R_{TO-1} / \tau \quad (1.8)$$

где τ – такт поста зоны ТО-1;

R_{TO-1} – ритм производства зоны ТО-1;

$\tau = 156,5$; $R_{TO-1} = 42,4$;

$X_{TO-2} = 42,4 / 156,5 = 0,3$ (принимаем 2 поста)

2.3 Подбор технологического оборудования

Исходя из характера проводимых работ по технологическому ремонту, подбираем необходимое оборудование (таблица 2.5.)

Таблица 2.5 подбор технологического оборудования

№ п/ п	Наименование оборудования	Тип	Характерис тики	Мощ ность (кВт)	Габаритные размеры (мм)	Площадь (м ²)
1	Стенд для разборки двигателя	«Сатурн »	-	-	6500x4600	29,9
2	Компрессор воздушный винтовой	GENESI S 11 08/500	Ресивер на 500л	11	1150x640	0,74

Продолжение таблицы 2.5

3	Ванная для мойки деталей в керосине	2031	50 л.	-	648x520	0,34
4	Настольный сверлильный станок	PROMA VR	-	0,15	165x275	0,05
5	Токарный станок	SPD-1000P	-	1,5	1815x1190	2,2
6	Прибор для проверки КИП	Yokogawa CA51/71	переносной	-	300x200	-
7	Верстак	-	металл	-	4000x800	3,2
8	Верстак	-	металл	-	4000x800	3,2
9	Стеллаж	-	металл	-	5000x800	4
10	Электрозаточной станок	NORDBERG EG2009	настольный	0,9	570x330	0,19
11	Шкаф напольный для инструмента	NORGAU NTC2	металл	-	1000x500	0,5
12	Набор инструментов	Ombra	-	-	-	-
13	Тисы слесарные	настольные	металл	-	435x200	0,08
14	Видео эндоскоп	OLIMPUS IPLEX Long	переносной	-	-	-
15	Кран подвесной	ГОСТ-7890-73	-	3	-	-
14	Итого			13,55		44

Настольно-сверлильный станок, тисы и электрозаточной станок находятся на верстак, видео эндоскоп является диагностическим оборудование, поэтому при подсчете площади не учитываются.

2.4 Расчет производственной площади

Производственную площадь рассчитываем по формуле

$$F_y = K_{пл} * \sum F_{об} \quad (1.9)$$

где F_y - площадь участка

$K_{пл}$ - коэффициент плотности расстановки постов

$$K_{пл} = 4,5$$

$F_{об}$ - площадь, занимаемая оборудованием,

$$F_y = 4 * 44 = 176 \text{ м}^2$$

Принимаем $F_y = 180 \text{ м}^2$

Здание бывшего участка по ремонту турбин буровых труб площадью 216 м^2 подходит под создание участка по проведению текущего ремонта (ТР) газотурбинных двигателей (ГТД).

2.5 Выбор инструмента и приспособлений

Для производства разборки и ремонта двигателя, необходим специализированный качественный инструмент соответствующий ГОСТ.

Согласно условиям выполняемой работы, выбираем инструмент и приспособления по таблице 2.6

Таблица 2.6 выбор инструмента и приспособлений

№ п/п	Наименование	Тип	Количество
1	Борт сумка	спец инструмент	1
2	Набор ключей гаечных	рожковые, накидные	2
3	Набор ключей	торцевые	2
4	Плоскогубцы	слесарные	2
5	Круглогубцы	слесарные	2
6	Молоток 200 грамм	деревянная рукоять	1
7	Молоток 100 грамм	деревянная рукоять	1
8	Набор отверток	крестовые, плоские	2
9	Гайковерт	пневматический	1

2.6 Планировочное решение

Оборудование и инвентарь должны быть расставлены согласно СНиП и технологического процесса. При разборке двигателя, часть деталей, вышедших из строя, и крепежные элементы заменяются на новые согласно регламента, инструкции по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию завода изготовителя, в том числе не подлежат ремонту узлы и агрегаты, расположенные в камере сгорания и высокого давления. К ним относятся: лопатки силовой турбины, жаровые трубы, форсунки.

Верстаки слесарные расположены у основной стены, где имеется рабочее искусственное освещение.

Противопожарные щиты расположены в местах наиболее вероятного их применения со свободным доступом к ним.

На участке имеется ванная для мойки деталей, урна для промасленной ветоши, ящик для мусора и поддон для утильных деталей. Установлен воздушный компрессор.

Полы выложены из анти – скользящих керамогранитных плит. Стены оштукатурены и выбелены водоэмульсионной краской.

Рациональное расположение оборудования позволяет с наименьшими потерями времени производить текущий ремонт газотурбинных двигателей.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕОВАНИЯ (РАЗРАБОТКИ)

3.1 Приспособление для прокрутки вала турбокомпрессора

3.1.1 Описание приспособления

Устройство приспособления основано принципе работы ключа – трещотки. Применение данного инструмента существенно упрощает работу при проведении технического обслуживания и ремонта, а также увеличивает производительность благодаря наличию в устройстве храпового механизма (Рис.3.1).

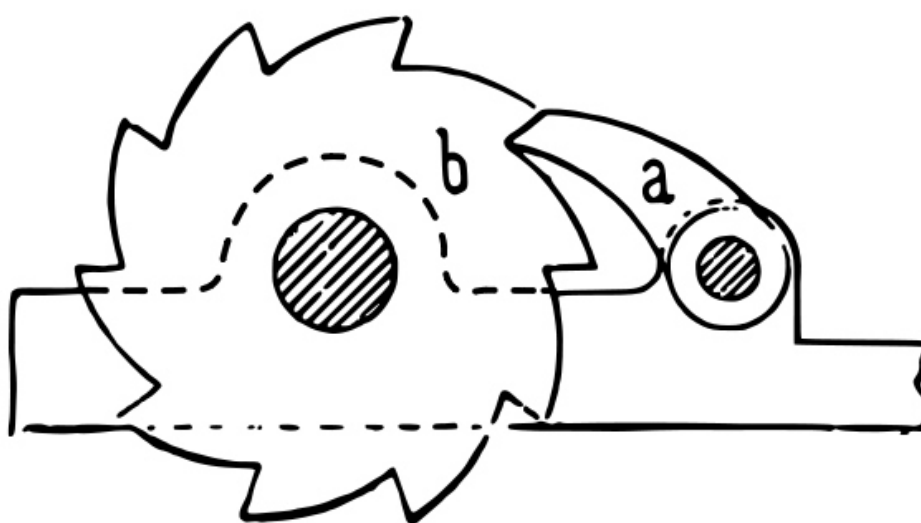


Рисунок 3.1 – Схематическое изображение работы храпового механизма: а – собачка; б – храповое колесо.

Основой храпового механизма служит храповая пара (рис. 1), состоящая из звена б, называемого храповиком, и звена а, называемого собачкой или щеколдой. Замыкая оба звена пружиной, получаем храповой механизм.

Храповые механизмы используются для преобразования колебательного движения ведущего звена во вращательное с остановками ведомого звена. Зубчатые храповые механизмы применяются при небольших скоростях ведущего звена, т.к. включение сопровождается жесткими ударами собачки о зубья храпового колеса.

В проектируемом приспособлении храповик задерживается собачкой при вращении ручки в одном направлении, а в другом направлении может двигаться и приподнимать собачку. Данное устройство относится к классу механизмов, имеющих храповики с острыми зубьями.

3.1.2 Назначение приспособления

Проектируемое приспособление предназначено для прокрутки вала турбокомпрессора газотурбинного двигателя через заднюю коробку передач.

Данные мероприятия позволят качественно произвести диагностику двигателя:

- на наличие сторонних шумов или заклинивания;
- на наличие трещин и сколов на лопатках турбокомпрессора при осмотре эндоскопом;
- при проведении центровки вала двигателя относительно вала генератора.

3.2 Расчет приспособления

3.2.1 Расчет параметров храпового колеса

Схема храпового механизма представлена на рисунке 3.2.

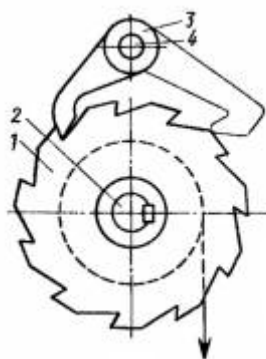


Рисунок 3.2 – Схема храпового механизма

Выбираем храповое колесо с профилем нормального исполнения:

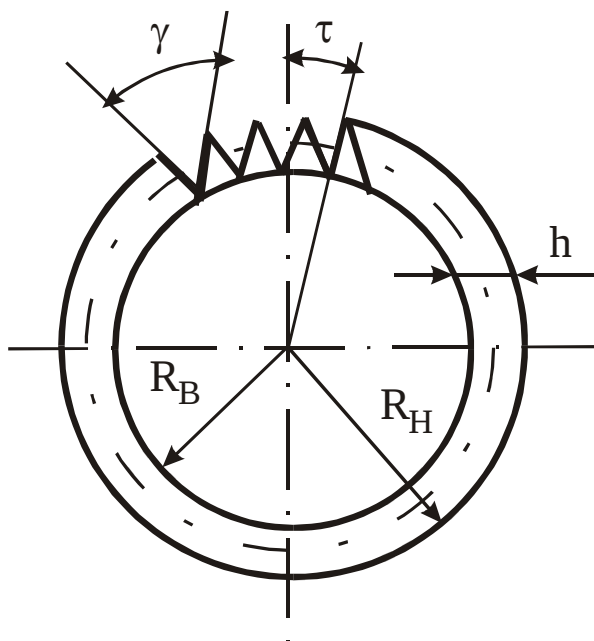


Рисунок 3.3 - Храповое колесо

На рисунке 4 показан угол впадин γ ($\gamma=55^0-60^0$).

τ - шаговый угол (это минимальный угол поворота храпового колеса за один ход собачки).

Ход толкающей пружины: $x_m = 5$ мм (Т.3),

Наружный диаметр колеса: $D_H = 30$ мм.

Число зубьев храпового колеса: $z = 72$

Соотношение между шириной зуба b и модулем m определяется коэффициентом $\psi = b/m$, значения которого даны в таблице 1 [3]. Ширину собачки принимают на 2-4 мм шире зуба храпового колеса, чтобы компенсировать возможные неточности монтажа.

Модуль колеса находим по формуле:

$$m \geq \frac{2M}{\psi[q]D} \quad (3.1)$$

где M – крутящий момент на валу храпового колеса ($M = 50$ Н·м)

$[q]$ – допускаемое линейное давление с учетом динамического характера нагружения, Н/см (для стали 45 $[q] = 4000$ Н/см).

$$m = \frac{2 \cdot 50}{1,5 \cdot 400000 \cdot 0,3} = 0,556_{мм}. \text{ Принимаем } m = 1 \text{ мм.}$$

Высоту зуба храповика h находим по формуле:

$$h \approx mz \sin \frac{\pi}{z} \cos \alpha \cos \left(\lambda + \alpha - \frac{\pi}{z} \right) \sin \gamma = 0,654_{мм} \quad (3.2)$$

Принимаем $\alpha = 0$; $\gamma = 50^\circ$.

$$h = 1 \text{ мм.}$$

Наименьший угол поворота τ :

$$\tau = 2\pi/z, \quad (3.3)$$

$$\tau = 5^\circ.$$

Шаг храпового колеса t :

$$t = \frac{\tau D_H}{z} \quad (3.4)$$

$$t = \frac{\tau D_H}{z} = \frac{0,087 \cdot 30}{72} = 2,08_{мм}$$

3.2.2 Определение допустимого усилия

Ширина храпового колеса b :

$$B = mx, \quad (3.5)$$

где $x = 1,5-4$, $b = 24$ мм.

Угол при головке толкателя принимаем $\gamma' = 50^\circ$. Материал, из которого изготавливается храповое колесо и собачки принимаем сталь 45 (НВ 187...229). Допускаемое напряжение на изгиб $[\sigma]_{из} = 360$ Н/мм². Допустимое удельное линейное давление на единичную длину контакта зуба $[p] = 4000$

Н/см. Тогда допустимый момент на валу храпового колеса получим из неравенства:

$$\frac{2M_{кр}'}{mzb} \leq [p], \quad (3.6)$$

$$[p]mzb / 2 \geq M_{кр},$$

$$M_{кр} \leq 2764.8H / мм$$

Окружное усилие p:

$$p = \frac{2M_{кр}'}{zm}, \quad (3.7)$$

$$P = 120 \text{ Н/мм.}$$

3.2.3 Расчет храпового колеса на прочность

Расчет храпового колеса на прочность заключается в проверке на изгиб осей собачек (толкающей и стопорной) и в ограничении удельного давления на поверхности контакта собачек с осью и зубьями храпового колеса.

Расчетный шаг зубьев:

$$t_{рас} = p/[p], \quad (3.8)$$

$$t_{рас} = 0,3 \text{ мм}$$

Действительный шаг зубьев:

$$t_{дейс} = 3,2 \text{ мм.}$$

$$t_{рас} = 0,3 \text{ мм} \leq t_{дейс} = 3,2 \text{ мм.} \text{ —условие выполняется.}$$

Таким образом, после произведенного расчета на прочность можно сделать вывод, что выбранное храповое колесо работоспособно и имеет достаточный запас прочности для заданного количества часов работы.

3.2.4 Расчет толкающей собачки

Расчетная схема представлена на рисунке 4.

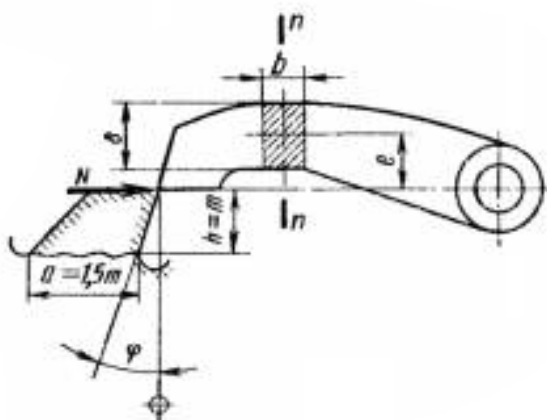


Рисунок 3.4 – Расчетное положение собачки

Прогиб от поперечной силы = 0, прогиб от деформации пружины на высоту зуба.

Момент на валу храповика складывается из 2 моментов:

$$M_B = M_{дв} + M_{тр.хр}, \quad (3.9)$$

где $M_{дв}$ - крутящий момент, который необходимо сообщить храповику,

$M_{тр.хр}$ – момент, который необходимо приложить к храповому колесу, чтобы преодолеть силы трения в храповом колесе.

$M_{дв} = M_{черв} = 19,26 \text{ Н}$ (из силового расчета)

$$M_{тр.хр} = M_{дв} f_{р}, \quad (46)$$

$r_{хр}$ – радиус храпового колеса, $r_{хр} = D_n/2 = 23,04 \text{ мм}$,

$$M_{тр.хр} = 79,87 \text{ Н},$$

$$M_B = 99,13 \text{ Н}.$$

Сила, с которой храповое колесо действует на толкающую собачку:

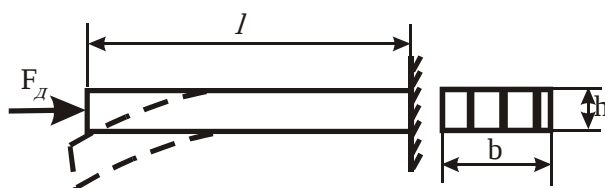


Рисунок 3.5

$$F_d = M_B / r_{xp} \quad (3.10)$$

$$F_d = 4,2 \text{ Н.}$$

Примем длину толкающей собачки $l = 25$ мм, а ширину $b = 1,5$ мм. Толщину собачки определяем по формуле:

$$\lambda = \frac{4F_d l^3}{Eb h^3}, \quad (3.11)$$

λ - прогиб собачки, равный высоте зуба храпового колеса, $\lambda = 0,654$ мм.

$$h = \sqrt[3]{\frac{4F_d l^3}{Eb \lambda}}, \quad (3.12)$$

$$h = 1,019 \text{ мм.}$$

Проверим толкающую собачку на устойчивость, используя формулу Эйлера:

$$F_{np} = \left(\frac{\pi}{\gamma} \right)^2 EI, \quad (3.13)$$

$$I = \frac{h^3 l}{12}, \quad (3.14)$$

В нашем случае зацепление $\gamma = 2$, тогда

$$F_{np} = 1827,512 \text{ Н.}$$

Т.к. условие $F_d = 4,3 \text{ Н} < F_{np} = 1827,512 \text{ Н}$ выполняется, то собачка устойчива.

Расчет жесткости толкающей собачки:

$$k = P / b = \frac{bh^3 E}{4l^2}, \quad (3.15)$$

$$k = 133,319 \text{ Н/мм.}$$

3.2.5 Расчет стопорной собачки

Производится как расчет плоских пружин.

Для предварительного реверса механизма во избежание обратного поворота храпового колеса, применяют стопорную собачку.

Используем материал собачки сталь 4 (НВ 229...2632)

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ Н / мм.}, [\sigma_u] = 80 \text{ Н / мм}^2.$$

Рассчитаем толщину собачки:

$$h = \frac{2l^3 \sigma_u}{3Ef_{\text{пр}}}, \quad (3.16)$$

где $f_{\text{пр}}$ - прогиб, в нашем случае равен высоте зуба храпового колеса, $f_{\text{пр}} = 0,654 \text{ мм.}$

l – длина стопорной собачки, $l = 25 \text{ мм.}$

$$h = 1,073 \text{ мм.}$$

Момент трения, создаваемый собачкой на валу

$$M = Pfr_{\text{хр}}, \quad (3.17)$$

$F = 0,18$ - коэффициент трения

M из расчета червяка, $M = M_H = 1,028 \text{ Н.}$

P – окружное усилие

$$P = \frac{M}{fr_{\text{хр}}}, \quad (3.18)$$

$$P = 0,26 \text{ Н.}$$

Ширину собачки определим по формуле:

$$b = \frac{6Pl}{\sigma_u h^2}, \quad (3.19)$$

$$b = 0,048 \text{ мм.}$$

Расчет жесткости стопорной собачки:

$$k = P / b = \frac{bh^3E}{4l^2}, \quad (3.20)$$

$k=4,981 \text{ Н/мм.}$

3.3 Расчет рукоятки на прочность

Составим схему действия усилий при повороте ключа.

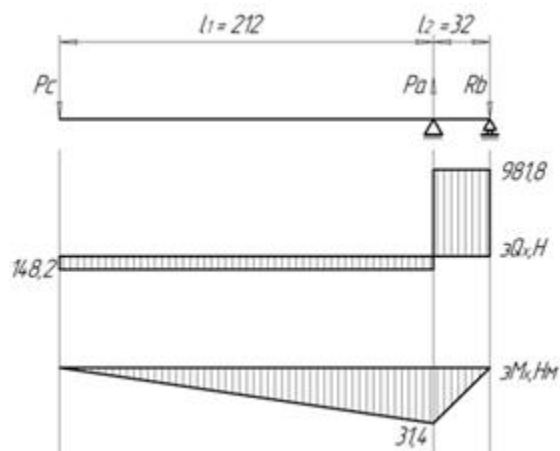


Рисунок 6 – Схема действия сил, эпюры моментов и усилий

Максимальное усилие на рукоятке, создаваемое при повороте ключа определим по формуле:

Найдем усилие действующее в точке А по формуле:

$$P_A = P \frac{\pi d^2}{4} \quad (3.21)$$

где P – усилие, Па;

d – диаметр храпового колеса, м.

$$P_A = 120 \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 1130 \text{ (Н)}$$

Для нахождения усилия ручки P_C составляем уравнение моментов относительно точки В.

$$\Sigma M_B = 0 \quad (3.22)$$

$$P_C (l_1 + l_2) - P_A l_2 = 0 \quad (3.23)$$

$$P_C = P_A l_2 / (l_1 + l_2) \quad (3.24)$$

где l_1 – расстояние между точками А и С, м;

l_2 – расстояние между точками А и В, м.

$$P_C = 1130 \times 0,032 / 0,244 = 148,2 \text{ (Н)}$$

По результатам расчета видим, что усилие на рукоятке составляет приблизительно 15 кг, это в пределах допустимой нормы от 15 до 20 кг.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Определение экономической эффективности приспособления для технического обслуживания и ремонта

Проектируемое приспособление для прокрутки вала турбокомпрессора газотурбинных двигателей позволит повысить производительность труда, качество технического обслуживания и выявление неисправностей в период проведения ТО и ТР.

4.1.1 Расчет себестоимости проектируемого приспособления

Расчет стоимости основных материалов производим табличным методом в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет стоимости основных материалов

Наименование	Единица измерения	Количество единиц	Оптовая цена руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Квадрат стальной У12А 60х60мм	кг	1,5	120	180
Прут стальной 40Х d50мм	кг	1,2	90	108
Итого				288

Общие затраты на изготовление конструктивной разработки находим по формуле:

$$C_{уст} = C_{п.и} + C_{д.м.} + C_{сб.} + C_{о.н} + C_{о.х.} \quad (4.1)$$

где $C_{к.д}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб;

$C_{д.м}$ - стоимость деталей изготовленных на металлорежущих станках, руб.;

$C_{сб.}$ – стоимость сборочных работ, руб.;

$C_{o.n}$ – стоимость общепроизводственные накладные расходы, руб.;

$C_{o.x.}$ –стоимость общехозяйственные накладные расходы, руб.

Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитываем по формуле:

$$C_{к.д.} = Q_m \cdot C_{с.д.} \quad (4.2)$$

где Q_m -масса материала заготовок, израсходованная на изготовление корпусных деталей, ($Q_m=2,7$ кг.);

$C_{с.д.}$ - средняя стоимость одного килограмма стального проката, (принимаем $C_{с.д.}=105$ руб/кг).

$$C_{к.д.}=2,7 \cdot 105= 283,5 \text{ руб.}$$

Стоимость приобретенных деталей и оснастки $C_{м.} = 288$ руб, (табл. 4.1).

Стоимость изготовления деталей на металлорежущих станках рассчитываем по формуле:

$$C_{дм}=C_{пр.п.}+C_m \quad (4.3)$$

где $C_{пр.п.}$ – заработная плата производственных рабочих, руб;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления деталей на металлорежущих станках, руб.

Заработная плата производственных рабочих $C_{пр.п.}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{пр.п.}=C_{np}+C_{д}+C_{соц.}, \quad (4.4)$$

где $C_{пр.п.}$ – почасовая тарифная ставка, руб.;

$C_{д}$ – дополнительная заработная плата, (начисляется в размере 25% от почасовой тарифной заработной платы, руб);

$C_{соц.}$ – налоговые отчисления, (начисляется в размере 30% от суммы почасовой тарифной заработной платы и дополнительной заработной платы руб.).

Почасовая тарифная ставка рабочего находится по формуле:

$$C_{np}=t \cdot C_q \cdot K, \quad (4.5)$$

где t – полная трудоемкость изготовления деталей на металлорежущих

станках, чел/ч;

C_q – часовая ставка рабочих начисляется по среднему тарифу, ($C_q = 210$ руб/ч);

K – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате по тарифно- квалификационному справочнику, ($K=1,3$).

$$C_{np} = 8 \cdot 210 \cdot 1,3 = 2184 \text{ руб.}$$

$$C_d = 0,25 \cdot 2184 = 546 \text{ руб.}$$

$$C_{соц} = 0,30 \cdot (2184 + 546) = 819 \text{ руб.}$$

Подставляя в формулу (4.4), получим:

$$C_{np.n} = 2184 + 546 + 819 = 3549 \text{ руб.}$$

$$C_m = C \cdot Q_c, \quad (4.6)$$

где C – стоимость одного килограмма материала заготовки для изготовления деталей на металлорежущих станках, ($C = 105$ руб.);

Q_c – масса материала заготовок для изготовления деталей на металлорежущих станках, ($Q_c = 2,7$ кг).

$$C_m = 105 \cdot 2,7 = 283,5 \text{ руб.}$$

Подставляя в формулу (4.6), получим:

$$C_{dm} = 3549 + 283,5 = 3832,5 \text{ руб.}$$

Стоимость сборочных работ рассчитываем по формуле:

$$C_{сб} = C_{сб.ч.} + C_d + C_{соц}, \quad (4.7)$$

где $C_{сб.ч.}$ – тарифная ставка слесаря сборщика, руб.;

C_d – дополнительная заработная плата, (начисляется в размере 25% от почасовой тарифной заработной платы, руб.);

$C_{соц}$ – налоговые отчисления, (начисляется в размере 30% от суммы тарифной заработной платы и дополнительной заработной платы руб.)

$$C_{сб.ч.} = t \cdot C_q \cdot K \quad (4.8)$$

где t – полная трудоемкость сборочных работ, чел/ч

C_q – почасовая ставка рабочих начисляется по среднему тарифу, ($C_q = 236$ руб/ч).

K – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате по

тарифно- квалификационному справочнику, ($K=1,3$).

$$C_{сб.ч}=2\cdot 236\cdot 1,3 = 683,8 \text{ руб.}$$

$$C_{\partial}=0,25\cdot 683,8 = 170,95 \text{ руб.}$$

$$C_{соц}=0,3\cdot (683,8+170,95) = 256,43 \text{ руб.}$$

Подставляя в формулу (4.3), получим:

$$C_{сб}=683,8+170,95+256,43 = 1111,18 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные (ценовые) накладные расходы на изготовление приспособления вычислим по выражению:

$$C_{он}=0,01 \cdot C_{нр} \cdot R, \quad (4.9)$$

где $C_{нр}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб;

R – накладные расходы предприятия, (начисляется в размере 34% от основной заработной платы производственных рабочих).

$$C_{нр}=C_{нр.н}+C_{сб}, \quad (4.10)$$

где $C_{нр.н}$ – заработная плата производственных рабочих, ($C_{нр.н}=3549$ руб.);

$C_{сб}$ – стоимость сборочных работ, ($C_{сб}=111,18$ руб.)

$$C_{нр}=3549+111,18 = 4660,18 \text{ руб.}$$

Подставляем в формулу (4.9), получим:

$$C_{он}=0,01\cdot 4660,18\cdot 34 = 1584,46 \text{ руб.}$$

Общехозяйственные накладные расходы $C_{ох}$, рассчитаем по формуле:

$$C_{ох}=0,01 \cdot C_{нр} \cdot R_{ох}, \quad (4.11)$$

где $R_{ох}$ – общий процент общехозяйственных накладных расходов, (начисляется в размере 12% от основной заработной платы производственных рабочих).

$$C_{ох}=0,01\cdot 4660,18\cdot 12=559,22 \text{ руб.}$$

Подставляем полученные значения в формулу (4.1):

$$C_{сум}=283,5+3832,5+1111,18+1584,46+559,22=7368,86 \text{ руб.}$$

Проектируемое приспособление используется для прокрутки вала турбокомпрессора газотурбинного двигателя. Экономия происходит за счет

снижения затрат на время производства технического обслуживание и ремонта газотурбинных двигателей, а также выявления нарушений в работе двигателя после аварийного останова, что позволяет избежать серьезных поломок.

4.1.2 Расчет годовой экономии

Годовая экономия рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_z = (C_1 - C_2) \cdot N_r, \quad (4.12)$$

где C_1 – средняя себестоимость обслуживания машины (агрегата) по существующей технологии, ($C_1=580$ руб.);

C_2 – средняя себестоимость обслуживания машины (агрегата) с применением проектируемого агрегата, ($C_2=320$ руб.);

N_r – годовая программа проектируемого приспособления, ($N_r=90$ операций в год).

$$\mathcal{E}_z = (580 - 320) \cdot 50 = 13000 \text{ руб.}$$

Т.к. на предприятии установлено 4 газотурбинных установки, получим

$$\mathcal{E}_r = 13000 \cdot 4 = 52000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости $T_{ок}$, лет находим из выражения:

$$T_{ок} = C_{узм} / \mathcal{E}_z \quad (4.13)$$

$$T_{ок} = 7368,86 / 56000 = 0,13 \text{ года}$$

4.2 Экономическое обоснование проектных решений

4.2.1 Определение дополнительных капиталовложений

Для выполнения мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту необходимо докупить диагностическое оборудование и оборудование

для проведения комплексного технического обслуживания (табл. 4.2, 4.3).

Таблица 4.2 – Приобретенное (существующее) оборудование
(Проектирование участка)

Перечень оборудования	Количество, ед.	Цена с учетом НДС, руб/ед.	Сумма, руб.
Компрессор воздушный винтовой GNESIS	1	482630	482630
Ванная для мойки деталей в керосине	1	3500	3500
Настольный сверлильный станок PROMA VR	1	31500	31500
Токарный станок SPD-1000P	1	325532	325532
Прибор для проверки КИП Yokogawa CA51/71	1	85320	85 320
Верстак	2	35760	71520
Электрозаточной станок NORDBERG EG2009	1	8216	8216
Шкаф напольный для инструмента NORGAU NTC2	1	28378	28378
Набор инструментов Ombra, 131 предмет	1	16270	16270
Итого			1052866

Таблица 4.3 – Приобретаемое оборудование

Видео эндоскоп OLIMPUS IPLEX Long	1	523600	523600
Стенд для разборки двигателя «Сатурн»	1	870655	870655
Итого			1394255

Существующее оборудование не учитывается при расчетах затрат на его приобретение.

4.2.2 Расчет затрат на техническое обслуживание

Расчет затрат на зарплату за выполнение ТО ведется по формуле:

$$З_{зп} = \Sigma(T_i \cdot V) \cdot K_p \cdot K_{доп} \cdot K_{отп} \cdot K_{соц}, \quad (4.14)$$

где T_i - трудоёмкость работ, чел.-ч;

V - часовая тарифная ставка, руб. ($V = 120$ руб);

K_p - районный коэффициент;

$K_{доп}$ - коэффициент дополнительной оплаты, ($K_{доп} = 1,2$);

$K_{отп}$ - коэффициент отпускных отчислений, ($K_{отп} = 1,056$);

$K_{соц}$ - коэффициент отчислений на социальное страхование, ($K_{соц} = 1,26$).

$$З_{зп} = 315 \cdot 120 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,056 \cdot 1,26 = 102602,14$$

Расчет затрат на амортизацию и текущий ремонт средств ТО определяем по формуле:

$$З_A = \frac{C_B \cdot H_A}{100}, \quad (4.15)$$

где $З_A$ - затраты на амортизацию, руб.;

C_B - балансовая стоимость средств ТО, руб.;

H_A - норма амортизационных отчислений, 8%.

$$C_B = C_{Б1} + C_{Б2} \quad (4.16)$$

где $C_{Б1}$ – балансовая стоимость существующего оборудования;

$C_{Б2}$ – балансовая стоимость приобретаемого оборудования

$$C_B = 1052866 + 1394255 = 2447121$$

$$З_A = 2447121 \cdot 0,08 = 195767,37$$

$$З_{ТР} = \frac{C_B \cdot H_{ТР}}{100}, \quad (4.17)$$

где H_{TP} - норма отчислений на текущий ремонт, руб;

$З_{TP}$ - норма отчислений на текущий ремонт, %.

$$З_{TP} = 2447121 \cdot 0,06 = 146825,52$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Затраты на амортизацию и текущий ремонт средств технического обслуживания

	$C_{Б2}$, руб	H_A , %	H_{TP} , %	$З_A$ руб	$З_{TP}$ руб
Приобретаемое оборудование	1394255	8	6	195767,37	146825,52

4.2.3 Расчет затрат на материалы

Исходные данные для расчета представлены в таблице 4.4

Таблица 4.4 материалы, необходимые при проведении технического обслуживания и ремонта одного газотурбинного двигателя

Наименование	Количество,	Единица измерения	Цена, руб	Сумма, руб
Ветошь	5	м/п	80	400
Нефрас С-50/170 ГОСТ 8505	1	л	90	90
Салфетка хлопчатобумажная	7	шт	25	175
Проволока 0,8-ТС-1-12Х18Н10Т	3	кг	560	672
Кольцо 013-016-19-2-034 (ч)	2	шт	120	240
Кольцо 013-016-19-2-043 (к)	2	шт	120	240
Кольцо 5130А-180	2	шт	138	276

Продолжение таблицы 4.4

Литол - 24	2	кг	120	240
Прокладка 40-03-861	1	шт	230	230
Прокладка 40-03-878	2	шт	220	440
Прокладка 40-03-889	1	шт	248	248
Прокладка 40-03-881	2	шт	259	518
Итого				3724

Так как количество проводимых ТО одного газотурбинного двигателя в год равно четырем, а общее количество газотурбинных двигателей равно четырем, то полная стоимость материалов получим:

$$Э_{сМ} = З_{сМ} = 3724 \cdot 4 \cdot 4 = 59584 \text{ руб}$$

4.2.5 Определение годового экономического эффекта

Годовой экономический эффект характеризуется отказом от предоставления услуг по ТО и ТР сторонней организации ООО «ОДК Юпитер», затраты на которые составляли в год:

$$З_{ТО и ТР} = 1600000 \text{ руб.}$$

Экономия денежных средств происходит за счет отказа от услуг сторонней организации и выполнение работ своими силами, т.е. организацией, эксплуатирующей данное оборудование.

Затраты на проведение ТО и ТР сторонней организацией

$$З_{сТО} = З_{ТО и ТР} + З_{сМ} \quad (4.18)$$

$$З_{сТО} = 1600000 + 59584 = 1659584 \text{ руб.}$$

Затраты на проведение ТО и ТР своими силами определяем по формуле:

$$З_{ТО} = З_{зп} + З_{А} + З_{ТР} + З_{сМ}, \quad (4.19)$$

$$З_{ТО} = 102602,14 + 195767,37 + 146825,52 + 59584 = 504779,04 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = C_B + \mathcal{Z}_A + \mathcal{Z}_{TP} + \mathcal{Z}_{TO} - \mathcal{Z}_{TO \text{ и } TP}, \quad (4.20)$$

$$\mathcal{E} = 1394255 + 195767,37 + 146825,52 + 504779,04 - 1600000 = 641626,93 \text{ руб.}$$

Окупаемость составит:

$$T = \frac{D_{HB}}{\mathcal{E}}, \quad (4.21)$$

$$T = \frac{1394255}{641626,93} = 2,2 \text{ года}$$

Показатели экономической эффективности показаны в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Показатели экономической эффективности

Показатели	Существующая система ТО	Проектируемая система ТО
1	2	3
Дополнительные капитальные вложения, руб.	-	1394255
Капитальные вложения в конструкторскую разработку, руб	-	52000 руб.
Затраты на материалы, руб.	-	59584
Затраты на ТО, руб.	1659584	504779,04
Годовой экономический эффект, руб.	-	641626,93
в т.ч. конструкторской разработки	-	52000
Срок окупаемости проектных решений, лет	-	2,2
Срок окупаемости конструкторской разработки, лет	-	0,13

Вывод: Анализируя выше рассчитанные данные, можно сделать вывод, что применение проектируемой системы технического обслуживания и проектируемое приспособление достаточно выгодны для предприятия.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Характеристика и анализ потенциальных опасностей и вредностей при производстве процесса технического ремонта газотурбинных двигателей.

Человеческая практика дает основания для утверждения о том, что любая деятельность потенциально опасна. Ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности. Любая опасность реализуется, принося ущерб, благодаря какой-то причине или нескольким причинам. Без причин нет реальных опасностей. Следовательно, предотвращение опасностей или защита от них базируется на знании причин. Между реальными опасностями и причинами существует причинно-следственная связь; опасность есть следствие некоторой причины, является следствием другой причины и т.д.

Дипломный проект посвящен проектированию участка по ремонту и обслуживанию газотурбинных двигателей. От того, как осуществляется организация работ, в основном и зависит безопасное состояние жизнедеятельности не только на производстве, но и в быту.

На участке ТР могут возникать следующие потенциальные опасности:

- не соответствующей действительности расчет технико-экономических обоснований;
- отсутствие проекта работ;
- несоответствие фактической необходимости наличия производственных площадей, оборудования, материалов, инструментов, состава и численности рабочих;
- отсутствие и недостаточность коммуникаций, необходимых для обеспечения нормальных и безопасных условий труда (водопровод, теплотрасса, канализация, электроснабжение, связь и др.);

- отсутствие или не качественное проведение инструктажа и обучения, руководства и надзора за работой;
- неудовлетворительный режим труда и отдыха;
- неправильная организация рабочего места;
- отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы спецодежды, индивидуальных средств защиты и др.;
- в рабочей зоне не обеспечены: микроклимат, эстетика, гигиена труда и производственная санитария (неблагоприятная освещённость, повышенная вибрация, шум, загазованность), т.е. причины неудовлетворительного состояния производственной среды;

Потенциальные опасности и вредности могут возникнуть по конструкторским причинам:

- несоответствие требованиям безопасности конструкций технологического оборудования, транспортных и энергетических устройств;
- несовершенство конструкции технологической оснастки, ручного и переносного механизированного инструмента;
- неудобное проведение осмотра, технического ухода и ремонта.

По технологическим причинам могут возникнуть следующие опасности:

- неправильный выбор оборудования, оснастки транспортных средств;
- отсутствие или недостаточная механизация тяжелых и опасных операций;
- неправильный выбор режимов обработки;
- нарушение правил эксплуатации сосудов, работающих под давлением, подъемно-транспортных машин и др.

Психофизиологические причины:

- несоответствие анатомно-физиологических и психологических особенностей организма человека условиям труда;
- неудовлетворённость работой, неприменение ограждений опасных зон, индивидуальных средств защиты;
- алкогольное опьянение;
- неудовлетворительный «психологический климат» в коллективе;
- непрофессионализм в трудовой деятельности и др.

На газотурбинной электростанции при проведении ТО и ТР существует потенциальная опасность возникновения очагов пожара, к ним относятся прежде всего разгерметизация газового трубопровода, образование искры вследствие неправильного использования инструмента и приспособлений во время производства работ по промывке деталей в нефрасе, керосине, бензине.

Те помещения, в которых имеется оборудование, работающее под напряжением 380 В, относят к помещениям с повышенной степенью опасности поражения электрическим током. Заточные, сверлильные станки: при работе на них являются повышенным источником пыли, потому при работах на них нужно использовать средства индивидуальной защиты.

При выполнении работ по ремонту агрегатов возможно возникновение опасных зон, при попадании в которую, человек может получить травму.

Опасные зоны возникают в области движущихся частей, механизмов и машин, станков при снятии и установки агрегатов, при работе с электрооборудованием.

Экономическими причинами потенциальной опасности могут быть прежде всего:

- отсутствие расчета финансово-экономической потребности для осуществления нормальных и безопасных условий труда и количественного производства работ;

- задержка финансирования зарплаты.

5.2 Комплексные мероприятия фактической разработки и отображения БЖД в дипломном проекте

На данной ГТЭС были учтены все возможные потенциальные опасности и вредности работ и времени отдыха.

В первом разделе дипломного проекта выполнено технико-экономическое обоснование необходимости проектирования зоны технического ремонта газотурбинных двигателей.

Во втором разделе дипломного проекта произведен расчет производственной программы, объема работ и численности производственных рабочих участка технического ремонта и технического обслуживания, а также планировка участка и подбор оборудования. Исходя из количества газотурбинных двигателей рассчитан объем работ по ТО, ТР и трудоемкость. Рассчитаны: необходимое число производственных рабочих, постов, требуемые площади производственных помещений и технологического оборудования. При расчете использовались «Общесоюзные нормы технологического проектирования» (ОНТП – 05 – 86).

В третьем разделе выполнен проект разрабатываемого приспособления. В результате данной разработки обеспечивается соблюдение нормативной трудоемкости ТР и ТО газотурбинных двигателей.

На предприятии обеспечиваются гигиенические требования к микроклимату производственных помещений согласно Санитарных правил и

норм СанПиН 2.2.4.548 – 96, загазованность и запыленность не превышает ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ. Шум не превышает ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ. Вибрация не превышает ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ. Освещенность предусматривается согласно СНиП 23 – 05 – 95.

На ГТЭС обеспечены условия для проведения работ в зонах, цехах и на участках.

В результатах проведенного исследования (разработки) ВКР разработан проект приспособления для прокрутки вала турбокомпрессора. Применение такого приспособления при выполнении работ по ТО и ТР позволит улучшить условия безопасности труда, качества выполнения работ и скорость проведения работ.

Система вентиляции, стоки для горюче – смазочных материалов выполнены согласно ГОСТ 12.4.021 - 75. Пожарная безопасность соответствует ГОСТ 12.1.004 – 85 ССБТ. Электробезопасность, защитное заземление, зануление соответствует ГОСТ 12.1.030 -80 ССБТ.

Для обеспечения безопасного и высокопроизводительного труда, создание наиболее благоприятной обстановки, уменьшение заболеваемости и травматизма, а также выполнения необходимого объёма работ проведены следующие мероприятия:

- в помещениях служебно-эксплуатационного блока имеются умывальники, оборудованные смесителями горячей и холодной воды, аппараты для сушки рук воздухом, санитарные узлы;

- в помещении имеются противопожарные посты, оснащенные легкодоступными огнетушителями и другими и другим противопожарным инвентарём;

- запланированы расходы на специальную одежду, обувь и инструмент;

- хранение взрывоопасных веществ запрещено
- применение пониженного напряжения в электрических цепях ручного инструмента, электрооборудования, а также в системе местного освещения;
- заземление приборов;
- окраска оборудования и трубопроводов в установленные цвета в соответствии с нормами;
- свободный проезд, установка ограждений и предупредительных знаков по пути движения колесного транспорта;

Для обеспечения пожарной безопасности проводятся следующие мероприятия:

- использованные обтирочные материалы хранятся в специальных металлических ящиках с крышками, которые регулярно освобождаются;
- разработан план эвакуации персонала и расположен на видном месте;
- разработан план ликвидации аварий;
- проводятся противопожарные тренировки.

На территории ГТЭС по категориям пожарной опасности, относящиеся к категории «В» и «Д» находятся углекислотные огнетушители, ящики с песком, пожарный щит, пожарные гидранты. Так же помещения ГТЭС оборудованы автоматической пожарной сигнализацией и пожаротушением с выводом сигнала на главный щит управления.

Оборудования и приспособления расставлены с учетом удобством прохода и выполнения работ. Все операции по ремонту агрегатов, их испытанию и обкатке выполняются в последовательности, указанной в технологических картах. В этих картах обозначена правильность и безопасность соответствующих операций.

В экономическом разделе дипломного проекта предусмотрены все необходимые запасы для создания нормальных и безопасных условий труда и отдыха на предприятии, исключая профессиональные заболевания и производственный травматизм и обеспечение нормального технологического климата в коллективе и взаимоотношениях с клиентами.

5.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ (Рострудинспекция); Министерство РФ по атомной энергии.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

1. Дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

2. Административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

3. Уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

4. Материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

Таким образом дипломный проект полностью соответствует всем требованиям БЖД и обеспечиваются нормальные и безопасные условия труда и отдыха для рабочего коллектива ГТЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа на тему «Разработка проекта участка технического обслуживания и ремонта газотурбинных двигателей теплоэлектростанций малой мощности в условиях промплощадки газокомпрессорной станции» содержит теоретический анализ и инженерные расчеты, связанные с разработкой проекта по техническому обслуживанию и ремонту газотурбинных двигателей Д – 30КП в условиях предприятия.

В работе на основе анализа особенностей устройства, проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту предложены необходимые мероприятия по созданию участка ТО и ТР. Разработаны необходимые инструменты и приспособления. Разработана технология проведения ТО и ТР, проведен технологический расчет участка по техническому обслуживанию и ремонту, определена численность рабочих и годовой фонд рабочего времени.

Проведенные экономические расчеты показали, что при отказе от услуг по проведению технического обслуживания и ремонта сторонней организацией, а данные работы производить своими силами, то срок окупаемости предложенных мероприятий составит 2,2 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сенюшкин Н. С., Лоскутников А. А., Белобровина М. В., Салимова И. И., Жеребило В. Ю. Применение авиационных ГТУ в энергетике // Молодой ученый. - 2013. - №9. - С. 72-74. - [Электронный ресурс] режим доступа <https://moluch.ru/archive/56/7730/>
2. Сайфуллин А. А., Виноградова Н. В. Безопасность при эксплуатации газотурбинных установок в газоперекачивающих аппаратах насосных станций // Молодой ученый. — 2015. — №20. — С. 73-76. — URL <https://moluch.ru/archive/100/22464/>
3. Евсеева Н.С. «География Томской области». Томск: Изд-во Томского университета, 1999.
4. Практическая эффективность пермских разработчиков - [Электронный ресурс] режим доступа // <http://www.avid.ru/files/files/banners/effect.pdf>
5. Руководство по эксплуатации ГТА – 6/РМ (заводская документация)
6. Руководство по эксплуатации ГТД – 6/РМ (заводская документация)
7. Регламент работ по техническому обслуживанию ГТД
8. Вороненко, В. П. Проектирование автоматизированных участков и цехов: учеб. для машиностроит. спец. вузов/ В. П. Вороненко, В. А. Егоров, М. Г. Косов и др.; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2009. – 272 с.: ил.
9. Бурцев, В. М. Технология машиностроения: в 2 т. Т 2. Производство машин: учебник для вузов /В.М.Бурцев, А.С.Васильев, О.М.Деев и др.; под ред. Г. Н. Мельникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 640 с
10. Расчеты экономической эффективности в дипломных и курсовых проектах: Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов /Под ред. Н.Н. Фонталина. – Минск: Высшая школа, 2014. – 126 с.р.