

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

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника
 Специализация Авиакосмическая электроэнергетика
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электроэнергетики и электротехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы Разработка электрической машины в составе тормозного устройства посадки самолета
--

УДК 621.313-047.84:629.73.025.35

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM05	Юнусов Хошимджон Салимджонович		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов П.Р.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»:

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

по разделу на иностранном языке:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чеснокова И.А.	к.ф.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Авиакосмическая электроэнергетика	Гарганеев А.Г.	д.т.н., профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ

13.04.02 электроэнергетика и электротехника

Код результата	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели.
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки.
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности.
ПК(У)-2	Способен применять методы создания и анализа математических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.
ПК(У)-3	Способен разрабатывать, реализовывать и осуществлять контроль выполнения технических и организационных мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности.
ПК(У)-4	Способен формулировать технические задания, анализировать различные варианты и искать компромиссные решения.
ПК(У)-5	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий.

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

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника
 Специализация Авиакосмическая электроэнергетика
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Гарганеев А.Г.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

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

Студенту:

Группа	ФИО
5AM05	Юнусов Хошимджон Салимджонович

Тема работы:

Разработка электрической машины в составе тормозного устройства посадки самолета	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	344-49/с 10.12.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Разработка тормозного устройства самолета Ил-114 на базе электрической машины. Конструкция шасси самолета максимально унифицирована с основным исполнением. Масса, пробег самолета при посадке, посадочная скорость должны соответствовать паспортным значениям самолета Ил-114.</p>
---	---

<p>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></p>	<p>Обзорная часть: конструкции тормозных устройств самолетов. Выбор типа тормозной электрической машины. Расчет энергетических показателей электрической машины. Разработка конструкции электрической машины. Электромагнитный расчет тормозной машины. Расчет статической механической характеристики машины при торможении. Заключение по работе.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Сборочный чертеж электрической машины (эскиз). Схема подключения электрической машины в процессе торможения. Статическая механическая характеристика электрической машины при торможении.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Рыжакина Т.Г., к.э.н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина И.А.</p>
<p>По разделу на иностранном языке</p>	<p>Чеснакова И.А., к.ф.н.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	
<p>Раскрытие темы</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>11.02.2022 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

<p style="text-align: center;">Должность</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Ученая степень, звание</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p style="text-align: center;">Доцент</p>	<p style="text-align: center;">Баранов П.Р.</p>	<p style="text-align: center;">к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p style="text-align: center;">Группа</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p style="text-align: center;">5AM05</p>	<p style="text-align: center;">Юнусов Х.С.</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5AM05	Юнусов Хошимджон Салимджонович

Школа	ИШЭ	Отделение	Отделение электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Влияние геологического строения на элементный состав природных объектов приповерхностного горизонта на примере Батуринского рудопроявления золота Томской области	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<p align="center">1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM05	Юнусов Хошимджон Салимджонович		01.03.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 5AM05		ФИО Юнусов Хошимджон Салимджонович	
Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	Отделение электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника/Авиакосмическая электроэнергетика

Тема ВКР:

<i>Разработка электрической машины в составе тормозного устройства посадки самолета</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) 	<p><i>Объект исследования; самолет ИЛ-114</i></p> <p><i>Область применения; летательные аппараты</i></p> <p><i>Рабочая зона: производственное помещение</i></p> <p><i>Размеры помещения $S=250\text{ м}^2$</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: токарный станок, фрезерный станок, индукционная печь.</i></p> <p><i>Рабочее место – производственное помещение ($S=250$; $a=10$; $b=25$ радиаторы отопления, система кондиционирования, принудительная вентиляция, 35 светодиодных светильников с зеркальными решетками) наличие раковины для мытья рук,</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001. №197-ФЗ. – ГОСТ 21958-76. Система «человек-машина». Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования. – ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<ul style="list-style-type: none"> – Превышение уровня шума; – Повышенная напряженность электрического поля; – Повышенная напряженность магнитного поля; – Недостаточный освещенность рабочей зоны; – отклонение показателей микроклимата;
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p><i>Воздействие на селитебную зону: электрическая машина находится на шасси самолета и не несет вреда селитебной зоне;</i></p> <p><i>Воздействие на литосферу: воздействие в</i></p>

	<i>результате образования отходов при утилизации оборудования; Воздействие на гидросферу: не выявлено; Воздействие на атмосферу: выбросы загрязняющих веществ, удаляемые из производственных помещений..</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: <i>пожар в здании, стихийные бедствия.</i> Наиболее типичная ЧС: <i>пожар</i>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2022

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM05	Юнусов Хошимджон Салимджонович		

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

Школа: инженерная школа энергетики
 Направление подготовки (специальность): 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
 Уровень образования: Магистратура
 Отделение школы (НОЦ): электроэнергетики и электротехники
 Период выполнения: осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
16.02.2022 г.	Литературный обзор	5
25.02.2022 г.	Выбор перспективных способов торможения	10
10.03.2022 г.	Проектирование электрической машины	15
08.04.2022 г.	Электромагнитный расчет	15
26.04.2022 г.	Разработка схемы подключения тормозного устройства	15
10.05.2022 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
18.05.2022 г.	Социальная ответственность	10
25.05.2022 г.	Раздел на английском языке	10
29.05.2022 г.	Оформление результатов работы и выводов по работе. Формирование файла дипломной работы	10
02.06.2022 г.	Итог	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов П. Р.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Гарганеев А.Г.	д.т.н., профессор		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 89 страницы, 23 рисунка, 33 таблиц, 28 источников и 1 приложение.

Ключевые слова: синхронная магнитоэлектрическая машина, постоянный магнит, тормозное устройство самолета, режим электромагнитного тормоза машины, посадка самолета.

Объект исследования – Система торможения самолета ИЛ-114 при посадке.

Цель работы - разработка тормозного устройства самолета на базе электрической машины.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы проведен анализ известных тормозных устройств ходовой части шасси самолетов; предложена альтернативная конструкция тормозного устройства на базе электрической машины; разработана методика расчета исходных данных при проектировании тормозной электрической машины; разработана конструкция и проведен расчет тормозной синхронной магнитоэлектрической машины для самолета Ил-114; разработана схема и рассчитаны параметры элементов управления тормозной системы.

Полученные результаты данной работы могут быть использованы при разработке перспективных конструкций тормозных устройств авиационной техники.

Расчеты произведены в программе Mathcad. Текстовая часть документа оформлена в текстовом редакторе Microsoft Office Word. Графический материал сделан в графическом редакторе КОМПАС.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	12
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	14
1.1. Типы и конструкция тормозов самолета	14
1.2. Выбор перспективных способов торможения	24
2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	27
2.1. Предпроектный анализ	28
2.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	28
2.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	28
2.1.3. SWOT-анализ	29
2.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации	32
2.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования... ..	34
2.2. Инициация проекта	34
2.3. Планирование управления научно-техническим проектом	36
2.3.1. Иерархическая структура работ проекта	36
2.3.2. План проект	37
2.4. Бюджет научного исследования	39
2.4.1. Организационная структура проекта	46
2.4.2. План управления коммуникациями проекта	46
2.4.3. Реестр рисков проекта	47
2.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности	47
2.5.1. Оценка абсолютной эффективности исследования	47
2.5.2. Оценка сравнительной эффективности исследования	52
Вывод по главе	55
3. Социальная ответственность	56
Введение	56
3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
3.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	56
3.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	58
3.2. Производственная безопасность	59
3.2.1. Анализ вредных опасных производственных факторов	60

3.2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.....	67
3.3. Экологическая безопасность	68
3.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	68
3.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	69
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
3.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.	69
3.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	70
Вывод по главе	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
4. Список литературы	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А	77
Приложение Б	89

ВВЕДЕНИЕ

Повышение уровня безопасности полетов и надежности авиационной техники ставит задачи по совершенствованию конструкции современных летательных аппаратов. Также одной из важных задач является более эффективное использование воздушных судов, сокращение времени их простоя при оперативном и периодическом техническом обслуживании, повышение степени механизации и автоматизации технического обслуживания.

Взлет и посадка являются самыми ответственными рабочими режимами летательных аппаратов. При посадке самолета, для снижения скорости, применяют различные устройства, которые увеличивают парусность самолета, переключают тяговый двигатель в режим реверса, используют механический тормоз на шасси самолета. Следует отметить, что основным средством торможения (гашение 50-80% кинетической энергии движения самолета) является именно механический тормоз.

Тормозная система самолета предназначена для управления тормозными устройствами шасси путем изменения величины тормозного момента (силовой привод), а также для автоматического устранения блокировки колес (система антиюзовой автоматики). Ведущим предприятием по разработке и производству дисковых авиа тормозов является предприятие ПАО «Рубин», г. Балашиха. Всем механическим тормозам присущ общий недостаток – износ тормозной пары. Как следствие – частая их диагностика и настройка в процессе эксплуатации.

Представленная работа ориентирована на разработку альтернативной конструкции тормозного устройства самолета, в которой основная часть кинетической энергии самолета гасится посредством электрической машины. Есть определенный опыт в грузоподъемном машиностроении: при торможении электродвигатель переводится в режим электромагнитного тормоза, при снижении частоты вращения до 40 - 15 % от номинального значения накладывается механический тормоз. Ресурс работы механического тормоза

увеличивается в десятки раз. Снижаются время и стоимость технического обслуживания [13].

Следует отметить, что тормозную электрическую машину можно использовать в режиме «двигатель» (мотор-колесо) от бортовой сети аккумуляторов посредством преобразователя частоты. Таким образом, можно транспортировать самолет до взлетно-посадочной полосы, снизить расход топлива, загазованность аэропорта.

Целью данной работы является разработка тормозного устройства самолета на базе электрической машины с учетом ограничений и требований конкретного летательного аппарата. Технические показатели самолета (длина пробега при посадке, плавность пробега, габариты и т.д.) должны быть не хуже, чем при применении традиционного дискового тормоза при посадке.

Научная и практическая новизна. Обзор отечественных и зарубежных источников информации по авиационной технике не выявил аналогов по конструкции и принципу работы разработанного авиационного тормоза. Все технические разработки в данной работе обладают новизной и оригинальностью.

Практическая значимость результатов. Методика расчета исходных данных, электромагнитный расчет, схема подключения, расчет резисторов, результаты конструирования могут быть использованы при разработке тормозной машины для различных типов самолетов: военных, гражданских, больших, малых и т.д.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Типы и конструкция тормозов самолета

В качестве тормозного устройства современные самолеты обычно используют дисковые механические тормоза. Тормоза расположены на шасси в непосредственной близости от колес (рисунок 1). Конструкция дисковых тормозов традиционная: диски размещены на валу, на шлицах и вращаются вместе с валом при посадке. Неподвижный суппорт с фрикционными накладками имеет воздушный зазор с вращающимися дисками. При торможении суппорт прижимается к дискам, вызывая интенсивное трение. Создается тормозной момент, причем момент кратно возрастает, если конструкция имеет несколько дисков. Размеры, вес и посадочная скорость самолета влияют на конструкцию и сложность дисковой тормозной системы. Одинарные, двоянные и многодисковые тормоза являются распространенными типами тормозов.

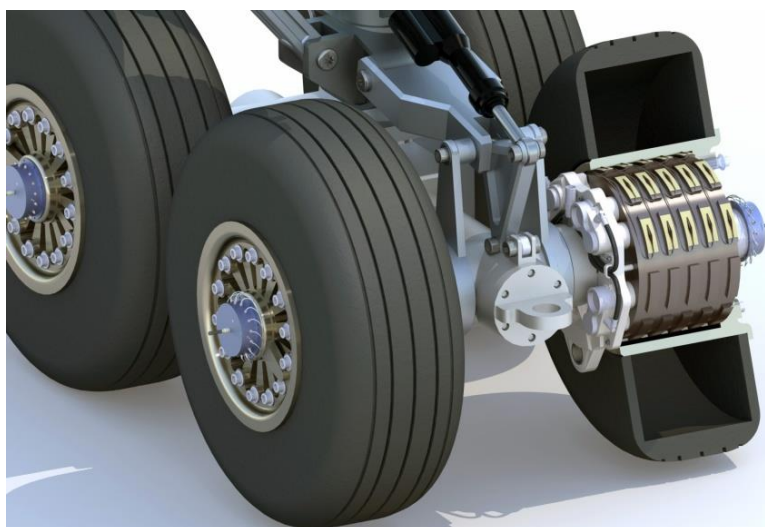


Рисунок 1 – Дисковый механический тормоз ходовой части самолета.

Одинарные Дисковые Тормоза. Небольшие легкие самолеты обычно достигают эффективного торможения с помощью одного диска, закрепленного шпонкой или болтами на каждом колесе (рисунок 2). Как колесо вращается, так и диск. Торможение осуществляется путем приложения трения к обеим сторонам диска от не вращающегося суппорта, прикрученного болтами к оси шасси. Поршни в корпусе суппорта под гидравлическим давлением прижимают

изнашиваемые тормозные колодки или накладки к диску при торможении. Главные гидравлические цилиндры, соединенные с педалями руля, создают давление при нажатии на верхние половины педалей руля направления [15].



Рисунок 2 - Одинарные Дисковые Тормоза

Плавающие Дисковые Тормоза. Плавающий дисковый тормоз показан на рисунке 3. Суппорт охватывает диск. Он имеет три цилиндра, пробуренных через корпус. Каждый цилиндр принимает приводной поршневой узел, состоящий в основном из поршня, возвратной пружины и автоматического регулировочного штифта. Каждый тормозной узел имеет шесть тормозных накладок или шайб. Три расположены на концах поршней, которые находятся в подвесной части суппорта. Они предназначены для перемещения внутрь и наружу вместе с поршнями и приложения давления к внешней стороне диска. Напротив этих шайб на внутренней стороне суппорта расположены еще три накладки. Эти накладки неподвижны.



Рисунок 3 - Плавающие Дисковые Тормоза

Тормозной диск крепится к колесу. Он свободно перемещается в боковых пазах клавиш. Это известно как плавающий диск. При торможении поршни выдвигаются из подвесных цилиндров, и их шайбы соприкасаются с диском. Диск слегка скользит в пазах для ключей до тех пор, пока внутренние неподвижные шайбы также не соприкоснутся с диском. В результате получается довольно равномерное количество трения, приложенного к каждой стороне диска, и, таким образом, вращательное движение замедляется.

Тормозной суппорт имеет необходимые проходы для облегчения движения гидравлической жидкости и приложения давления при использовании тормозов. В корпусе суппорта также есть выпускное отверстие, используемое техническим специалистом для удаления нежелательного воздуха из системы. Прокачка тормозов, как известно, должна производиться в соответствии с инструкциями производителя по техническому обслуживанию.

Неподвижные Дисковые Тормоза. Давление должно быть приложено к обеим сторонам тормозного диска, чтобы создать необходимое трение и получить устойчивые износостойкие свойства тормозных накладок. Плавающий диск выполняет эту задачу, как описано выше. Это также может быть достигнуто путем закрепления диска болтами жестко к колесу и позволяя тормозному суппорту и накладкам плавать в боковом направлении

при приложении давления. Это конструкция общего неподвижного дискового тормоза, используемого на легких самолетах. Тормоз изготовлен компанией Cleveland Brake и показан на рисунке 4.

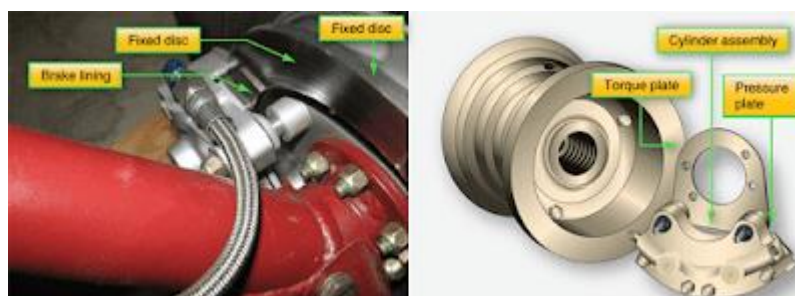


Рисунок 4 - Неподвижный дисковый тормоз

Уникальной особенностью этого тормоза является то, что накладки можно заменить, не снимая колеса. Откручивание узла цилиндра от задней панели позволяет анкерным болтам выскользнуть из втулок вращающейся пластины. После этого весь узел суппорта становится свободным и обеспечивает доступ ко всем компонентам.

Требования к техническому обслуживанию: регулярная проверка на наличие любых повреждений и износа накладок и дисков. Замена деталей, изношенных сверх пределов, всегда сопровождается эксплуатационной проверкой. Проверка проводится во время руления самолета. Тормозное действие для главного колеса должно быть равным приложению давления на педаль. Педали должны быть твердыми, а не мягкими или губчатыми. Когда давление на педаль отпущено, тормоза должны отпустить без каких-либо признаков сопротивления.

Двухдисковые тормоза. Двухдисковые тормоза используются на самолетах, где один диск на каждом колесе не обеспечивает достаточного тормозного момента (рисунок 5). Вместо одного к колесу прикреплены два диска. Центральный носитель расположен между двумя дисками. Он содержит фрикционные накладки с каждой стороны, которые контактируют с каждым из дисков при торможении. Болты крепления суппорта длинные и крепятся через центральную опору, а также заднюю панель, которая крепится к самолету.

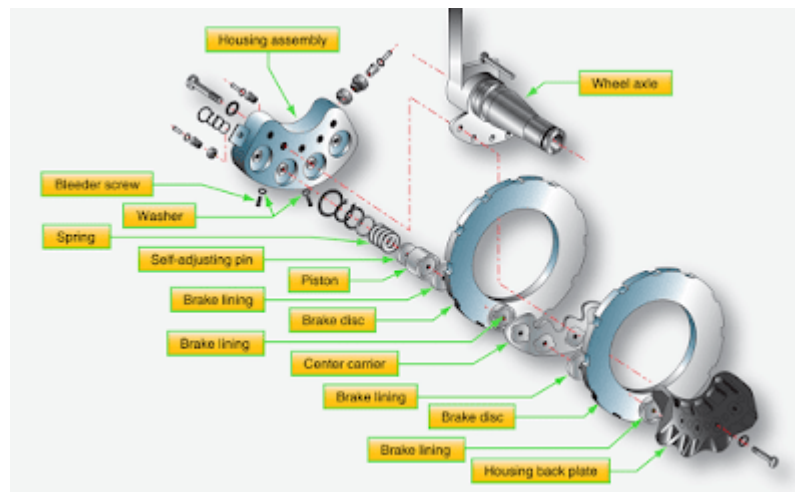


Рисунок 5 - Двухдисковый тормоз

Многодисковые Тормоза. Большие, тяжелые самолеты требуют использования многодисковых тормозов (рисунок 6). Многодисковые тормоза - это сверхмощные тормоза, предназначенные для использования с силовыми клапанами управления тормозами или главными цилиндрами повышения мощности. Тормозной узел состоит из удлиненной несущей опоры, аналогичной узлу типа вращающейся трубы, который крепится болтами к фланцу оси. Он поддерживает различные тормозные детали, включая кольцевой цилиндр и поршень, ряд стальных дисков, чередующихся с медными или бронзовыми дисками, заднюю панель и фиксатор задней панели. Стальные статоры крепятся шпонкой к держателю подшипника, а роторы с медным или бронзовым покрытием крепятся шпонкой к вращающемуся колесу. Гидравлическое давление, приложенное к поршню, приводит к сжатию всего пакета статоров и роторов. Это создает огромное трение и тепло и замедляет вращение колеса.



Рисунок 6 - Многодисковый тормоз

Как и в случае с одинарными и двухдисковыми тормозами, вытягивающие пружины возвращают поршень в камеру корпуса несущего подшипника при сбросе гидравлического давления. Гидравлическая жидкость выходит из тормоза в обратную линию через автоматический регулятор. Регулятор обеспечивает в тормозах заданное количество жидкости, достаточное только для обеспечения правильных зазоров между роторами и статорами. Износ тормозов обычно измеряется с помощью датчика износа, который не является частью тормозного узла.

Сегментированные Роторно-Дисковые Тормоза. Дисковые тормоза с сегментированными роторами используются на современных самолетах с более высокими характеристиками (рисунок 7). Большое количество тепла, вырабатываемого при замедлении вращения колес, на больших и высокоэффективных самолетах проблематично. Чтобы лучше рассеивать это тепло, были разработаны сегментированные роторно-дисковые тормоза. Сегментированные роторно-дисковые тормоза являются многодисковыми тормозами, но более современной конструкции, чем рассмотренный ранее тип. Есть много вариантов. Большинство из них имеют многочисленные элементы, которые помогают контролировать и рассеивать тепло. Сегментированные роторно-дисковые тормоза являются сверхмощными

тормозами, специально адаптированными для использования с гидравлическими системами высокого давления силовых тормозных систем. Торможение осуществляется с помощью нескольких комплектов неподвижных тормозных накладок с высоким коэффициентом трения, которые контактируют с вращающимися сегментами. Роторы выполнены с пазами или в секциях с пространством между ними, что помогает рассеивать тепло и дает тормозу его название. Сегментированные роторные многодисковые тормоза являются стандартным тормозом, используемым на тяжелых пассажирских самолетах и грузовых самолетах.

Описание сегментированного роторного тормоза очень похоже на описанный многодисковый тормоз.

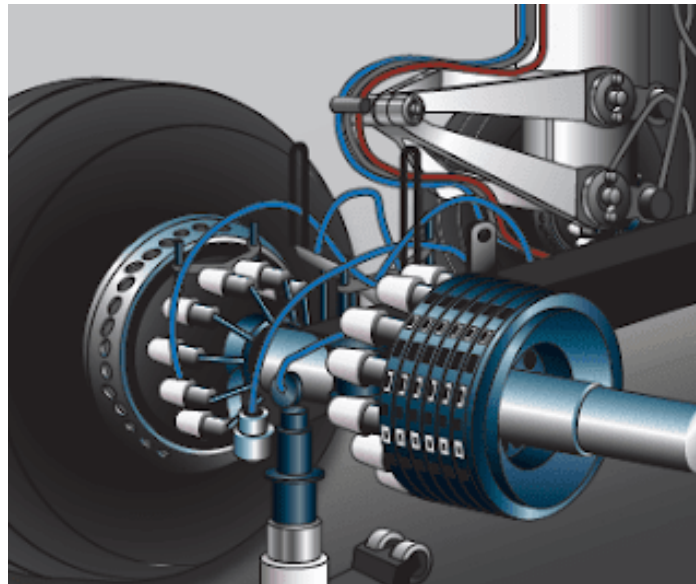


Рисунок 7 - Сегментированный роторный - дисковый тормоз

Сегментированные многодисковые тормоза используют пружинные узлы втягивания с автоматическими регуляторами зазора, чтобы оттянуть заднюю пластину от ротора и статора при снятии тормозного давления. Это обеспечивает зазор, так что колесо может вращаться беспрепятственно из-за контактного трения между тормозными частями, но удерживает узлы в непосредственной близости для быстрого контакта и торможения при торможении. Количество втягивающих устройств зависит от конструкции тормоза.

Углеродные Тормоза. Сегментированный многодисковый тормоз уже много лет надежно служит авиационной промышленности. Он эволюционировал с течением времени в попытке сделать его легким и рассеять фрикционное тепло торможения быстрым и безопасным способом. Последней итерацией многодискового тормоза является карбоновый дисковый тормоз. В настоящее время он встречается на современных пассажирских самолетах. Углеродные тормоза (рисунок 8) названы так потому, что для изготовления тормозных роторов используются материалы из углеродного волокна.

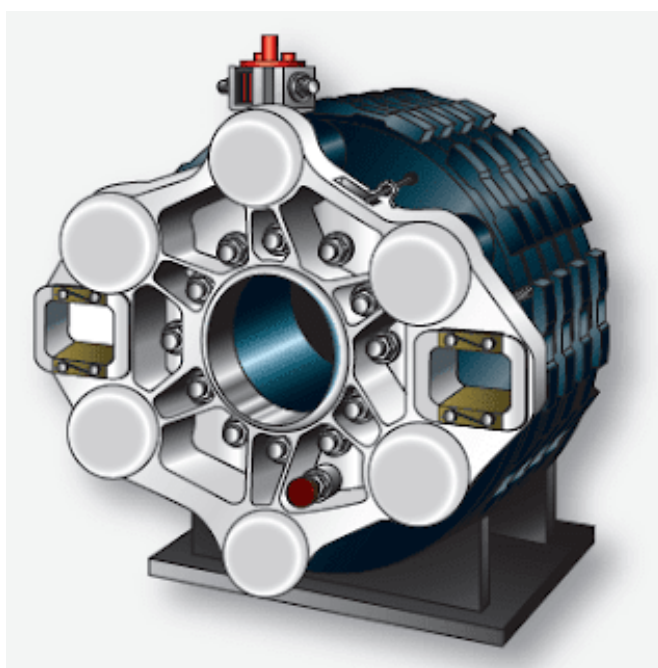


Рисунок 8 - Углеродный тормоз

Карбоновые тормоза примерно на сорок процентов легче обычных. На больших самолетах транспортной категории это само по себе может сэкономить несколько сотен килограммов веса самолета. Диски из углеродного волокна заметно толще спеченных стальных роторов, но чрезвычайно легкие. Они способны выдерживать температуру на пятьдесят процентов выше, чем стальные компоненты тормозов. Максимальная расчетная рабочая температура ограничена способностью соседних компонентов выдерживать высокую температуру. Известно, что углеродные тормоза выдерживают в два-три раза температуру нагрева выше, чем стальные конструкции тормоза в

неавиационных механизмах. Углеродные роторы также рассеивают тепло быстрее, чем стальные. Углеродный ротор сохраняет свою прочность и размеры при высоких температурах. Кроме того, углеродные тормоза делятся на двадцать-пятьдесят процентов дольше, чем стальные, что приводит к сокращению технического обслуживания. Единственным препятствием для использования карбоновых тормозов на всех самолетах является высокая стоимость производства. Технология их производства включает в себя значительное время ручного труда. Ожидается, что цена будет снижаться по мере совершенствования технологий и выхода на рынок большего числа производителей самолетов.

Стояночный тормоз. Стояночный тормоз (рисунок 9) включается педалями рычага управления, а храповая система удерживает их на месте, когда рычаг стояночного тормоза на кабине экипажа вытянут. В то же время запорный клапан фиксирует гидравлическую систему. Это задерживает жидкость в тормозах, удерживая тормозные диски неподвижными. Нажатие на педали дополнительно освобождает храповик педали и открывает клапан гидравлической системы.



Рисунок 9 - Рычаг стояночного тормоза на центральном постаменте Boeing 737

Приведённый анализ конструкции различных типов тормозов, позволяет сделать следующий вывод.

Достоинство дисковых тормозов:

1. В настоящее время в авиации самым эффективным тормозом является механический тормоз: высокая надежность, постоянство тормозного момента при торможении.

2. При выходе из строя какой либо части тормоза ее можно заменить за относительно короткое время.

3. Малые габариты и масса.

Недостатки дисковых тормозов:

1. При посадке, в процессе торможения изнашиваются фрикционные материалы. Это сопровождается необходимостью регулярного контроля за рабочими зазорами тормозов и заменой фрикционного материала. Обслуживание и диагностика тормоза требует доступ непосредственно к устройству и увеличивает время контроля и диагностики состояния тормозной системы.

2. Всю запасенную (порядка 70%) кинетическую энергию самолета необходимо преобразовать в тепло. Поэтому тормоза нагреваются до очень высокой температуры. При большой массе самолета тормоза нагреваются до 1000°C и больше. Температура тормоза также влияет на пневматику самолета. Тормоз расположен рядом с ободом и пневматиком. Поэтому при высокой температуре «резина» пневматика теряет свой прочность и резко повышается его износ. Чтобы выдержать такую огромную температуру используется уникальные фрикционные материалы.

3. Тормозные колёса практически всех самолётов оборудованы антиюзовой автоматикой, так как юз не только снижает эффективность торможения, но и на большой скорости всегда приводит к разрыву пневматиков и часто к возгоранию резины колёс. Использование антиюзовой автоматика приводит к увеличению массы и стоимости.

Вывод.

Таким образом повышение технического уровня и снижение затрат на эксплуатацию возможно только при новых технических решениях исключающих тормозную пару и интенсивный износ фрикционного материала.

1.2. Выбор перспективных способов торможения

Есть определенный опыт в грузоподъемном машиностроении: при торможении электродвигатель переводится в режим электромагнитного тормоза, при снижении частоты вращения до 40 - 15 % от номинального значения накладывается механический тормоз. В связи с этим снижается время и стоимость технического обслуживания. Значительно упрощается система управления такого торможения с развитием цифровой электроники.

Если использовать аналогичное техническое решение при посадке самолета, то вместо дискового тормоза можно применить электрическую машину, работающую в режиме электромагнитного тормоза. В конце посадки для фиксации вала ходовой части шасси, в соответствии с требованиями техники безопасности, необходимо использовать стояночный тормоз. В качестве привода тормоза можно использовать электромагнитное устройство.

Существует три типа электрических машин: машина постоянного тока, асинхронная машина, синхронная машина.

Машину постоянного тока не принимаем во внимание за счет сложного и ненадежного коллекторно-щёточного узла.

Асинхронная машина (АМ) в режиме генератора требует источника реактивной мощности, как правило, используется блоки конденсаторов включенный в обмотку статора АМ. Такой вариант может сильно увеличить массу электрической машины (ЭМ).

В технике наиболее широкое распространение получили ЭМ работающие в режиме генератора - это синхронная машина (СМ). Для создания основного магнитного поля необходим источник постоянного напряжения.

Последнее время большое распространения получили синхронная машина с постоянными магнитами. Импульс развития машин с постоянными магнитами дали новые открытия в области материаловедения, т.е. новые материалы на основе редкоземельных металлов (неодим-железо-бор, самарий кобальт и т.д.). Основным достоинством таких материалов является их высокая удельная мощность. Размагнитить такие магниты очень сложно, так как они обладают низкой магнитной проницаемостью и под действием токов реакция якоря практически не размагничиваются.

Достоинство электромагнитного тормоза:

1. Использование электрическую машину в качестве тормоза позволяет повысить эффективность тормозного устройства. В нем отсутствует расходный материал. Это позволяет удлинить период технического обслуживания и сокращает время самого обслуживания.

2. Преобразование кинетической энергии движения самолета с помощью электрической машины в электрическую, а затем в тепловую энергию на реостатах, позволит решить проблемы, которые существуют в механических тормозах. К таковым относятся нагрев элементов конструкции шасси, появляется возможность разместить реостаты в любом месте, следовательно, преобразованное тепло не будет влиять на надежность пневматики самолета.

3. При использовании электрической машины в составе тормозных устройств отпадает необходимость использовать систему антиюзовой автоматики. У электрических машин это происходит автоматически, т.е. не будет частоты вращения - не будет тормозного момента. Так как снижение частоты вращения автоматически снижает ЭДС, токи и тормозной момент. При этом способом естественным образом осуществляется антиюзозовая защита.

4. В электрической машине величиной тормозного момента легко варьировать и программировать закон его изменения на весь период посадки.

5. Электрическую машину можно использовать в режиме «двигатель» (мотор-колесо) от бортовой сети аккумуляторов посредством преобразователя

частоты. Таким образом, можно транспортировать самолет до взлетно-посадочной полосы, сократить расход топлива на 4% [14], уменьшить выбросы углерода и вредных веществ, а также снизить уровень шума на территории аэропорта.

Недостатки электромагнитного тормоза:

1. Эффективность электромагнитного тормоза снижается на низкой частоте вращения. Такие тормоза хороши для замедления, а не для их остановки. В заключительной стадии режима посадки, после руления, при низкой частоте вращения колес, когда необходимо остановить воздушное судно, рекомендуется задействовать стояночный тормоз.

2. Для получения высокого момента и для достижения конкурентных габаритов и массы устройства необходимо применять форсированный режим работы электрической машины. Эксплуатировать электрическую машину в таком режиме более 3 – 5 минут не рекомендуется.

Вывод.

1. Совокупность положительных свойств тормозной машины по сравнению с известными конструкциями позволяет считать, что разработка тормозного устройства на базе электрической машины является перспективным. Такое техническое решение позволит повысить технический уровень самолета и снизить его затраты при эксплуатации.

2. Для решения вопроса внедрения тормозной машины в конструкцию шасси самолета необходимо решить проблему компактности и габаритов. Успешное решение этого вопроса возможно только при использовании электрической машины в форсированном режиме при относительно коротком времени эксплуатации при посадке.

2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследование проводилось с целью торможение самолета после посадки с помощью электрической машины. Разрабатываемая электромеханическая система является одной из составляющей концепта «полностью электрический самолет». На данный период эта идея является одной из главных тенденций в авиастроение.

2.1. Предпроектный анализ

2.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

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

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Авиационная промышленность;
- Научно-исследовательские организации;
- Гражданские самолёты.

2.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется эффективность система торможения самолета, главным образом проектируемая электрическая машина должна соответствовать требованиям.

В таблице 5 приведена оценка конкурентов, где Φ – разрабатываемый проект, $k1$ – Электропривод с СДПМ и со смешанным редуктором, $k2$ – Электропривод с Многодвигательный СДПМ и с зубчатой передачей.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{Φ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{Φ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,17	5	4	3	0,85	0,68	0,51
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
3. Энергоэкономичность	0,18	5	4	3	0,9	0,72	0,54
4. Функциональная мощность	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48

Продолжение таблицы 5

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
2. Цена	0,14	5	3	3	0,7	0,42	0,42
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,12	4	4	3	0,48	0,48	0,36
Итого	1	33	26	24	4,76	3,71	3,39

Вес показателей в сумме должны составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать что проект превосходит конкурентные разработки, что объясняется ценой и соответствием требованиям заказчика. Однако, уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется больше времени на его выполнение.

2.1.3. SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 6). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

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

Таблица 6 – Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Экологичность технологии.</p> <p>С2. Экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С3. Востребованность научного исследования.</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Отсутствие финансирования.</p> <p>Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала у потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Отсутствие прототипа научной</p>
--	--

С4. Высокий срок эксплуатации. С5. Надежность данной системы. С6. Квалифицированный персонал.	разработки. Сл4. Большой срок выхода на рынок.
Возможности В1: Появление дополнительного спроса на новый продукт. В2. Снижение стоимости на электроэнергию и материалы. В3. Развитие технологий в данной отрасли. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.	Угрозы У1. Развитая конкуренция технологий производства. У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции. У3. Экономическая ситуация в стране, влияющая на спрос. У4. Появление новых конкурентных разработок.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 7. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта					
		С1.	С2.	С3.	С4.	С5.	С6.
Возможности проекта	В1.	+	+	+	+	+	-
	В2.	+	+	+	-	-	-
	В3.	-	-	+	+	+	+
	В4.	-	-	+	-	-	+
		Сильные стороны проекта					
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.		
Возможности проекта	В1.	+	-	-	-		
	В2.	-	-	-	-		
	В3.	+	-	+	-		
	В4.	+	-	+	-		
		Сильные стороны проекта					
		С1.	С2.	С3.	С4.	С5.	С6.
Угрозы	У1.	-	+	+	-	-	-
	У2.	-	+	-	-	-	-
	У3.	-	+	+	-	-	+
	У4.	-	+	+	-	-	-

Продолжение таблицы 7

	Сильные стороны проекта				
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.
Угрозы	У1.	+	+	-	-
	У2.	+	-	-	+
	У3.	+	+	+	+
	У4.	+	-	-	+

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 –SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Экологичность технологии.</p> <p>С2. Экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С3. Востребованность научного исследования.</p> <p>С4. Высокий срок эксплуатации.</p> <p>С5. Надежность данной системы.</p> <p>С6. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Отсутствие финансирования.</p> <p>Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала у потенциальных потребителей.</p> <p>Сл3. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл4. Большой срок выхода на рынок.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1: Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В2. Снижение стоимости на электроэнергию и материалы.</p> <p>В3. Развитие технологий в данной отрасли.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования;</p> <p>Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.</p>	<p>Для расширения применения и доступности разработки потребуется увеличение числа высококвалифицированного персонала.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p> <p>У3. Экономическая ситуация в стране, влияющая на спрос.</p> <p>У4. Появление новых конкурентных разработок.</p>	<p>Создание конкурентоспособного проекта;</p> <p>Для предотвращения выхода из строя электрооборудования необходимо привлечь квалифицированный персонал для обслуживания.</p>	<p>Трудность монтажа оборудования;</p> <p>Дороговизна оборудования.</p>

2.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальную форму, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 9).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 9 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4

Продолжение таблицы 9

7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	62	59

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования

рынков сбыта, проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

2.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

2.2. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 10).

Таблица 10 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Холдинг «Технодинамика»	Получить эффективную торможению и сократить

	время передвижения в аэропорту, экономить топливо при руление и соблюсти самые жёсткие экологические стандарты.
--	---

В таблице 11 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 11 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Изучение торможение самолета при посадке и разработать электрической машины для торможения.
Ожидаемые результаты проекта:	Работоспособность электромагнитная торможения для остановки самолета в определённом расстоянии.
Критерии приемки результата проекта:	При внедрение данного технологии, снизились расходы на тормозной системы самолета и повысилась эффективность пневматика самолета.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Разработать алгоритм электромагнитного торможения.
	Выбрать электрической машины с высокой КПД.
	Определить размер и мощность электрической машины.
	Повышение безопасность, экономичность и энергоэффективность.

В таблице 12 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Баранов П.Р., НИ ТПУ, к.т.н., доцент ОЭЭ	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Юнусов Х.С., магистрант ОЭЭ ИШЭ	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы	1600
ИТОГО:				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы

проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 13).

Таблица 13 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	1305000,0
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2020-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

2.3. Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

2.3.1. Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 20).



Рисунок 20 – Иерархическая структура работ



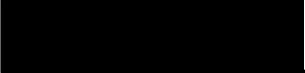

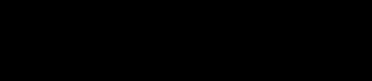
2.3.2. План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 14, 15).

Таблица 14– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.19	07.09.19	Юнусов Х.С., Баранов П.Р.
Согласование плана работ	7	08.09.20	15.09.20	Юнусов Х.С., Баранов П.Р.
Литературный обзор	138	16.09.20	31.01.21	Юнусов Х.С.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	327	01.02.21	24.12.21	Юнусов Х.С., Баранов П.Р.
Написание отчета	158	25.12.21	31.05.22	Юнусов Х.С.
Итого:	637			

Таблица 15 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020				2021												2022							
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май			
Утверждение темы магистерской диссертации	7																								
Согласование плана работ	7																								
Литературный обзор	138																								
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	327																								
Написание отчета	158																								



- Юнусов Х.С.



- Юнусов Х.С., Баранов П.Р.

2.4. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 16).

Таблица 16 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	2	40,0	80,0
Ручка шариковая	2	32,0	64,0
Ластик	2	20,0	40,0
Печать	40	5,0	200,0
Карандаш	1	25,0	25,0
Энергия	403,2	4,0	1612,8
Всего за материалы		2021,8	
Итого по статье			2021,8

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением

специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 17).

Таблица 17 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер	1	30000,0	30000,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	6000,0	6000,0
3	Программное обеспечение AutoCad	1	0*	0*
Итого, руб.:				36000,0

Примечание: *бесплатный доступ НИ ТПУ к продуктам Autodesk с лицензией на образовательные услуги.

Расчет основной заработной платы. В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

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

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где: $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	99	99
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	214	214

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

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

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p, \text{ где}$$

Z_b – базовый оклад, руб.;

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

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2021 году без учета РК составил 33664 руб. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	1	0,02	1,3	44638,5	2358,3	214	504676,2
Магистрант	1923	-	-	1,3	2500	130,8	214	27999

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

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

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 20 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	504676,2	27999
Дополнительная зарплата	50467,62	2799,9
Итого по статье С _{зп}	555143,82	30798,9

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где}$$

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%. Стипендиальные выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 * (504676,2 + 50467,62) = 166543,146 \text{ руб} - \text{руководитель};$$

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 * (27999,0 + 2799,9) = 9239,67 \text{ руб} - \text{магистрант}.$$

Научные и производственные командировки. В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют 58594,272 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Организацией ТПУ был предоставлен бесплатный доступ к программной среде «Autocad», что уже было учтено при расчете расходов на программное обеспечение.

На эту статью расходов также в данном проекте относится также использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 2473 руб.

Итого на оплату работ выходит 2473 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (504676,2 + 50467,62) = 444115,056$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляет 1304929,66, которые приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	2021,8	36000,0	532675,2	53267,52	175782,8	58594,27	2473	-	444115,05	<u>1304929,64</u>
Аналог	2500,00	150000,00	1085500,00	28350,20	281549,30	89849,76	0,00	-	71798,08	1709547,34

2.4.1. Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 21.



Рисунок 21 – Проектная структура проекта

2.4.2. План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 22).

Таблица 22 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

2.4.3. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 23.

Таблица 23 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

2.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

2.5.1. Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём

дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если **NPV>0**, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 24. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25%**, норма амортизации - 10%.

Выручка Себестоимость · 1,2=1304929,64 · 1,2=1565915,57 руб.

Таблица 24 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1565915,57	1565915,57	1565915,57	1565915,57
2	Итого приток, руб.	0	1565915,57	1565915,57	1565915,57	1565915,57
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1304929,64	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35%от бюджета)	0	456750,0	456750,0	456750,0	456750,0
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	1109165,5	1109165,5	1109165,5	1109165,5
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	221833,1	221833,1	221833,1	221833,1
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	887332,4	887332,4	887332,4	887332,4

Продолжение таблицы 24

9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	- 1304929,64	979649,4	979649,4	979649,4	979649,4
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	- 1304929,64	816047,95	679876,7	566237,4	472191,0
12	Σ ЧДД		2534353,05 руб.			
12	Итого NPV, руб.		1229423,41 руб.			

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 1229423,41 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2534353,05}{1304929,64} = 1,94$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 25 и на рисунке 22.

Таблица 25 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	- 1304929,64	979649,4	979649,4	979649,4	979649,4	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	- 1304929,64	890501.3	809213.9	735712.3	669121.7	1799619.56
	0,2	- 1304929,64	816047,95	679876,7	566237,4	472191,0	1229423.41
	0,3	- 1304929,64	753400.8	579952.4	445721.2	342913.7	817058.46
	0,4	- 1304929,64	699504.4	499601.5	356601.7	254732.1	505510.06
	0,5	- 1304929,64	653403.9	435101.7	289213.3	194021.7	266810.96

Продолжение таблицы 25

	0,6	- 1304929,64	612313.7	382121.1	239021.3	149903.9	78430.36
	0,7	- 1304929,64	576162.8	328210.7	198935.0	109735.5	-91885.64
	0,8	- 1304929,64	544701.2	302701.3	167501.4	93071.9	-196953.84
	0,9	- 1304929,64	515315.4	271410.7	143021.8	75433.4	-299750.34
	1,0	- 1304929,64	489801.0	244901.5	122513.7	60742.4	-386971.04

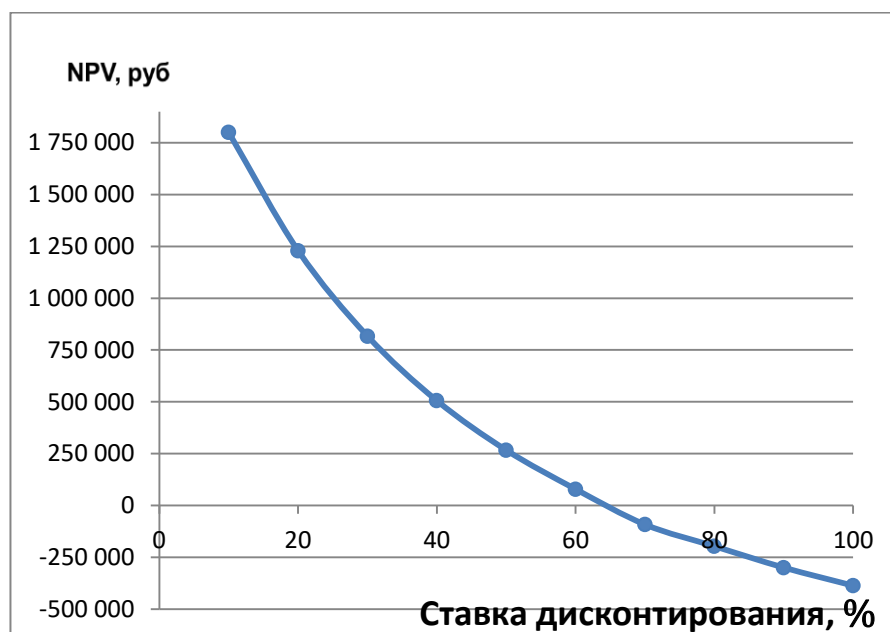


Рисунок 22 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 65%.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $65\% - 20\% = 45\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 26).

Таблица 26 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	- 1304929,6 4	816047, 95	679876,7	566237,4	472191,0
2	То же нарастающим итогом, руб.	-847228,2	- 488881, 69	190995,0	757232,4	1229423,4
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DP_{дск} = 1 + (488881,69 / 679876,72) = 1,72$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 27).

Таблица 27 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об электромагнитного тормоза самолета.	Впервые спроектированный синхронная машина с постоянными магнитами в качестве тормоза самолета.
Нехватка обширных и достоверных данных об масса и срок службы дисковый тормоза самолета.	Обобщены и структурированы данные о об масса и срок службы электромагнитного тормоза самолета.

2.5.2. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

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

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

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

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

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 28).

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта)	0,20	4	4	5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	4
3. Надежность	0,15	4	4	3
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4	5
6. Не зависимость от импорта	0,20	5	4	4
Итого	1	27	22	25

$$I_m^p = 4 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,5$$

$$I_1^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,7$$

$$I_2^A = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,421	0,608	0,887
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,680	3,980	4,280
3	Интегральный показатель эффективности	11,116	6,546	4,825
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,302	1,357	1,000

Вывод по главе

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1229423,41 руб.; индекс доходности $PI=1,94$, внутренняя ставка доходности $IRR=65\%$, срок окупаемости $PP_{\text{дск}}=1,72$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

3. Социальная ответственность

Введение

Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда и жизнедеятельности в целом.

Охрана труда и промышленная безопасность представляет собой систему организационных технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие опасных производственных факторов, которые приводят к несчастным случаям на производстве.

Производственная санитария представляет собой систему организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие вредных производственных факторов, которые приводят к профессиональному заболеванию.

В этой главе рассмотрим вопросы технологического процесса сборки синхронного двигателя с постоянными магнитами.

Для осуществления этого технологического процесса применяется следующее оборудование: транспортная система, ручные инструменты. Технологический процесс сборки включает в себя следующие виды работ: продувку деталей, работу с транспортными приспособлениями и т.д. Целью данного раздела является выявление опасных и вредных факторов и мероприятий по предотвращению их воздействия на организм человека.

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Для эффективной разработки проекта следует подробно рассмотреть правовые нормы трудовых отношений, которые регламентируются Трудовым Кодексом Российской Федерации.

Режим работы

Для работников, работающих в опасных и вредоносных условиях, режим работы имеет сокращенную продолжительность: 36 - часовой рабочей неделе – 8 часов в день. 30 – часовой рабочей недели – 6 часов в день [16].

Также установлена минимальная продолжительность оплачиваемого ежегодного отпуска, который составляет 7 календарных дней [17].

Оплата труда

Для работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается повышенный размер оплаты труда. Минимальный размер доплаты составляет 4% тарифной ставки [18].

Медицинский осмотр

Работники, занятые на работах с вредными и опасными условиями труда должны обязательно проходить предварительные и периодические медицинские осмотры [19].

Обязанность работодателя

Работодатель обязан обеспечить безопасные условия и охрану труда работника на работах с вредными и опасными условиями труда [20].

Обязанности работодателя: обеспечить безопасность при эксплуатации зданий, оборудования, проведении работ, применении в производстве сырья, материалов и инструментов; представить работникам за счет собственных средств специальную одежду, обувь и другие средства индивидуальной защиты, смывающие и обезвреживающие средства; организовать обучение по выполнению работ, оказанию первой помощи пострадавшим, провести инструктаж и проверить знания по охране труда; проводить контроль и оценку состояния условий труда, информировать работников об условиях и охране труда и принимать меры по предотвращению аварийных ситуаций; организовать медицинское обслуживание и доставку работников, заболевших или травмированных на рабочем месте; застраховать работников от несчастных случаев и профзаболеваний и т.д.

Дополнительные льготы и гарантии

Работникам, работающим на работах с вредными условиями труда, бесплатно предоставляют молоко или другие равноценные пищевые продукты, или компенсируют выдачу лечебно-профилактического питания дополнительной выплатой [21]. В случае заболевания, травм, повреждении здоровья на рабочем месте, работнику возмещается утраченный доход и компенсируется лечение [22].

3.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Планировка рабочего места должна быть направлена на устранение лишних и нерациональных трудовых движений, максимальное сокращение перемещения рабочего и материальных элементов трудового процесса. Рационально распланировка рабочего места должна предусматривать четкий порядок размещения инструментов, деталей, документов как в процессе работы, так и при хранение.

В рабочей зоне не должно быть сквозняков, но при этом должна быть постоянна вентиляция помещения. Температура в помещении должна быть комфортной. Уровни шума и вибрации не должны превышать допустимых значений, установленных санитарными нормами. Рабочее место должно иметь достаточное естественное и искусственное освещение. Также должны быть соблюдены санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

Помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения согласно действующим нормам. Не допускается загромождение рабочих мест, проходов, выходов из помещений и зданий, доступа к противопожарному оборудованию. Помещение должно быть оснащено сигнализацией и связью.

Перед началом работы необходимо провести специальную оценку условия труда (СОУТ) – оценка рабочих мест.

3.2. Производственная безопасность

Важным фактором производственного процесса является благоприятная производственная среда. Для создания благоприятной производственной среды необходимо разработать ряд мероприятий и технических средств, предотвращающий неблагоприятные воздействия на работников.

Неблагоприятные действующие производственные факторы делятся, как правило, на два важных типа: вредные производственные факторы (ВПФ) и опасные производственные факторы (ОПФ).

В таблице 30. представлена перечень вредных и опасных факторов (ГОСТ 12.0.003-2015), которые могут повлиять на работников, разрабатывающих, изготавливающих и эксплуатирующих проектируемую электромеханическую систему.

Таблица 30 – ОПФ и ВПФ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Превышение уровня шума	- ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности» [23]; СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Превышение уровня вибрация	- ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования [24].
Недостаточная освещенность	- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» [25].

Продолжение таблицы 30

Отклонение показателей микроклимата	- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [26].
Поражение электрическим током.	- ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [27].
Пожара – взрывоопасность	- ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ «Пожарная безопасность технологических процессов» [28]. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

3.2.1. Анализ вредных опасных производственных факторов

Превышение уровня шума

Разрабатываемый электродвигатель является источником высокого уровня шума, что представляет из себя вредный фактор производственной среды.

Непосредственное воздействие шума на организм может выражаться учащением пульса, дыхания, повышением артериального давления, изменением двигательной и секреторной функции желудка и других органов. Отражение на нервной системе может заключаться в головной боли, бессоннице, ослаблении внимания, замедлении психических реакций.

В таблице 31 представлены предельно допустимые уровни звука в соответствие с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» для выполнения всех видов работ.

Таблица 31 - Предельно допустимые уровни звука

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрической частотами, Гц									По шкале
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для защиты от шума предусматриваются индивидуальные средства защиты (наушники), звукоизолирующие экраны и звукоизолирующие кабины.

Превышение уровня вибрации

Высокая вибрация представляет из себя такую же опасность, как и шум. Это допустимо в период работы двигателя при нагрузке выше допустимой. Под вибрацией имеется в виду колебание твёрдых тел.

Негативное влияние вибрации на организм человека выражается во влиянии ее на работу центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта и вестибулярного аппарата человека. Большую опасность для организма представляют вибрации частотой 6-9 Гц, так как эти частоты наиболее близки к собственным частотам внутренних органов человека. Совпадение частоты вибрации и внутреннего органа приведёт к резонансному явлению.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» предельно допустимые значения производственной локальной вибрации представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Технические нормы вибрации

Среднеквадратичная частота, Гц, Предельно допустимые виброскорости, Дб.								Корректировочное значение
	6	1,5	3	25	50	00	000	
								112
15	09	09	09	09	09	09	09	

Для виброзащиты применяются средства индивидуальной защиты для рук, ног и тела работника (рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки, сапоги). Кроме этого используются виброизолирующие материалы под оборудование (пружины, резины и другие прокладочные материалы).

Недостаточная освещенность

Для изготовления и непосредственного наблюдения за объектом необходимо организовывать правильное освещение рабочих мест.

Неправильное освещение может привести не только к утомлению зрения рабочего, что может вызвать утомление всего организма, но и даже ухудшение зрения и порой даже необратимое. Для глаз вредно как недостаток света, так и его избыток.

Согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» оптимальное освещение: 200-500 лк при комбинированном освещении.

На рабочих местах, где трудовая деятельность ведется в условиях отсутствия естественного освещения, необходимо проводить мероприятия, направленные на уменьшение уровня вредности условий труда путём использования искусственного освещения и защиты временем.

Проведём расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости. Необходимо спроектировать общее равномерное освещение помещения.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,8$ м. Требуется создать минимальную освещённость $E=200$ лк. Коэффициент отражения Свежепобеленные стен с окнами, без штор $\rho_C=50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_P=70\%$.

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Выбираем

светильники типа ШОД-2-40, т.к. этот тип обладает самым высоким КПД 85% по сравнению с остальными типами светильников, пригоден к эксплуатации в нормальных помещениях с хорошим отражением потолка и стен, также допускает эксплуатацию при умеренной влажности и запылённости. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1228 мм, ширина – 284 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,8 - 0,8 - 0,3 = 2,7 \text{ м}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,7 = 3 \text{ м}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{3}{3} = 1 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 10 светильника длиной 1,228 м, при этом разрывы между светильниками в ряду составят 1,2 м, расстояние между рядами 1 м. На рисунке 23 изображён в масштабе план помещения и размещения на нём светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 90$.

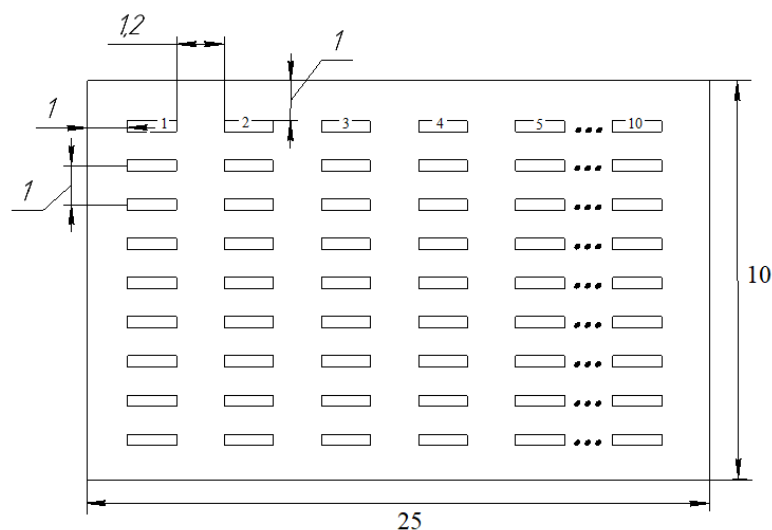


Рисунок 23– План помещения и размещения светильников

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{250}{2,7 \cdot (25 + 10)} = 2,65$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ШОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$ $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 2,65$ равен $\eta = 0,51$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{90 \cdot 0,51} = 1797 \text{ Лм}$$

Выбираем лампу холодного белого света ЛХБ мощностью $P_{\text{ЛХБ}} = 30$ Вт, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛХБ}} = 1940$ Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛХБ}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛХБ}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛХБ}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛХБ}}} \cdot 100\% = \frac{1940 - 1797}{1940} \cdot 100\% = 7,37\%$$

Получаем $-10\% \leq 7,37\% \leq 20\%$, следовательно, необходимый поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Электрическую мощность осветительной установки определяется по формуле:

$$P = P_{\text{ЛХБ}} \cdot n = 30 \cdot 90 = 2700 \text{ Вт}$$

Отклонение показателей микроклимата

При разработке и изготовлению проекта работник может столкнуться с неблагоприятными показателями микроклимата. Для работы важны комфортные и безопасные условия. Низкая (высокая) температура, сквозняки, повышенная (пониженная) влажность воздуха могут привести к ухудшению здоровья человека.

Оптимальные и допустимые метеорологические условия для категории работ средней тяжести IIа, согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» представлены в таблице 33.

Таблица 33. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период	Оптимальная температура °С	Допустимая температура °С	Оптимальная влажность %	Допустимая влажность %	Скорость движения воздуха оптимальная м/с	Скорость движения воздуха допустимая м/с
холодный	18-20	15-23	40-60	Не более 75	0,2	Не более 0,3
Теплый	21-23	17-27	40-60	Не более 65	0,3	0,2-0,4

Для защиты организма от неблагоприятного воздействия микроклимата необходимо проводить проверки помещения на соответствие показателей микроклимата. От возможного переохлаждений при проведении работ в

условиях пониженной температуры следует использовать индивидуальные средства защиты: куртки, перчатки, шапки. Также следует организовывать помещения для отдыха и обогрева.

Нервно - психические перегрузки

Разрабатываемый проект является сложным техническим решением, которое требует точного и верного исполнения. При выполнении работ по разработке проекта, его монтажу и эксплуатации инженеры сталкиваются с нервно-психическими перегрузками, связанными с напряженностью трудового процесса.

Нервно – психические перегрузки вызывают усталость, ухудшают стрессоустойчивость, что влияет на качество выполняемых работ.

Для минимизации действия данного фактора необходимо соблюдать режим труда и отдыха, а также оборудовать комнаты для отдыха и психологической разгрузки персонала.

Поражение электрическим током.

При разработке проекта необходимо учитывать электротравматизм на производстве. Причиной которого являются: неисправное электрооборудование; отсутствие или недостаточность защитного заземления; прикосновение к металлическим конструкциям и частям оборудования, находящимся под током вследствие соприкосновения их с оголенными проводами, а также к самим оголенным проводам; отсутствие индивидуальных и коллективных средств защиты и т.д.

Поражение электрическим током – является самым опасным производственным фактором, в следствие которого человек может получить ожоги, поражение внутренних органов и потерю памяти.

Для защиты от поражения электрическим током применяют коллективные средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль, установка оградительных устройств, предупредительная сигнализация и блокировка, использование знаков

безопасности и предупреждающих плакатов, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение, а также изолирующие средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, диэлектрические боты, изолирующие подставки.

Пожарная опасность

В следствие электрических замыканий или других факторов, которые возникают при производстве объекта исследования, может возникнуть пожар.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки.

Результатам негативного воздействия пожара на организм человека являются ожоги различной степени тяжести, повреждения и возможен летальный исход.

Для предотвращения пожара на производстве необходимо своевременно проверять оборудование на исправность и проверять соблюдение норм пожарной безопасности.

Перечень первичных средств для пожаротушения включает в себя пожарные стволы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла, вода. В ангарах, складских помещениях, административных, производственных зданиях устанавливаются системы автоматического пожаротушения.

3.2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.

Важнейшим требованием при организации рабочего места является обеспечение безопасных, комфортных условий для работы, пресечение возникновения профзаболеваний и несчастных случаев.

Для борьбы с шумом и вибрациями на производственных участках необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты.

При проектировании производственных участков следует отделять малошумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

Для оптимизации освещения на рабочих местах необходимо оборудовать некоторые станки индивидуальными светильниками. Искусственное общее освещение должно располагаться в верхней зоне помещений и по возможности в непосредственной близости рабочей зоны.

Производственные помещения должны своевременно отапливаться, поддерживая комфортную для работников температуру. Влажность воздуха должна строго контролироваться.

Для персонала необходимо организовать специальные комнаты, где они могут отдыхать и переодеваться в рабочую форму.

Для предотвращения поражением электрическим током все токоведущие провода и кабели необходимо изолировать. В электрических шкафах необходимо применять защитно-отключающие устройства. Все места, в которых рабочий может получить поражение электрическим током должны быть выделены и обозначены специальными предупреждающими знаками.

Для обеспечения пожарной безопасности следует не допускать до работы лица, не прошедшие противопожарный инструктаж. Каждый работник должен знать, как эвакуироваться и как пользоваться первичными средствами тушения. Для успешной эвакуации, в коридорах, проходах, тамбурах не должно быть загромождений. Для своевременного предотвращения пожара, необходимо проводить проверку помещений.

3.3. Экологическая безопасность

3.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.

Одной из идей создания электротормоза шасси пассажирского самолета Ил-114 является улучшение экологических характеристик воздушного судна, снижение количества вредных выбросов в зоне аэропорта и снижение шума.

Технологический процесс изготовления данной электромеханической системы не является вредным, не имеет значительных выбросов в атмосферу

вредных веществ. В процессе производства образуются отходы, которые при соответствующей обработке могут быть использованы повторно, для промышленной продукции.

Для того, что утилизировать электротормоз, необходимо разобрать конструкцию и переплавить металлические изделия для вторичного использования - это позволит сэкономить природные ресурсы (железо, медь).

3.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

В случае наличия опасных отходов, которые нельзя использовать повторно и рециклировать, их следует сдать на утилизацию или обезвреживание.

К сфере защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов относится экономия ресурсов, в частности энергетических.

Реальным вкладом в экологию страны может стать экономия электрической и тепловой энергии на производстве. Во-первых, это улучшает экономические показатели деятельности предприятия (уменьшение расходов на электротепловую энергию). Во-вторых, экономия энергии означает уменьшение газа, мазута, угля, сжигаемого в топках котлов ТЭС и электроустановок (котельных) промпредприятий и одновременное уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

3.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

При разработке, производстве и эксплуатации проектируемого решения, как правило, могут возникнуть аварии, в следствие которых возникают чрезвычайные ситуации: производственные взрывы, пожары, обрушение зданий.

Наиболее вероятным видом ЧС является Пожар.

Основными причинами пожара могут быть: перегрузка проводов, короткое замыкание, большие переходные сопротивления в электрических цепях, электрическая дуга, искрение и неисправности оборудования, нарушение технологического режима и мер пожарной безопасности.

Основными опасными факторами пожара являются: тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении.

3.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Пожарная профилактика обеспечивается: системой противопожарной защиты; организационно - техническими мероприятиями.

К мерам противопожарной защиты относятся: применение средств защитного отключения возможных источников загорания; применение искробезопасного оборудования; применение устройства молниезащиты здания; выполнение правил (инструкций) по пожарной безопасности; применение пожарной сигнализации; средств коллективной и индивидуальной защиты от факторов пожара и т.д.

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности; разработка схемы действия администрации и работающих в случае пожара, и организация эвакуации людей; организация внештатной пожарной дружины.

При обнаружении загорания рабочий немедленно сообщает по телефону 01 в пожарную охрану, сообщает руководителю, приступают к эвакуации людей и материальных ценностей. Тушение пожара организуется первичными средствами с момента обнаружения пожара. Пострадавшим при пожаре обеспечивается скорая медицинская помощь.

Вывод по главе

В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, вопросы производственной и экологической безопасности, а так же действия при чрезвычайных ситуациях.

Проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, определены меры предотвращения этих факторов. Проанализировано влияние объекта на окружающую среду, определены меры по обеспечению экологической безопасности. Рассмотрен вопрос по обеспечению безопасности в случае чрезвычайной ситуации, предложены методы по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

Установлено, что объект относится к I категории, оказывающих значительное негативное влияние на окружающую среду, имеет категорию «Г» по взрывопожарной и пожарной опасности. Персонал работающий на объекте имеют II категорию тяжести труда, а так же II группу по электробезопасности.

Все принимаемые меры необходимо постоянно поддерживать, т.к. меры по обеспечению безопасности работ и купированию опасных и вредных факторов нацелены на самое главное – сохранение здоровья работника и недопущения его постепенного или резкого ухудшения. Рабочая среда должна быть максимально комфортной, что обязательно положительно повлияет на производительность труда и в итоге на успешность производственной деятельности предприятия в целом. Разработка мер экологической безопасности призваны максимально сократить воздействие производства на окружающую среду, а профилактика чрезвычайных ситуаций и пожарная безопасность позволит избежать ущерба как здоровью работников, так и экономике предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При посадке самолета основную функцию гашения скорости выполняет дисковый механический тормоз. На основании проведенного анализа тормозных устройств ходовой части шасси самолетов предложена альтернативная конструкция тормозного устройства на базе электрической машины, предложена методика расчета исходных данных при проектировании тормозной электрической машины, разработана конструкция и проведен расчет синхронной магнитоэлектрической машины для самолета Ил-114, разработана схема и рассчитаны параметры элементов управления тормозной системы.

Учитывая, что конкретные результаты настоящей работы достаточно подробно сформулированы после каждого раздела, ниже приведены основные, наиболее важные из них.

1. Применение тормозной электрической машины при посадке позволяет исключить источник высокой температуры непосредственно возле колес, исключить применение системы автоматической антиюзовой защиты колес, значительно сократить время технического обслуживания самолета за счет отсутствия деталей, подвергающихся интенсивному износу.

2. Установлено, что в тормозном устройстве наиболее эффективно использовать синхронную машину с редкоземельными, высококоэрцитивными постоянными магнитами, обладающей высокими удельными мощностными показателями и стойкостью к размагничивающему действию токов реакции якоря.

3. Разработана методика расчета энергетических показателей проектируемой тормозной электрической машины по паспортным параметрам самолета при посадке.

4. Разработана конструкция тормозной электрической машины, обеспечивающая максимальную унификацию конструкции шасси самолета Ил-114.

5. Выбраны современные активные материалы и проведен электромагнитный расчет магнитной цепи и обмотки электрической машины в кратковременном режиме работы. Положительно оценена стабильность работы постоянных магнитов в условиях форсированного режима эксплуатации.

6. Разработана схема управления и рассчитаны параметры реостатов тормозной системы, построена статическая механическая характеристика, которая показывает, что спроектированное тормозное устройство обеспечивает равнозамедленное торможение и заданный пробег самолета при посадке.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, определен полный перечень, а так же трудоемкость проведения работ. Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, вопросы производственной и экологической безопасности, а так же действия при чрезвычайных ситуациях. Проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, определены меры предотвращения этих факторов. Проанализировано влияние объекта на окружающую среду, определены меры по обеспечению экологической безопасности. Рассмотрен вопрос по обеспечению безопасности в случае чрезвычайной ситуации, предложены методы по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

4. Список литературы

1. Системы управления тормозами колес самолета [Электронный ресурс] // URL: https://cyberpedia.su/11xe8af.html?utm_referrer=https%253A%252F%252Fyandex.ru%252F%253Ffrom%253Dalice (дата обращения: 17.03.2021).
2. Коконин С.С., Крамаренко Е.И., Матвеев А.М.. Основы проектирования авиационных колёс и тормозных систем. М.: МАИ, 2007. 263 с.
3. О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко. Проектирование электрических машин. Издание второе, переработанное. Москва «Высшая школа». 2001
4. Неисчерпаемая энергия.кн. 1. Ветроэлектрогенераторы/ В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. Учебник-Харьков. Нац. аэрокосм. ин-т «Харьковский авиастр. ин-т», Севастополь 2003.-400с.
5. Неисчерпаемая энергия.кн. 2. Ветроэлектрогенераторы/ В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. Учебник-Харьков. Нац. аэрокосм. ин-т «Харьковский авиастр. ин-т», Севастополь 2004.–519с.
6. В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галтеев Электрические генераторы с постоянными магнитами.-М.: Энергоатомиздат, 1988.-280. ил.
7. Сугробов А. М. Русаков А. М. Проектирование электрических машин автономных объектов: учебное пособие для вузов.: Издательский дом МЭИ, 2012-304 с.
8. ГОСТ ИЕС 60034 - 1—2014. Машины электрические вращающиеся. Номинальные значения параметров и эксплуатационных характеристик.
9. Ледовский А.И. Электрические машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами., М.: Энергоатомиздат, 1985. – 168 с.
10. Кучеров В.П. Основы технологии производства самолета Ил-114: учебное пособие / Самара: Изд-во Самарского университета, 2018.- 332 с.

11. Кучеров В.П. Основы технологии производства самолета Ил-114: учебное пособие / Самара: Изд-во Самарского университета, 2018.- 332 с.
12. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат, 1981. – 576 - с.
13. Крановые тормозные устройства и грузоподъемные электромагниты. Крановая аппаратура управления и защиты [Электронный ресурс] // URL: <https://helpiks.org/9-59741.html> (дата обращения: 17.04.2022).
14. Технодинамика [Электронный ресурс] // URL: <https://technodinamika.ru/> (дата обращения: 23.04.2022).
15. Aircraft Brakes [Электронный ресурс] // URL: https://www.aircraftsystemstech.com/p/aircraft-brakes_9081.html (дата обращения: 12.03.2022).
16. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Статья 94. Продолжительность ежедневной работы (смены).
17. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Статья 94. Продолжительность ежедневной работы (смены).
18. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
19. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий работников.
20. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020). Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.
21. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Статья 222. Выдача молока и лечебно-профилактического питания.
22. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. Статья 184. Гарантии и компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональном заболевании.
23. ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности»;

24. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

25. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

26. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

27. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

28. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Development of an electric machine as a part of an aircraft landing braking device

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM05	Юнусов Хошимджон Салимджонович		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов Павел Рудольфович	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чеснокова Ирина Анатольевна	к.ф.н.		

INTRODUCTION

Increasing the level of flight safety and reliability of aviation technology sets the task of improving the design of modern aircraft. Also, one of the important tasks is the more efficient use of aircraft, reducing their downtime during operational and periodic maintenance, increasing the degree of mechanization and automation of maintenance.

Takeoff and landing are the most critical operating modes of aircraft. When landing an aircraft, to reduce speed, various devices are used that increase the windage of the aircraft, switch the traction engine to reverse mode, and use a mechanical brake on the aircraft chassis. It should be noted that the main means of braking (extinguishing 50-80% of the kinetic energy of the aircraft movement) is precisely the mechanical brake.

The braking system of the aircraft is designed to control the braking devices of the landing gear by changing the amount of braking torque (power drive), as well as to automatically eliminate the blocking of the wheels (anti-skid automatics system). The leading enterprise for the development and production of air disc brakes is PJSC «Rubin», Balashikha. All mechanical brakes have a common drawback - the wear of the brake pair. As a result, their frequent diagnostics and adjustment during operation.

The presented work is focused on the development of an alternative design of the aircraft braking device, in which the main part of the kinetic energy of the aircraft is extinguished by means of an electric machine. There is some experience in hoisting machine building: when braking, the electric motor is switched to the electromagnetic brake mode, when the speed is reduced to 40 - 15% of the nominal value, a mechanical brake is applied. The service life of a mechanical brake increases tenfold. Reduced maintenance time and cost [13].

It should be noted that the electric brake machine can be used in the «engine» (motor-wheel) mode from the on-board battery network using a frequency converter.

Thus, it is possible to transport the aircraft to the runway, reduce fuel consumption, airport gas pollution.

The purpose of this work is to develop an aircraft braking device based on an electric machine, taking into account the limitations and requirements of a particular aircraft. The technical parameters of the aircraft (landing run, smooth run, dimensions, etc.) must be no worse than when using a traditional disc brake during landing.

Scientific and practical novelty. A review of domestic and foreign sources of information on aviation technology did not reveal analogues in terms of design and operation of the developed aircraft brake. All technical developments in this work are new and original.

Practical significance of the results. The methodology for calculating the initial data, electromagnetic calculation, connection diagram, calculation of resistors, design results can be used in the development of a brake machine for various types of aircraft: military, civil, large, small, etc.

LITERATURE REVIEW

Types and Construction of Aircraft Brakes

As a braking device, modern aircraft usually use disc mechanical brakes. The brakes are located on the chassis in close proximity to the wheels. The design of disc brakes is traditional: the discs are placed on the shaft, on splines and rotate with the shaft when landing. The fixed caliper with friction linings has an air gap with rotating discs. When braking, the caliper presses against the discs, causing intense friction. A braking moment is created, and the moment increases multiple if the structure has several disks. The size, weight, and landing speed of an aircraft affect the design and complexity of a disc brake system. Single, dual and multi-disc brakes are common types of brakes.

Single Disc Brakes

Small, light aircraft typically brake efficiently with a single disc keyed or bolted to each wheel. As the wheel turns, so does the disc. Braking is performed through friction of a non-rotating caliper bolted to the landing gear flange adapter on both sides of the disc. The pistons in the caliper housing clamp the brake pads or linings against the disc under hydraulic pressure. Hydraulic master cylinders, connected to the rudder pedals, apply pressure when the upper halves of the rudder pedals are pressed down.

Dual-Disc Brakes

Dual-disc brakes are used on aircraft where a single disc on each wheel does not ensure sufficient braking friction. In this case, two discs are attached to the wheel instead of one. A center carrier is located between two discs. On each side, there are pads, which contact each disc during braking. The caliper mounting bolts are long. They are screwed to the center stand or the rear panel of a heavy aircraft, which needs multiple-disc brakes.

Multiple-Disc Brakes

Large, heavy aircraft require the use of multiple-disc brakes. Multiple-disc brakes are heavy duty brakes designed for use with power brake control valves or

power boost master cylinders. The brake assembly consists of an extended bearing carrier similar to a torque tube type unit that is screwed to the centerline flange. It supports various brake components, including a ring cylinder and a piston, a series of steel discs aligned with copper or bronze discs, a rear plate, and a block hook rear. The steel stators are wrenched to the bearing support; the copper or bronze rotors are wrenched to the rotating wheel. Hydraulic pressure applied to the piston causes the stack of stators and rotors to be compressed. It creates substantial friction and heat release and slows down the wheel rotation.

Like single and dual-disc brakes, retracting springs return the piston into the housing chamber of the bearing support when the hydraulic pressure is discharged. The hydraulic fluid flows out of the brake into the return line through the automatic adjuster. The adjuster keeps the set amount of liquid in the brakes enough to ensure the correct clearance between the rotors and stators. The brake wear is typically measured with a wear gauge that is not a component of the brake assembly. These types of brakes are common on older aircraft. The rotors and stators are relatively thin, only about 1/8-inch thick. They do not dissipate heat very well and tend to deform.

Parking Brake

The parking brake system performs a combined operation. The brakes are activated with the rudder pedals. The ratcheting system holds them in place when the parking brake lever on the flight deck is pulled. At the same time, a shut-off valve is closed in the common return line from the brakes to the hydraulic system. The liquid is retained in the brakes, thus holding the rotors stationary. Depressing the pedals lets the pedal ratchet loose and opens the return line valve.

The above analysis of the design of various types of brakes allows us to draw the following conclusions.

Advantages of disc brakes:

1. At present, the most efficient brake is the mechanical brake: high reliability, constant braking torque when braking.

2. In case of failure, any part of the brake can be replaced in a short time.
3. Small dimensions and weight.

Disadvantages of disc brakes:

1. When braking, friction materials wear out. This is accompanied by the need for constant monitoring of the working clearances of the brakes and the replacement of materials. Maintenance and diagnostics of the brake requires access directly to the device and increases the time to monitor the system status.

2. All stored (about 70%) kinetic energy of the aircraft must be converted into heat. Therefore, the brakes heat up to a very high temperature. With a large mass of the aircraft, it heats up 10000C and more degrees. Brake temperature also affects aircraft pneumatics. The brake is located next to the rim and pneumatic. Therefore, at high temperatures, the “rubber” of the pneumatics loses its strength and its wear increases sharply. To withstand such a huge temperature, unique friction materials are used.

3. The brake wheels of almost all aircraft are equipped with anti-skid automatics, since skidding not only reduces braking efficiency, but also at high speed always leads to a rupture of the tires and often to ignition of the rubber of the wheels. The use of anti-skid automatics leads to an increase in weight and cost.

Conclusion.

Thus, an increase in the technical level and a reduction in operating costs is possible only with new technical solutions that exclude the brake pair and intensive wear of the friction material.

Selection of promising methods of braking

There is some experience in hoisting machine building: when braking, the electric motor is switched to the electromagnetic brake mode, when the speed is reduced to 40 - 15% of the nominal value, a mechanical brake is applied. In this regard, the time and cost of maintenance is reduced. Significantly simplify the control system of such braking with the development of digital electronics.

If you use such a technical solution when landing an aircraft. Then, instead of a disc brake, you can use an electric machine operating in the electromagnetic brake mode. At the end of the landing, for safety reasons, the parking brake must be used to fix the undercarriage shaft. A releasing electromagnet can also be used as a brake actuator.

There are three types of electrical machines; - DC machine, - asynchronous machine, - synchronous machine.

We do not use a DC machine due to the collector-brush assembly.

An asynchronous machine (AM) in generator mode requires a source of reactive power, usually using capacitor banks included in the AM stator winding. This option can greatly increase the mass of the electric machine (EM).

In technology, the most widely used EM operating in generator mode is a synchronous machine (SM). To create the main magnetic field, a constant voltage source is needed.

Recently, a synchronous machine with permanent magnets has become very popular. The impetus for development was given by new discoveries in the field of materials science, i.e. new materials based on rare earth metals (neodymium-iron-boron, samarium cobalt, etc.). The main advantage of such materials is their high power density. It is very difficult to demagnetize such magnets. Since they have low magnetic permeability and under the action of the SM armature reaction, they practically do not demagnetize.

Advantage of electromagnetic brake:

1. Using an electric machine as a brake can improve the efficiency of the braking device. It does not contain consumables and allows you to reduce maintenance time.

2. Converting the kinetic energy of the aircraft movement with the help of an electric machine can be converted into heat using rheostats. Electric machines as part of braking devices operate in generator mode. They convert mechanical energy into

electrical energy and then into heat. Since it is possible to place rheostats anywhere, the converted heat will not affect the reliability of aircraft pneumatics.

3. When using an electric machine as part of braking devices, there is no need to use an anti-skid automatic system. For electric machines, this happens automatically, i.e. there will be no speed - there will be no braking torque. Since reducing the speed automatically reduces the EMF, currents and braking torque. With this method, anti-skid protection is naturally carried out.

4. The electric machine can be used in the “motor” (motor-wheel) mode from the on-board battery network using a frequency converter. Thus, it is possible to transport the aircraft to the runway, reduce fuel consumption by 4% [14], reduce carbon and harmful emissions, and reduce the noise level at the airport.

Disadvantages of electromagnetic brake:

1. The effectiveness of the electromagnetic brake decreases at low speed. These brakes are good for slowing down, not stopping them. In this case, it is recommended to apply the parking brake.

2. To obtain a high torque, it is necessary to apply the forced operation of the electric machine. It is not recommended to operate the electric machine in this mode for more than 3-5 minutes.

Conclusion.

1. The totality of the positive properties of the brake machine in comparison with the known designs suggests that the development of a brake device based on an electric machine is promising. Such a technical solution will improve the technical level of the aircraft and reduce its operating costs.

2. To solve the issue of introducing a brake machine into the design of the aircraft landing gear, it is necessary to solve the problem of compactness and dimensions. A successful solution to this issue is possible only when using an electric machine in a forced mode with a relatively short operating time during landing.

Electrical machine design

The mechanical energy of an aircraft during landing is eventually converted into thermal energy. It occurs when the braking devices of the aircraft wheels stop it during landing. Electric machines, as a component of braking devices, operate in a generator mode. They convert mechanical energy into electrical energy, and then into thermal energy on external rheostats.

On IL-114 chassis there are four support wheels with brakes. The braking torque is created by electric machines which act as an electromagnetic brake. The advantage of such brakes is the ability to change the braking torque over a wide range by adjusting the circuit parameters. In addition, the operation principle of these brakes eliminates skidding when landing.

Design development. Determination of the overall dimensions of an electric braking machine

The design development of an electric braking machine involves rigid constraints caused by the aircraft design. The most important requirement for the design of a brake machine is complete unification of parts and assemblies of the aircraft body and landing gear. After acceleration and climb, the chassis retracts into the fuselage. The machine dimensions must not prevent it. In this situation, the optimal solution is to fit the active part of the machine into the chassis wheel rim. It must be noted that there are no additional structural elements that can change the chassis design. The disadvantage of this solution is the limited volume of the wheel rim.

It is known that energy performance and power of an electric machine depend on the mass of active materials. With a limited mass, high torque of the brake machine can be developed only with a forced operation mode, i.e. an increased current density and maintaining an increased induction in the air gap. In this mode, you can use an electrical machine only for a limited time without overheating. Landing braking has some benefits: short braking period (no more than one minute) and short-term emergency impact. Therefore, the electric drive can be classified as

the one with a short-term operation mode. In this operation mode, the heating temperature of the electric machine windings does not reach the set value, and during pauses, the winding cools down to the ambient temperature. To solve the problem, it is necessary to use the advanced modern materials: high-energy permanent magnets, electrical steel, magnetic core materials with high magnetic permeability, a stator winding with a high insulation temperature index, high-strength and lightweight construction materials.

To design an electric braking machine, we need an engineering study of the aircraft landing gear. The design of an electric machine must not involve significant changes in the chassis design and decrease of the aircraft reliability.

Conclusion

When the aircraft is landing, the main function of dampening the speed is performed by a mechanical disk brake. Based on the analysis of the braking devices of the undercarriage of the aircraft landing gear, an alternative design of the braking device based on an electric machine was proposed, a method for calculating the initial data when designing an electric braking machine was proposed, a design was developed and the calculation was carried out for a synchronous magnetolectric machine for the Il-114 aircraft, a scheme was developed and the parameters were calculated brake system controls.

Given that the specific results of this work are formulated in sufficient detail after each section, the main, most important of them are given below.

1. The use of an electric braking machine during landing makes it possible to exclude a source of high temperature directly near the wheels, to exclude the use of an automatic anti-skid protection system for the wheels, and to significantly reduce the time for aircraft maintenance due to the absence of parts subject to intense wear.

2. It has been established that in a braking device it is most effective to use a synchronous machine with rare-earth, high-coercivity permanent magnets, which has high specific power indicators and resistance to the demagnetizing effect of armature reaction currents.

3. A technique has been developed for calculating the energy indicators of the designed brake electric machine according to the passport parameters of the aircraft during landing.

4. The design of the brake electric machine has been developed, which ensures maximum unification of the chassis design of the Il-114 aircraft.

5. Modern active materials have been selected and an electromagnetic calculation of the magnetic circuit and winding of an electric machine in a short-term operating mode has been carried out. The stability of the operation of permanent magnets under conditions of forced operation was positively assessed.

6. A control scheme has been developed and the parameters of the braking system rheostats have been calculated, a static mechanical characteristic has been constructed, which shows that the designed braking device provides equally slow braking and a given aircraft landing run.

Приложение Б

Сборочный чертеж синхронного генератора

