

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

Школа Неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Ленточная обмотка якоря электродвигателя

УДК 621.313.13.042.143.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4В	Колода Анна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мартемьянов Влади- мир Михайлович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков Анатолий Николаевич	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения (бакалавры)

12.03.01 Приборостроение

Код результата	Результат обучения
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средства измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	<i>Универсальные компетенции</i>

Код результата	Результат обучения
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в международной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

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

Школа Неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) _____ (Дата) _____ (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б4В	Колода Анна

Тема работы:

Ленточная обмотка якоря электродвигателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16,11,2017 г., №9067/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект разработки и исследований – ленточная обмотка (намотка) якоря моментного магнитоэлектрического двигателя. Принцип работы изложен в описаниях к патентам РФ №2441310, № 2454776, а также Долгих А.Г. и др. «Активный ленточный элемент моментного электродвигателя». Сб. докладов «Завалишинские чтения-17», 10-14 апреля 2017 г. Изд-во ГУАП, С-Петербург, 2017</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке;</i></p>	<p>Аналитический обзор литературных источников. Постановка задачи исследования. Выбор технологических приемов изготовления ленточной обмотки (намотки). Подбор материалов и оборудования. Предложения по изготовлению макета линейного двигателя с пакетным элементом. Выбор возможных соисполнителей научно-исследовательской работы.</p>

<i>заключение по работе).</i>		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		Представление выпускной квалификационной работы – презентация (10-12 слайдов).
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.э.н. Спицын Владислав Владимирович	
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н. Анищенко Юлия Владимировна	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Мартемьянов В.М.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4В	Колода Анна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б4В	Колода Анне

Школа	ИШНКБ	Отделение	Отделение электронной ин- женерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	12.03.01Приборостроение

Тема ВКР
Ленточная обмотка якоря электродвигателя

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Аналитическое исследование выполняется в 4 корпусе, ИШНКБ, ТПУ, отделение электронной инженерии. В работе над проектом задействованы 2 человека: научный руководитель и студент-дипломник
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 20%; Социальный налог 27.1% Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки позволяет говорить о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать.
2. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, и организация закупок	- Структура работ в рамках научного исследования; - Определение трудоемкости выполнения работ; - Разработка графика проведения научного исследования; - Бюджет научно-технического исследования (НИ).
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А41	Колода А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«Социальная ответственность»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б4В	Колода Анне

Школа	ИШНКБ	Отделение	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	12.03.01 «Приборостроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i>	Объекты исследования – аналитическое исследование линейного двигателя с пакетным элементом. Оборудование и материалы: макет обмотки из фольги, персональный компьютер.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Производственная безопасность</i>	Вредными факторами при работе с макетом обмотки и ПЭВМ являются: - повышенный уровень шума на рабочем месте; - повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; - недостаточная освещенность. К опасным факторам при работе с макетом обмотки и ПЭВМ относятся: - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, а также привести к пожарам. Мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов: - внешний контроль безопасности установки; - убедиться в наличии спецодежды.
2. <i>Экологическая безопасность</i>	Во время проведения исследования и по его окончанию не существуют источников загрязнения окружающей среды.
3. <i>Безопасность в чрезвычайных ситуациях</i>	Возможны следующие чрезвычайные ситуации: пожары, ситуации природного характера.
4. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</i>	Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.02.2018 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4В	Колода А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 63 с., 7 рис., 9 табл., 21 источников.

Ключевые слова: моментный двигатель, линейный двигатель, многослойный керамический конденсатор, ленточная намотка.

Объектом исследования является моментный двигатель с ленточной намоткой.

Цель работы – анализ технологических приемов нанесения металлических покрытий на диэлектрическую подложку, рассмотреть технологию пакетного элемента линейного двигателя.

В процессе исследования проводилось аналитический анализ возможных технологических приемов изготовления намотки, разработана методика изготовления ленточной намотки на примере многослойных керамических конденсаторов.

Степень внедрения: в стадии внедрения.

Область применения: ленточная намотка якоря электродвигателя (специальные электромеханические устройства).

Оглавление

Введение.....	10
1 Объект исследования. Цель работы	11
1.1 Моментный двигатель с ленточной намоткой.....	11
1.2 Требования к ленточной намотке.....	13
2 Анализ возможных технологических приемов изготовления намотки. Материалы и оборудование	15
2.1 Существующие аддитивные методы.	15
2.1.1 «Холодное» напыление металлических покрытий.	15
2.1.2 Технология нанесения металлических покрытий «Димет».	19
2.1.3 Разработки НПК ООО «САРТЕХСНАБ».....	22
2.1.4 Техническая керамика компании CeramTec.	24
2.2 Возможные приемы изготовления обмотки на основе технологии многослойных керамических конденсаторов.	28
3 Линейный двигатель с пакетным элементом	30
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	33
5 Социальная ответственность	49
Заключение	60
Список публикаций.....	61
Список литературы	62

Введение

Моментный двигатель – это электромеханический преобразователь, электродвигатель с большим выходным моментом и работающий в режиме малых скоростей. В настоящее время во многих технических системах применяются моментные двигатели, предназначенные для непосредственного встраивания в механизм, от которого требуется обеспечение высокой точности и хороших динамических характеристик. Применение моментных двигателей вызвано тем, что они позволяют отказаться от редуктора, который является сложным, дорогостоящим элементом, снижающим надежность системы.

В данной работе рассматривается вариант исполнения моментного двигателя с ленточной намоткой, отличающийся от существующих устройств типом активного элемента, в котором традиционная обмотка заменена на ленточную намотку.

Ленточная намотка представляет собой новое техническое решение, нигде ранее не использовавшееся. В связи с этим требуется разработка как теоретических основ работы предлагаемого моментного двигателя, так и проведение цикла экспериментальных исследований. Последние тесно связаны с различными технологическими подходами создания макета, необходимого для оценки ряда параметров и характеристик, которые позволят корректировать математическую модель двигателя.

В частности предполагается изготовить ленточную намотку путем применения методов аддитивных технологий. В связи с этим стоит задача провести анализ существующих технологических приемов, выявить наиболее подходящее оборудование и материалы. Определить производственные структуры для возможного взаимодействия в части получения консультаций и изготовления элементов макета.

1 Объект исследования. Цель работы

1.1 Моментный двигатель с ленточной намоткой

В настоящее время в технике начинают широко применяться системы, содержащие «прямой привод».[1] Под этим термином предполагается использование безредукторного электропривода, обеспечивающего меньшие габариты системы, стоимость, повышенную точность работы, надежность. В качестве исполнительных элементов таких систем применяют моментные электродвигатели, основным режимом работы которых является заторможенный режим или вращение ротора с малой угловой частотой. Упомянутые условия работы требуют достаточно напряженного токового режима обмоток, что приводит к некоторым конструктивным особенностям таких электродвигателей. В подавляющем большинстве случаев моментные двигатели имеют конструкцию, представляющую собой совокупность двух отдельных элементов - статора и ротора, которые встраиваются в соответствующие узлы системы и «встречаются» при окончательной сборке последней.

Анализ научно-технической информации показывает, что отечественная и зарубежная промышленность производят преимущественно моментные двигатели с магнитоэлектрическим возбуждением.[4] В этом случае система постоянных магнитов монтируется на роторе, а обмотки управления расположены на статоре. Указывается, что такие моментные двигатели обладают повышенными удельными характеристиками, обеспечивают малые пульсации момента, хорошо стыкуются с системами управления.

Магнитоэлектрические моментные двигатели по способу выполнения обмоток делятся на два типа: с «пазовым статором» и с «гладким статором». В первом случае витки секций обмоток лежат в пазах сердечника статора, аналогично как во всех электрических машинах традиционного исполнения. В случае «гладкого» (беспазового) статора витки обмоток находятся в воздушных зазорах; обмотки при этом формируются либо с помощью неферро-

магнитных основ, либо с помощью компаундных смесей. Затем созданная таким образом система обмоток помещается и закрепляется внутри сердечника статора, имеющего гладкую цилиндрическую внутреннюю поверхность. По электрическим и удельным характеристикам двигателя с «пазовым» статором превосходят двигатели с «гладким» статором, однако у последних практически отсутствует реактивный момент взаимодействия ротора и статора при отключенном питании, что является основным критерием при выборе моментного двигателя для прецизионных приборных систем. Анализ конструкции таких систем показывает, что в современных опико-электронных авиационных и космических приборах преимущественно применяются моментные двигатели с «гладким» статором.

Основным параметром, характеризующим моментный двигатель, является развиваемый им момент. Момент зависит от ряда характеристик, но в первую очередь от протекающего по обмоткам тока: чем больше величина тока, тем больше и развиваемый двигателем момент.[4]

Однако увеличение потребляемого двигателем тока приводит и к нежелательным потерям, в частности к реакции обмотки, вызывающей искажение основного потока возбуждения и увеличению пульсаций момента. Более серьезным является перегрев обмотки, приводящий к разрушению ее изоляции и ухудшающий магнитные свойства материала ротора. Существующие приемы отвода тепла от обмотки (принудительное охлаждение) не всегда могут быть реализованы в конкретных технических устройствах: установка вентилятора на валу ротора двигателя бесполезна ввиду малой частоты его вращения, применение жидкостной системы охлаждения существенно усложняет конструкцию, ухудшает эксплуатационные характеристики системы. Приведенные обстоятельства указывают на необходимость поиска новых технических решений, позволяющих организовать наилучший отвод на корпус двигателя выделяющего в обмотках тепла.

Одним из возможных приемов является замена традиционной обмотки, выполненной обмоточным проводом, на ленточную обмотку (намотку). Такой вариант выполнения активного элемента двигателя был предложен в Томском политехническом университете. Описание принципа работы и возможных конструктивных исполнений можно найти в литературе [4]. Авторы предлагают термин обмотка называть намоткой. К настоящему времени проведены как аналитические, так и экспериментальные исследования макетов, подтверждающие возможность создания монетного двигателя с ленточной намоткой. Получены выражения демонстрирующие зависимость момента от геометрии ленточной намотки, определены оптимальные параметры магнитной цепи, найдены условия, обеспечивающие минимальное сопротивление намотки.[4]

1.2 Требования к ленточной намотке

На данном этапе исследований предлагаемого монетного двигателя встает задача разработки способов изготовления ленточной намотки. В первую очередь необходимо отразить требования к ленточной намотке. Наряду с общими требованиями - надежность, стоимость к различным условиям эксплуатации, технологичность изготовления. Ленточная намотка должна выдерживать значительные тепловые нагрузки, вызываемые существенно большим током, длительное время протекающим по намотке. В этом случае большое значение отводится изоляционному слою, который должен не только обеспечивать электрическую изоляцию между витками проводящего материала, но и быть хорошим теплоотводом от нагревающейся ленты. В идеале тепловой контакт изоляционных слоев с корпусом двигателя должен предотвратить перегрев проводящей ленты. В отношении электрической прочности изоляции особых требований нет, так как существующие разности потенциалов достаточно малы (приблизительно десятые доли вольта). Следует учесть, что толщина проводящего слоя намотки имеет величину, не превышающую сотых долей миллиметра; это вызвано тем, что пол-

ное электрическое сопротивление катушки должно обеспечить приемлемую нагрузку для источника питания. При этом малая толщина ленты представляет сложность при ее механической намотке, так как возможны порывы в местах выполнения вырезов. Основа для выполнения катушки (в частности гильза), механически связанная с корпусом двигателя, может быть изготовлена из немагнитного материала, например, из медного или алюминиевого сплавов, керамики. В ряде случаев возможно ее изготовление из магнитомягких материалов, однако при этом у моментного двигателя увеличится реактивный момент тяжения.

Ранее высказано предложение, что изготовление может быть построено с использованием приемов аддитивных технологий, которые позволят автоматизировать процесс изготовления.

Суть процесса изготовления катушки в этом случае состоит в последовательном нанесении на основу катушки (элемента, связанного с корпусом двигателя) тонких слоев металла и межслойного изолятора; в итоге должна получиться структура, идентичная той, которая создается катушкой изолированной ленты с выполнением необходимых электрических переходов (вырезов).

Целью настоящей работы является поиск информации, которая позволит выбрать наиболее оптимальный путь для создания макета линейного двигателя (частного случая моментного двигателя). Предполагается найти доступную технологию нанесения материалов, выбрать проводящие и изолирующие материалы, оценить их характеристики, выяснить организации, материалами и опытом которых можно будет в дальнейшем воспользоваться. Полученные при этом результаты, возможно, будут перенести и в процесс разработки технологии ленточной катушки.

2 Анализ возможных технологических приемов изготовления намотки. Материалы и оборудование

2.1 Существующие аддитивные методы.

Технология напыления металлов является современным способом нанесения однородного металлического покрытия на деталь или подложку с использованием раскаленной скоростной струи, имеющей в своем составе порошковые элементы, осаждающиеся на базисном металле при ударном столкновении с ним. Для того чтобы выбрать оптимальный метод напыления следует учесть форму и размерные габариты детали; точность и погрешность покрытия, его технико-эксплуатационные особенности; расход на базовое и дополнительное оснащение, порошковые материалы, на черновое и заключительное обрабатывание покрытий и прочее.

2.1.1 «Холодное» напыление металлических покрытий.

Суть данного метода заключается в том, что металл плавят газовыми горелками, электрической дугой, низкотемпературной плазмой, индукторами и даже взрывчатыми веществами. Соответственно методы нанесения металла на подложку или деталь называют газопламенным напылением, электродуговой и высокочастотной, плазменным и детонационно-газовым напылением.[2]

При использовании метода газопламенного напыления металлический пруток, проволоку или порошок плавят и распыляют в пламени горелки, работающей на смеси кислорода с горючим газом (рисунок 1). При электродуговой металлизации материал плавится электрической дугой. В этих двух случаях частицы металла перемещаются к напыляемой подложке потоком воздуха. На плазматронах разных конструкций, при плазменном напылении, для нагрева и распыления материала используется струя плазмы. Детонационно-газовое напыление происходит в результате взрыва, который разгоняет металлические частицы до достаточно больших скоростей.[2]

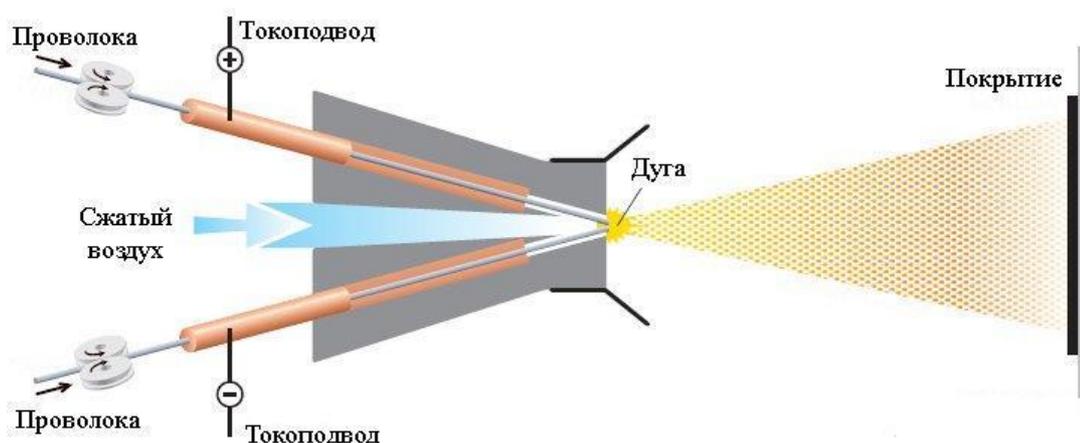


Рисунок 1 – Метод газопламенного напыления

Во всех случаях частицы напыляемого материала получают два вида энергии: тепловую - от источника нагрева и кинетическую - от газового потока. Эти два вида энергии играют большую роль в формировании покрытия и определяют его свойства и структуру. Кинетическая энергия частиц (за исключением детонационно-газового метода) невелика по сравнению с тепловой, и их последующее соединение с подложкой и между собой определяется термическими процессами: кристаллизацией, плавлением, фазовыми превращениями, диффузией и т.д. Покрытия обычно характеризуются хорошей адгезией, то есть прочностью сцепления с подложкой и низкой однородностью, поскольку разброс параметров велик по сечению потока газа.[2]

Покрытиям, созданным газотермическими методами, присущ ряд недостатков. Прежде всего к ним относятся высокая пористость, если, разумеется, не стоит цель специально сделать покрытие пористым, как в некоторых деталях. Кроме того, на поверхности подложки из-за быстрого охлаждения в покрытии возникают высокие внутренние напряжения. Если обрабатываемая деталь имеет сложную форму, то при нагреве её может «повести». Использование горючих газов и высокие температуры в рабочей зоне усложняют меры по обеспечению безопасности персонала.[2]

Перед инженерами стояла цель - сохранить достоинства традиционных технологий и избавиться от их недостатков. Покрытия должны формировать-

ся в основном за счет кинетической энергии частиц металла (нельзя допускать плавления частиц: это предотвратит разогрев детали и окисление подложки и частиц покрытия), и частицы должны приобретать высокую скорость не за счет энергии взрыва, как в детонационно-газовом методе, а в струе сжатого газа. Такой метод называли газодинамическим. Расчеты и первые эксперименты показали, если создавать покрытия, обладающие вполне удовлетворительными характеристиками, то в качестве рабочего газа можно использовать гелий. Этот выбор объяснялся тем, что скорость потока газа в сверхзвуковом сопле пропорциональна скорости звука в соответствующем газе. В легких газах (водород из-за своей взрывоопасности не рассматривался) скорость звука гораздо выше, чем в азоте или воздухе. Именно гелий ускорял бы металлические частицы до высоких скоростей, сообщая им кинетическую энергию, достаточную для закрепления на подложке или детали.

Работа усовершенствованных напылительных установок дала хороший результат: разогнавшиеся в струе гелия частицы из большинства промышленно применяемых металлов хорошо прилипали к подложке, образуя плотные покрытия. Покрытия удовлетворительного качества получились, когда сжатый воздух в камере перед соплом нагрели, а в металлический порошок начали добавлять мелкодисперсную керамику либо порошок твердого металла. При нагревании давление воздуха в камере, в соответствии с законом Шарля, повышается и повышается скорость истечения из сопла; частицы металла, набравшие в струе газа огромную скорость, при ударе о подложку размягчаются и привариваются к ней. Частицы керамики, оседая на подложке, передают свою кинетическую энергию нижележащим слоям, уплотняя их и снижая пористость покрытия. Но не все керамические частицы плотно застревают в покрытии, некоторые отскакивают от него. Таким способом получают покрытия только из относительно пластичных металлов - меди, алюминия, цинка, никеля и др. Впоследствии деталь можно подвергать всем из-

вестным способам механической обработки: сверлить, фрезеровать, точить, шлифовать, полировать.[3]

Для того чтобы реализовать придуманный технологами процесс и решить проблемы надежности и экономичности процесса нанесения металлических покрытий на подложку, конструкторы разработали подходящее оборудование. Основой этого аппарата для напыления металлических порошков стали сверхзвуковое сопло и малогабаритный электрический нагреватель сжатого воздуха, способный доводить температуру потока до 500-600°C.[3]

Из-за технических трудностей в конструкции оборудования с воздушной струей инженеры применили принцип пульверизатора. Когда газ проходит по каналу переменного сечения, то в узком месте его скорость увеличивается, а статическое давление падает и даже может быть ниже атмосферного. Канал, по которому порошок поступал из питателя, расположили именно в таком направлении и месте, чтобы порошок перемещался в сопло за счет подсоса воздуха.[3]

Так появился переносной аппарат для нанесения металлических покрытий на поверхность подложек или деталей. Такой аппарат имеет определенный ряд достоинств, а именно для работы аппарата нужны электросеть и воздушная магистраль или компрессор, обеспечивающий давление сжатого воздуха 5-6 атм и подачу 0,5 м³/мин; при нанесении покрытий температура подложки не превышает 150°C; покрытия обладают высокой адгезией (40-100 Н/мм²) и низкой пористостью (1-3%); оборудование не выделяет вредных веществ и излучений; габариты устройства позволяют использовать его не только в цеху, но и в полевых условиях; позволяет наносить покрытия любой толщины.

В состав установки входят напылитель массой 1,3 кг, который оператор держит в руке или закрепляет в манипуляторе, нагреватель воздуха, порош-

ковые питатели, блок контроля и управления работой напылителя и питателя. Все это смонтировано на стойке.[3]

Так же пришлось потрудиться над созданием расходных материалов. Выпускаемые промышленностью порошки имеют слишком большие размеры частиц (порядка 100 мкм). Разработана технология, которая позволяет получать порошки с зернами размером 20-50 мкм.[3]

На сегодняшний день более распространенной и доступной технологией нанесения металлических покрытий является Димет.

2.1.2 Технология нанесения металлических покрытий «Димет».

Эта технология использует газодинамический метод нанесения покрытий, который состоит в том, что твердые частицы металла, движущиеся со сверхзвуковой скоростью, прочно цепляются и закрепляются на поверхности при соударении с ней. Сверхзвуковые скорости придаются частицам с помощью сжатого воздуха, подаваемого из сопла. Технология позволяет наносить металлические покрытия не только на металлы, но и на керамику, стекло, камень и прочее. В настоящее время оборудование «Димет» (рисунок 2) позволяет наносить покрытия из таких порошковых материалов, как алюминий, медь, цинк, никель, свинец, олово.[5]



Рисунок 2 – Оборудование «Димет»

Технология «Димет» включает в себя нагрев сжатого газа (воздуха), его подача осуществляется через сверхзвуковое сопло и формирование в этом сопле сверхзвукового воздушного потока, в этот поток подаваемого газа добавляется порошковый материал, ускорение этого материала в сопле происходит за счет сверхзвуковой подачи потоком воздуха и направление его на поверхность обрабатываемого изделия (рисунок 3). В качестве напыляемых материалов используются порошки сплавов, металлов или их механические смеси с керамическими порошками. С помощью изменения режимов работы оборудования можно проводить струйно-абразивную обработку поверхности изделия, либо наносить металлические покрытия требуемых составов.[5]

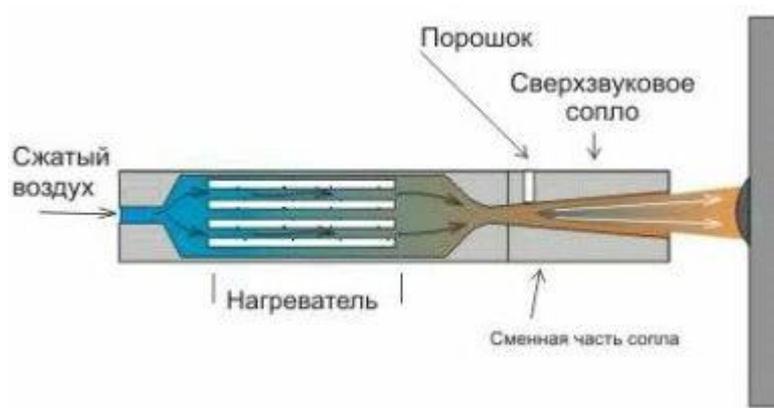


Рисунок 3 – Технология нанесения металлических покрытий Димет

В известных газотермических методах нанесения покрытий для формирования покрытий из потока частиц необходимо, чтобы частицы, осаждающиеся на подложку, имели высокую температуру, обычно выше температуры плавления материала.

В технологии «Димет» с твердой подложкой взаимодействуют твердые частицы, находящиеся в нерасплавленном состоянии, но обладающие очень высокой скоростью. Ускорение частиц до нужных скоростей осуществляется сверхзвуковым воздушным потоком с помощью разработанных в ОЦПН оригинальных установок серии «Димет», не имеющих аналогов в традиционных методах нанесения покрытий.[5]

Технология нанесения металла на поверхность деталей и изделий газо-

динамическим методом состоит в том, что оборудование и создаваемые с его помощью покрытия свободны от большинства недостатков, присущих другим методам нанесения металлических покрытий, и обладают рядом технологических, экономических и экологических преимуществ.[2]

Газодинамический метод нанесения металлических покрытий обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами. Этими преимуществами заключаются в том, что покрытия можно наносить в воздушной атмосфере при нормальном давлении при любых значениях температуры и влажности атмосферного воздуха; оказывается незначительное тепловое воздействие при нанесении покрытий на покрываемое изделие (изделие в зоне нанесения покрытия не нагревается выше 100-150°C), это исключает возникновение внутренних напряжений в изделиях и их деформацию, а также окисление материалов покрытия и детали; технология нанесения покрытий экологически безопасна, так как отсутствуют высокие температуры, опасные газы и излучения, нет химически агрессивных отходов, требующих специальной нейтрализации; при воздействии высокоскоростного потока напыляемых частиц происходит поверхностная очистка от технических загрязнений, масел, красок; оборудование отличается мобильностью, компактностью, может встраиваться в автоматизированные линии, технически доступно для любого промышленного предприятия, не требует высококвалифицированного персонала для своей эксплуатации; оборудование можно использовать не только в стационарных, но и в полевых условиях.

Керамические напыления увеличивают время эксплуатации оборудования и уменьшают производственные расходы, а также обеспечивают высокое качество продукции на долгое время. благодаря долгосрочной поверхности.

2.1.3 Разработки НПК ООО «САРТЕХСНАБ».

Предприятие [6] специализируется на разработке технологий и производстве изделий из высокотемпературной вакуумной керамики. По своим свойствам изделия соответствуют требованиям к изделиям электронной техники: высокая механическая прочность, устойчивая микроструктура, хорошая теплопроводность, высокое электросопротивление, сравнительно низкие диэлектрические потери в широком интервале частот и температур.

В соответствии с высокими техническими и эксплуатационными свойствами керамические изделия изготавливаются для вакуумных изделий СВЧ спутниковой и телевизионной связи и навигации, вакуумных дугогасительных камер (ВДК) высоковольтной коммутационной аппаратуры ТЭК России, различных тепловых электронагревателей (ТЭН), используемых в электротехнических устройствах.[6]

Компания [6] предлагает широкий спектр выбора материала такие, как:

- Бериллиевая керамика. Керамические материалы на основе оксида бериллия (бериллиевая керамика) отличаются высокими значениями коэффициента теплопроводности и значениями сопротивления термическим ударам, находится на уровне коэффициента теплопроводности стали, алюминия, свинца. Бериллиевая керамика в основном используется в тех областях техники, где наряду с электроизоляционными свойствами требуются интенсивный теплоотвод и высокая стойкость к термоударам. Недостатком этих материалов является летучесть, которая повышается, если в газовой среде при высоких температурах присутствуют пары воды. Бериллий начинает улетучиваться при температуре 2100°C. В интервале 2000-2300°C скорость испарения возрастает. Улетучивание BeO в присутствии водяных паров начинается при 1000°C и становится больше с повышением температуры. Материалы на основе BeO токсичны, поэтому их следует применять только в тех случаях, где необходимы их уникальные свойства.

- Алюмооксидная керамика. Керамические материалы на основе оксида алюминия (корундовая керамика) содержат более 95% корунда (α -Al₂O₃). В настоящее время в промышленности применяются материалы с содержанием α -Al₂O₃ до 99,9%. Корундовая керамика характеризуется стойкостью к термоударам, высокой механической и электрической прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред и ионизирующих излучений, низкими диэлектрическими потерями в широком интервале температур. Механические свойства корундовых материалов в основном зависят от плотности и величины кристаллов: механическая прочность при мелкозернистой структуре выше, чем при крупнозернистой. На теплофизические свойства плотной корундовой керамики не влияют состав и структура. Электрические свойства (диэлектрические потери, электропроводность) корундовых материалов колеблются в зависимости от количества примесей и состава. Область применения корундовой керамики значительно увеличилась с появлением беспористого материала, прозрачного в видимой части спектра. Этот материал является незаменимым в условиях, где требуются сочетание светопрозрачности, устойчивости в агрессивных средах и нагревостойкости.
- Циркониевая керамика. Керамические материалы на основе оксида циркония (циркониевая керамика) отличаются большой высокой огнеупорностью и механической прочностью, которая сохраняется при высоких температурах. Керамика на основе ZrO₂ характеризуется более низким значением удельного объемного сопротивления по сравнению с материалами из других тугоплавких оксидов. Изделия из циркониевой керамики имеют низкую стойкость к термоударам из-за значительного увеличения температурного коэффициента с повышением температуры.

Керамические покрытия, слои на конструкционных деталях из алюминия имеют хорошие свойства. Они обладают высокой теплопроводностью, отличными изоляционными свойствами, износоустойчивостью.

2.1.4 Техническая керамика компании CeramTec.

Специальная техническая керамика CeramTec позволяет повысить надежность технологических процессов в химической сфере и сфере производства, снизить уровень вредных выбросов в атмосферу. Высокая износостойкость, термическая и коррозионная стойкость делают специальную техническую керамику альтернативой привычным материалам в области приборостроения, производства машин и оборудования.[7]

Программа изготовления продукции подразделяется на:

- Химические технологии. Носители катализаторов, пирометрические трубки, компоненты из титана алюминия для литейных производств, комплектующие для дробильного оборудования, лабораторный фарфор, специальные компоненты, защитные и изоляционные трубы.
- Электроника. Субстраты из AlO и AlN для микроэлектроники и силовой электроники, пассивные компоненты и корпуса катушек и сопротивлений. Керамические радиаторы. Компоненты для топливных элементов.
- Технологическое оборудование. Компоненты для процессов обработки давлением, детали для применения в сфере производства машин и оборудования, элементы для специальных областей применения.
- Медицинская промышленность. Компоненты для применения в протезах тазобедренного и коленного сустава.
- Многофункциональная керамика. Элементы систем для электрической и тепловой изоляции, а также для автомобильной промышленности и прецизионной техники. Метализированный оксид алюминия для электронной промышленности.

Техническую керамику CeramTec [7] разделяют на четыре основные группы керамических материалов: силикатная керамика, оксидная керамика, неоксидная керамика и пьезокерамика. Силикатная керамика – это разновид-

ность керамических материалов для технических нужд, изготавливаемая в основном из природного сырья в сочетании с глиноземом (оксид алюминия, силикат алюминия). В группу оксидной керамики входят материалы, которые состоят из оксидов металлов: оксида алюминия, оксида циркония, титаната алюминия или дисперсной керамики. В группу неоксидной керамики входят материалы, в основе которых лежат соединения углерода, азота и кремния, такие как карбид кремния, нитрид кремния и нитрид алюминия. В группу пьезокерамики, также известной под названием «функциональная керамика», входят материалы, используемые для преобразования механических параметров в электрические или, наоборот, для преобразования электрических сигналов в механическое движение или вибрацию.

Оксидная керамика:

- Титаната алюминия (Al_2TiO_5). Устойчив к тепловым ударам. Компоненты, изготовленные из этого материала, способны выдержать резкие изменения температуры в несколько сотен градусов без получения повреждений, хотя они и имеют низкую прочность. Свойства титаната алюминия (Al_2TiO_5): превосходная устойчивость к тепловым ударам ($0 - 1000^\circ C$), крайне низкие показатели теплового расширения ($< 1 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ от 20 до $600^\circ C$), высокая термоизоляция ($1,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$), низкое значение модуля Юнга, устойчивость к химическим воздействиям, низкие показатели смачиваемости расплавленными металлами. Высокая устойчивость к тепловым ударам является результатом очень низкого коэффициента теплового расширения и определенной степени пористости микроструктуры этого материала. Низкие показатели смачиваемости расплавленными металлами делают этот керамический материал доступным для применения в металлургической промышленности для плавания и отливки металлов.

- Пьезокерамика используются для преобразования механических параметров, например, давления и ускорения, в электрические параметры или, наоборот, преобразования электрических сигналов в механические движе-

ния или колебания. Пьезокерамические материалы относятся к классу функциональной керамики. В датчиках они преобразуют силы, давления и ускорения в электрические сигналы, а в звуковых и ультразвуковых измерительных преобразователях и актуаторах – электрические напряжения в вибрации или деформации. Пьезокерамические материалы имеют широкий спектр применения. Они используются в ряде областей автомобильной промышленности, в медицинских технологиях, в машиностроительной промышленности.

- Силикатная керамика. Изготавливается из натурального сырья. Силикатные керамические материалы включают: фарфор: Щелочные металлы – силикаты алюминия (тип С140), стеатиты: силикаты магния (тип С221, 230), кордиериты: щелочная почва – кремнеземные силикаты (тип С410, С520, С530), муллит: соединения на основе глинозема и двуокиси кремния (тип С610, С620/С780). Свойствами силикатной керамики являются отличная электроизоляция (от $1 \cdot 10^{10}$ до $1 \cdot 10^{13}$ Ω см), коэффициент линейного расширения – от минимальных до средних значений (от $0.4 \cdot 10^{-6} \text{К}^{-1}$ до $6 \cdot 10^{-6} \text{К}^{-1}$), устойчивость к тепловым ударам (от 250 до 610 К), низкая теплопроводность (от 2 до 4 Вт/(м·К)), предел прочности на изгиб от 80 до 180 МПа. Силикатные керамические компоненты используются в электронной и электротехнической промышленности в качестве электроизоляционных элементов в предохранителях, выключателях, термостатах и в осветительных системах. Теплоизолирующие свойства силикатных керамических материалов также используются в системах отопления, в теплоэнергетике и промышленной экологии. Пористые компоненты используются для выделения ароматизирующих веществ и инсектицидов, в качестве носителей для катализаторов или для различных применений в лабораториях.

Неоксидная керамика:

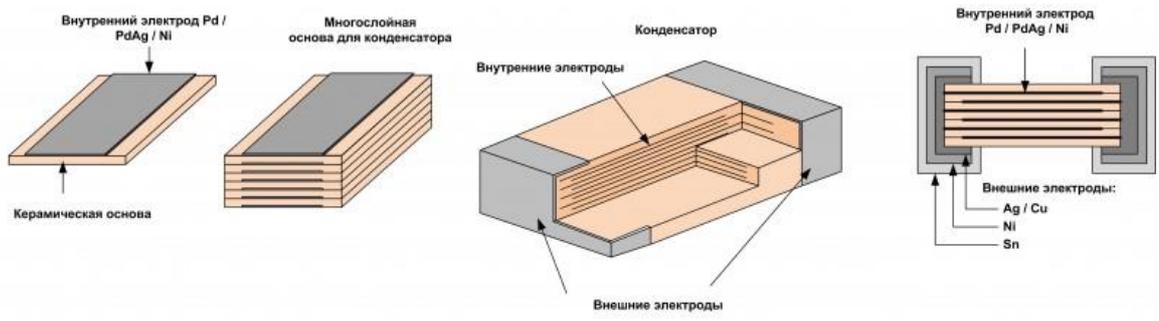
- Карбид кремния. Это твердый керамический материал который обладает высокой теплопроводностью и низким коэффициентом теплового рас-

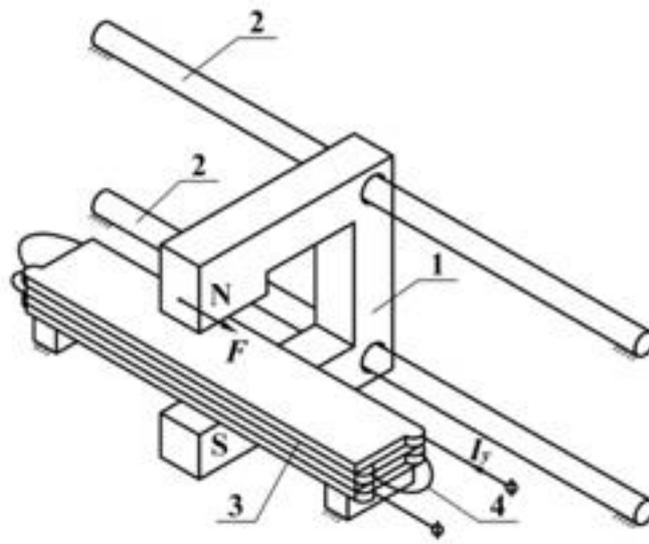
ширения, крайне высокой устойчивостью к воздействию кислот и щелочей. Карбид кремния противостоит коррозии, эрозии абразивному и фрикционному износу. Компоненты из карбидокремниевой керамики используются в химических технологических установках, обрабатывающих станках, оборудовании для развальцовки, машинах для литья под давлением, а также при изготовлении форсунок. Свойства карбида кремния (SSiC/SiSiC): низкая плотность (от 3,07 до 3,15 г/см³), высокая твердость (HV10 ≥ 22 ГПа), высокое значение модуля Юнга (от 380 до 430 МПа), низкая теплопроводность (от 120 до 200 Вт/(м·К)), максимальная рабочая температура керамики SSiC в атмосфере инертного газа: 1800°C, обладает устойчивостью к коррозии и износу даже при высоких температурах, токсикологически безопасен. Карбид кремния токсикологически безопасен и может быть использован в пищевой промышленности.

- Нитрид кремния (Si₃N₄). Микроструктура нитрида кремния обеспечивает отличную устойчивость к тепловым ударам. Высокая ударная вязкость придает ему высокое сопротивление ударным нагрузкам. Свойства нитрида кремния (Si₃N₄): низкая плотность (3,21 г/см³), высокая ударная вязкость (7 МПа·м^{1/2}), ударная вязкость (850 МПа), устойчивость к тепловым удара. Микроструктура нитрида кремния состоит из удлиненных кристаллов, которые сцепляются в микростержни. Одной из областей применения является обработка серого чугуна или чугуна с керамическими вставками. Сочетание трибологических свойств и отличной ударной вязкости обуславливает широкое применение нитридкремниевой керамики в областях применения таких, как производство шариков и тел качения для легких и чрезвычайно точных подшипников, сверхпрочных керамических инструментов для обработки металлов давлением.
- Нитрид алюминия (AlN). Обладает высокой теплопроводностью и изоляционными свойствами. Этим обусловлено широкое применение нитрида алюминия в энергетике и микроэлектронике. Используется при изготовле-

нии печатных плат (подложки) в полупроводниках или в качестве теплопоглопителя в светодиодной осветительной технике или высокомошной электронике. Свойства нитрида алюминия (AlN): высокая теплопроводность (>170 Вт/м·К), высокие электроизоляционные характеристики ($>1,101212$ см), низкий коэффициент теплового расширения – от 4 до $6 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹ (при нагреве от 20 до 1000 °С).

Из выше перечисленных методов можно сделать вывод, что данные технологии применяются при изготовлении однослойных покрытий. Исходя из наших возможностей предлагается использовать метод, как при изготовлении многослойных керамических конденсаторов.





4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка ВКР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

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

Достижение цели обеспечивается следующим решением задач:

- Определение потенциальных потребителей результатов работы;
- Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Определение сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта;
- Планирование научно-исследовательского проекта и определение контрольных событий;
- Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

Для оценки конкурентоспособности используем технологическую методику изготовления активного пакетного элемента разработанную студентом – Бк1, а также многослойные керамические конденсаторы (Murata GRM) – Бк2.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 1. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырёх конкурентных товаров.

Таблица 1- Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность
		Б _{к1}	Б _{к2}	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	3	4	0,25	0,25
2. Надежность	0,2	5	5	1	0,6
3. Безопасность		3	4	1	0,5
4. Простота эксплуатации	0,05	4	4	0,5	0,05
Экономические критерии оценки эффективности					
1 Конкурентоспособность продукта	0,1	4	5	0,25	0,25
2 Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	0,5	0,5
3 Срок выхода на рынок	0,05	5	4	0,5	0,5
4 Цена	0,05	4	4	0,5	0,25
ИТОГ	1	50	53	6	5,7

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объ-

ектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times \text{Б}_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

Б_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, следует объяснить:

- чем обусловлена уязвимость позиции конкурентов и возможно занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;
- в чем конкурентное преимущество разработки.

Итогом данного анализа, действительно способным заинтересовать партнеров и инвесторов, может стать выработка конкурентных преимуществ, которые помогут создаваемому продукту завоевать доверие покупателей посредством предложения товаров, заметно отличающихся либо высоким уровнем качества при стандартном наборе определяющих его параметров, либо нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Способы изготовления многослойных керамических конденсаторов, хоть и схожи со способом изготовления ленточной намотки, являются разными от методики предлагаемой в данной работе. Следует сказать, что анализ конкурентных решений показал, что данная разработка обладает большим значением конкурентоспособности, что позволяет судить о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать. Главные преимущества перед конкурентами:

- низкая стоимость намотки;
- простота использования;
- удобство в эксплуатации;
- безопасность.

Также данное преимущество позволяет удовлетворить желания целевого рынка.

4.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо провести определение этапов работ. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования.

ВКР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.
 2. Проведен анализ литературы и выбран метод.
 3. Выводы и предложения по теме, разработка методики.
 4. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования.
- Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную ВКР можно разделить на следующие этапы:

1. Разработка задания на ВКР;
2. Анализ литературы по теме;
3. Разработка метода изготовления ленточной намотки;
5. Обобщение и оценка результатов;
6. Оформление отчета ВКР.

Работу выполняло 2 человека: руководитель, студент-дипломник. Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ ра-боты	Содержание рабо-ты	Должность исполни-теля
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания ВКР	Мартемьянов В.М. – руководитель; Колода А. – студент-дипломник.

Проведение ВКР			
Анализ литературы по теме	2	Поиск материалов по работе	Колода А.
	3	Календарное планирование работ	Колода А. Мартемьянов В.М.
	4	Аналитический обзор темы	Колода А.
Разработка метода изготовления ленточной намотки	5	Выводы по предложенным методам	Колода А.
	6	Составление метода разработки ленточной намотки	Колода А. Мартемьянов В.М.
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ полученных результатов, выводы по работе	Колода А.
Оформление отчета НИР	8	Составление пояснительной записки	Колода А.

4.2.1 Определение трудоемкости этапов ВКР

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}i} + 2 \cdot t_{\text{max}i}}{5},$$

Где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы. Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

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

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{КГ}}}{T_{\text{КГ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}},$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{\text{КГ}}}{T_{\text{КГ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ $T_{\text{к}}$ нужно округлить до целых чисел.

4.2.2 Техническая готовность темы

Определение технической готовности темы позволяет дипломнику точно знать, на каком уровне выполнения находится определенный этап или работа. Показатель технической готовности темы характеризует отношение продолжительности работ, выполненных на момент исчисления этого показателя, к общей запланированной продолжительности работ, при этом следует учесть, что период дипломного проектирования составляет примерно 6 месяцев, дипломник выступает в качестве основного исполнителя.

Для начала следует определить удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$Y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%,$$

где Y_i – удельное значение каждой работы в %;

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

T_p – суммарная продолжительность темы, раб. дн.

Тогда техническую готовность темы Γ_i , можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1} T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%,$$

где $УT_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы.

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Временные показатели проведения НИР

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		Трудоемкость работ			Длительность работ		У _i , %	Г _i , %
		t _{min} чел-дни	t _{max} чел-дни	t _{ожі} чел-дни	T _{pi} раб. дни	T _k кал. дни		
1	Колода А. Мартемьянов В.М.	1	3	2	1,2	3	1,72	1,05
2	Колода А.	8	14	10,4	10,4	15	12,11	13,39
3	Колода А. Мартемьянов В.М.	6	11	9	3,8	7	5,32	39,01
4	Колода А.	10	14	11,6	11,6	17	13,50	30,50
5	Колода А.	5	12	7,8	3,9	6	4,54	35,04
6	Колода А. Мартемьянов В.М.	25	30	27	27	39	31,43	66,47
7	Колода А.	1	8	4	0,79	4	6,30	87,91
8	Колода А.	3	9	6	4,1	9	6,02	100
ИТОГО		59	101	77,8	62,79	100		

4.2.3 Построение графика работ

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 4 – Календарный график проведения ВКР

Этапы	Вид работы	Исполнители	T_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Колода А. Мартемьянов В.М	3					
2	Поиск материалов по работе	Колода А.	15					
3	Календарное планирование работ	Колода А. Мартемьянов В.М	7					
4	Аналитический обзор темы	Колода А.	17					
5	Выводы по предложенным методам	Колода А.	6					
6	Составление метода разработки ленточной намотки	Колода А. Мартемьянов В.М	39					
7	Анализ полученных результатов, выводы по работе	Колода А.	4					
8	Составление пояснительной записки	Колода А.	9					

- руководитель, - студент-дипломник.

В результате видно, что для выполнения работы требуется всего 2 человека и работа выполняется в течении 100 дней.

4.2.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Определение затрат производится путем составления сметы затрат на разработку технологического процесса. Смета затрат состоит из прямых и накладных расходов, которые включают в себя следующие статьи:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Перечень оборудования и материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные материалы

Наименование	Кол-во, шт.	Цена за шт., руб.	Затраты на материалы, руб.
Алюминиевая лента	1	180	180
Керамический порошок	1	300	300
Итого			480

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

4.2.6 Расчет затрат на спец. оборудование для научных работ

В данном разделе рассмотрены затраты на приобретение специального оборудования. Стоимость оборудования указана в таблице 6.

Таблица 6 – Стоимость специального оборудования

Наименование	Кол-во, шт.	Цена за шт., руб.	Сумма, руб.
Печь для обжига керамики	1	40000	40000
Гидравлический пресс Элсо	1	116000	116000
Измельчитель (зубчато-роторная дробилка)	1	40000	40000
Итого			196000

В данном разделе были определены общая стоимость специального оборудования для выполнения проекта, она составила 842000 руб. Именно для этого оборудования определим сумму амортизационных отчислений.

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$C_a = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_6 \cdot H_a \cdot g \cdot t}{\Phi_{эф}}$$

где n – количество видов единиц оборудования;

$Ц_6$ – балансовая стоимость i -го вида оборудования,

H_a – норма годовых амортизационных отчислений для оборудования,

g – количество единиц i -го вида оборудования,

t – время работы i -го вида оборудования (в часах),

$\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час. Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{эф}} = D \cdot N_3,$$

где D – количество рабочих дней в году, N_3 – норматив среднесуточной загрузки.

Данные и результаты расчетов отражены в таблице 7.

Таблица 7 – Сумма амортизационных отчислений

Оборудование	Ц _б руб.	g ед.	t час.	N _а %	C _а руб.
Печь для обжига керамики	40000	1	6	17	1,28
Гидравлический пресс Элсо	116000	1	19	30	336,03
Измельчитель (зубчатороторная дробилка)	40000	1	348	20	141,46
Итого					486,9

Таким образом общая величина амортизационных отчислений составляет 486,9 рублей.

4.2.7 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом. Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $Z_{\text{бр}}=6600$ руб/мес, для руководителя (доцент, к.т.п) – $Z_{\text{бр}}=24000$ руб/мес.

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

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}},$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T},$$

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

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6-ти дневную рабочую систему, таким образом $T = 26$ дней.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{м.т}} = 6600 \cdot 1,3 = 8580 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{м.п}} = 24000 \cdot 1,3 = 31200 \text{руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.т}} = \frac{8580}{26} = 330 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{дн.п}} = \frac{31200}{26} = 1200 \text{руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 141 полных рабочих дней (8 часов в день). Из которых 100 дней затрачено студентом, и 41 руководителем.

$$Z_{\text{осн.т}} = 1200 \cdot 41 = 49200 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{осе.п}} = 330 \cdot 100 = 33000 \text{руб.}$$

В данном разделе были определены затраты на фонд заработной платы, который равен 82200 рублей.

4.2.8 Расчет дополнительной заработной платы

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и

$$\text{получаем: } Z_{\text{доп.т}} = 0,1 \cdot 49200 = 4920 \text{руб.};$$

$$Z_{\text{доп.п}} = 0,1 \cdot 33000 = 3300 \text{руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет дополнительной заработной платы. Итоговая сумма дополнительной заработной платы участников проекта равна 8220 рублей.

4.2.9 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Также необходимо провести расчет отчислений во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Принимаем $k_{\text{внеб}} = 0,302$.

Отчисления с основной заработной платы:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 82200 = 24824,4 \text{руб.}$$

Отчисления с основной дополнительной заработной платы:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 8220 = 2482,44 \text{руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет отчислений во внебюджетные фонды. Итоговая сумма отчислений равна 27306,84 рублей.

4.2.10 Расчет накладных расходов

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot \left(\frac{C_{\text{мат}}}{7} \right),$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Накладные расходы составляют 16 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot \left(\frac{480 + 196000 + 487 + 82200 + 8220 + 27306,84}{7} \right) = 7193 \text{руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет накладных расходов.

4.2.11 Формирование бюджета затрат НИИ

Расчет сметы затрат на разработку приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Смета затрат НИИ

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты НИИ	480
Амортизационные отчисления	487
Основная заработная плата	82200
Дополнительная заработная плата	8220
Отчисления во внебюджетные фонды	27306,84
Накладные расходы	7193
Итого	125886,84

В данном разделе были определены основные источники затрат научно-исследовательского проекта.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

- 1) Проведена оценка перспективности НТИ.
- 2) Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента-исполнителя составила 78 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 100 календарных дней. Суммарный бюджет затрат ВКР составил – 125886,84 рублей.

Все это позволяет говорить о хорошем коммерческом потенциале разработанной методики и продолжать ее развивать.

5 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа посвящена аналитическому исследованию ленточной обмотки якоря электродвигателя, которая состоит в том, чтобы выбрать оптимальный аддитивный метод изготовления обмотки подобрать соответствующие материалы. Проведения ряда экспериментальных исследований для оценки правильности выбранных методов.

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть во время работы в лабораторной комнате.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

При проведении исследований теплостойкости материала обмотки необходимо учитывать такие опасности, как загорание фольги, появление ожогов. Открытые участки электрической цепи при проведении лабораторных исследований находятся под напряжением постоянного тока не превышающем 1-2 В, для жизни не является опасностью. При применении работ легковоспламеняющиеся жидкие материалы не используются.

Воспользуемся классификацией для определения вредных и опасных производственных факторов по ГОСТ 12.03.003-2015 ССБТ.[12]

В таблице 9 приведены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований отдельных элементов обмотки.

Таблица 9 – основные опасные и вредные факторы, возникающие на рабочем месте при проведении исследований элементов обмотки.

Наименование видов работ и параметров процесса исследования	Факторы ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ 2015		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	

Макет с элементом обмотки	-	Электрический ток	ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность.
Лабораторная комната	Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
Лабораторная комната	Повышенная или пониженная температура рабочей зоны	-	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
Лабораторная комната	Недостаточная освещенность	-	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
ПЭВМ		Электрический ток	ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При

превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

- Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ – защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

- Методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.[13]

Повышенная или пониженная температура рабочей зоны

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м² - при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м² - при облучении не более 25% поверхности тела.

Изменения температуры и влажности воздуха в аудитории может быть вызвано изменением температуры среды вне помещения, время года, время суток, одновременное нахождение в помещении большого количества людей.[14]

Недостаточная освещенность

Работая при освещении плохого качества, люди могут чувствовать усталость и переутомление глаз, это может послужить причиной снижения работоспособности.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

В общественных зданиях, в случае работы с макетом обмотки, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения макета с элементом обмотки должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.[15]

5.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

Электрический ток

При работе с макетом с элементом обмотки на открытых его участках есть возможность получить поражение электрическим током. Так же есть возможность получить электрический удар током при работе с компьютером.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного

назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».[16]

В целях защиты от поражения электрическим током все установки заземлены в соответствии с ПУЭ. Предельно допустимые уровни напряжений и токов прикосновения при частоте переменного тока равной 50 Гц не должны превышать: $U = 2В$ и $I = 0.3мА$. При аварийном режиме значения уровней напряжения и тока не должны превышать значений $U = 20В$ и $I = 6мА$. [16]

Защитное заземление должно обеспечить защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим токоведущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. Защитное заземление следует выполнить преднамеренным электрическим соединением металлических частей с "землей" или ее эквивалентом. Зануление следует выполнять электрическим соединением металлических частей электроустановок с заземленной точкой источника питания электроэнергии при помощи нулевого защитного проводника. Для снижения статического электричества покрытие полов выполнено из антистатического линолеума марки АСН и металлические части корпуса соединяются с землей для отведения зарядов статического электричества. Прокладка заземляющих проводников произведена вдоль стены помещения на специальных опорах. Возможность поражения электрическим током от видеотерминала и принтера исключена ввиду того, что их корпуса выполнены из пластмассы (класс защиты II).[16]

5.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Перед тем, как приступать к работе с макетом обмотки, необходимо проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности во всей лаборатории и ведение журнала инструктажа.[17] Далее убедиться в отсутствии горелой, разрушенной изоляции и исправности заземления. К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим

частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозщитные средства. Эти методы позволят исключить возможность поражения электрическим током, поскольку токоведущие части будут изолированы от возможного прикосновения.[18]

Для того, чтобы вредные и опасные факторы не влияли на здоровье работающего с ПК рекомендуется:

- осуществление влажной уборки в ежедневном порядке;
- проветривание помещений с компьютерами через каждый час;
- обязательное оборудование офисов системами вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха.

А так же производить чередование трудовой деятельности с работой за компьютером. Осуществлять организацию перерывов продолжительностью от 10 до 15 минут. Проводить такие перерывы через каждый час работы.

5.2 Экологическая безопасность

Работая с макетом обмотки при повышенных температурах возможно ожидаемое сгорание фольги и выделение запаха гари в ограниченном объеме. Существенного влияния на окружающую среду не оказывается так, как процесс сгорания кратковременный.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайной ситуацией в лабораторной комнате при с макетом обмотки может возникнуть пожар. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1 - В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс относится к категории Г.

Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.[18]

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

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-8 и ОХП-10. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;

- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Статьей 212 ТК РФ для обеспечения безопасных условий труда на работодателя возложены определенные обязанности. Одна из них – разработка и утверждение правил и инструкций по охране труда с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками органа.

Поскольку технологический процесс не стоит на месте, а постоянно совершенствуется и развивается, необходимо пересматривать инструкции не реже одного раза в пять лет. Однако инструкции по охране труда могут быть досрочно пересмотрены:

- при изменении межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда;
- при изменении условий труда работников;
- при внедрении новой техники и технологии;
- по результатам анализа материалов расследования аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Действующим законодательством предусмотрена ответственность за нарушение трудового законодательства, в том числе правил охраны труда. Ведь каждый работник имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены.

Так, государственная инспекция труда при проведении контрольных мероприятий может проверить:

- наличие инструкций по охране труда (по профессиям и видам работ);
- соблюдение требований законодательства о специальной оценке условий труда;
- наличие в локальных нормативных актах закрепленных положений о регламентированных перерывах при работе за компьютером;
- фактическое соблюдение норм охраны труда (как расположены рабочие места с компьютерами, проводится ли инструктаж с работниками и пр.).

Соблюдение СанПиН проверяет Роспотребнадзор, причем он активно штрафует работодателей:

- за нарушение норм освещенности на рабочем столе (Постановление ФАС ВСО от 22.11.2012 по делу № А19-5282/2012);
- за отсутствие подставок для ног на рабочих местах пользователей персональных электронно-вычислительных машин (Постановление ФАС ВСО от 29.12.2010 по делу № А33-8142/2010);
- за несоответствие рабочих стульев пользователей компьютеров требованиям СанПиН (Постановление ФАС ВСО от 16.09.2013 по делу № А58-6877/2012).

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Основным объектом в лабораторных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса.

При подготовке рабочего места для работ со снятием напряжения должны быть выполнены [20] технические мероприятия:

- предоставление рабочего места;
- предоставление измерительных приборов (амперметр, трансформатор, измерение температуры с помощью термопары);
- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения к месту работы;
- присоединены к «земле» переносные заземления, проверено отсутствие на токоведущих частях, на которых должно быть наложено заземление для защиты людей от поражения электрическим током;
- вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты, ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части.

Компоновка рабочей зоны при работе с компьютером должна соответствовать всем эргономическим требованиям.

Рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Глубина рабочей поверхности стола должна составлять 800 мм (допускаемая не менее 600 мм), ширина — соответственно

1600 мм и 1200 мм. Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев, иметь матовую или полуматовую фактуру.[21]

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Быстрое и точное считывание информации обеспечивается при расположении плоскости экрана ниже уровня глаз пользователя, предпочтительно перпендикулярно к нормальной линии взгляда (нормальная линия взгляда 15 градусов вниз от горизонтали).

Клавиатура должна располагаться на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю.

Для обеспечения физиологически рациональной рабочей позы, создания условий для ее изменения в течение рабочего дня применяются подъемно- поворотные рабочие стулья с сиденьем и спинкой, регулируемые по высоте и углам наклона, а также расстоянию спинки от переднего края сидения.[21]

Заключение

В ходе работы были рассмотрены технологические способы изготовления ленточной обмотки (намотки). Проведен подбор материалов и оборудования. Определен перечень организаций обладающими аддитивными технологиями изготовления металлокерамических изделий. Рассмотрен метод изготовления макета линейного двигателя с пакетным элементом с использованием технологий многослойных керамические конденсаторов. Предложен вариант изготовления пакетного элемента.

Были рассмотрены финансовые и социальные стороны проекта, что позволяет говорить о хорошем коммерческом потенциале данной методики.

Список публикаций

1. Колода, А. Технологии нанесения металлических покрытий [Электронный ресурс] = Technologies of application of metal coatings/ А. Колода; науч. рук. В.М. Мартемьянов // X Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум» - 2018 г. - Заглавие с экрана. – Свободный доступ из сети интернет. Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2018/pdf/6575.pdf>

Список литературы

1. Иванова А. Г., Самодуров И. Н. Технологические приемы изготовления ленточной намотки монетного двигателя. Электронный научный журнал «Международный студенческий научный вестник». №1 2015 г.
2. Технология нанесения металлических покрытий. Колода А. (<https://www.scienceforum.ru/2018/pdf/6575.pdf>) Дата обращения 02.05.2018
3. Кандидаты физико-математических наук О. Клюев и А. Каширин. «Холодное» напыление металлических покрытий. Журнал наука и жизнь. №06 июнь 2018 г.
4. А.Г. Долгих, В.М. Мартемьянов, В.Н. Бориков. Активный ленточный элемент моментного электродвигателя. Завалишинские чтения'17. Сборник докладов, стр.144. 10-14 апреля 2017 г.
5. ДИМЕТ® технология напыления металлов. (<http://dimet.info>) Дата обращения 02.05.2018
6. Керамический научно-производственный завод ООО «САРТЕХСНАБ». (<http://sartehsnab-ru.1gb.ru/sertificat.html>) Дата обращения 02.05.2018
7. Компания CeramTec. (<https://www.ceramtec.ru/about-us>) Дата обращения 02.05.2018
8. Керамические конденсаторы. (<https://www.compel.ru/lib/articles/keramicheskie-kondensatoryi-mlcc-osobennosti-primeneniya>) Дата обращения 03.05.2018
9. Многослойные керамические конденсаторы. (<http://ferrite.ru/products/tdk/MLCC>) Дата обращения 03.05.2018
10. Зыль К.А. Линейный двигатель с пакетным элементом. Студенческий научный форум. 15 февраля - 31 марта 2013 г. (<https://www.scienceforum.ru/2013/57/91>) Дата обращения 04.05.2018

11. Кавалёв Ю.М. Электрические машины, – М.: Энергия, 1989. стр 312.
12. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
14. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
16. ГОСТ Р 12.1.019-2009. ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
17. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
18. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
19. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
20. Технические мероприятия. Производство работ. (http://www.umc-prof.ru/electrical_safety/3/3321.html) Дата обращения 31.05.2018
21. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.