

Школа ИШЭ

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Отделение школы (НОЦ) электроэнергетики и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование короностойкости современных пропиточных составов

УДК 622.276.53-042.52:620.171.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Пиц Павел Владиславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов Андрей Петрович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотникова Анна Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Тютева Полина Васильевна	к.т.н.		

Результаты обучения по направлению
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Код результата	Результат обучения
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р 3	Уметь проектировать <i>электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий <i>электроэнергетической и электротехнической</i> отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики и электротехники</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>

Школа ИШЭ

Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Отделение школы (НОЦ) электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата)

Тютева П.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Г5В	Пиц Павелу Владиславовичу

Тема работы:

Исследование короностойкости современных пропиточных составов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	22.05.2019 №40099/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2019
--	------------

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>Техническое задание: Объектами исследования являются новые пропиточные составы марок: ЭЛПЛАСТ-180 (Б); ЭЛПЛАСТ-155 (А); ЭЛИМПРЕГ-993 ЭП</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; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор проводов широко применяемых в обмотках двигателей. • Подготовка образцов (скрутка, пропитка, сушка). • Проведение испытаний пропиточных составов на короностойкость.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Блок схема испытательного стенда, гистограмма результата опыта.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сотникова Анна Александровна</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Кандидат экономических наук Мелик-Гайказян Мария Вигеновна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Все разделы выпускной квалификационной работы написаны на русском языке.</p>	

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов Андрей Петрович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Пиц Павел Владиславович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Г5В	Пищ Павлу Владиславовичу

Школа		Отделение	Электроэнергетика и электротехника
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов технического проекта (ТП): заработные платы сотрудников, страховые отчисления, накладные расходы.	Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ (количество исполнителей - 2 человека)
2. Используемая система налогообложения	Размер страховых взносов 30,2%.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения технического проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение SWOT-анализа методики проведения испытаний новых проточных составов на коррозийную стойкость. Определение показателей ресурсной эффективности
2. Планирование процесса разработки технологического процесса и формирование сметы научных исследований	Планирование научно-технического исследования: -определение структуры работ; -определение участников каждой работы; -установление продолжительности работ; -построение графика проведения ТП;
3. Формирование сметы затрат ТП.	Формирование сметы затрат ТП: -заработная плата (основная и дополнительная); -отчисления на социальные нужды; -накладные расходы.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT 2. Диаграмма Ганта	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Пищ Павел Владиславович		01.02.19

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Г5В	Пиц Павлу Владиславовичу

Школа		Отделение	Электроэнергетика и электротехника
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования	Объектом исследования являются новые пропиточный составы (ПС) (элпласт-180 (б); элпласт-155 (а); элимпрег-993 эп) на короностойкость.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Профессиональная социальная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	Вредные факторы: электромагнитные излучения; физическая и умственная утомляемость; концентрация вредных веществ в воздухе; шум; микроклимат. Опасные факторы: поражение электрическим током. Разработка организационных и технических мер по нормализации уровней факторов и защите.
2. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта ВКР и области его использования на ОС; – разработка решений по обеспечению экологической безопасности
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Выбор и описание возможных ЧС; типичная ЧС – пожар. – разработка превентивных мер – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотникова А.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Пиц П.В.		

Школа ИШЭ

Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Отделение школы электроэнергетики и электротехники

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 25.05.2019

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.01.2019	1. Литературный обзор	2
19.02.2019	1.1 Номенклатура, классификация и свойства современных эмалированных проводов	3
06.04.2019	1.2 Влияние частичных разрядов на межвитковую изоляцию	2
16.03.2019	1.3 Методы испытаний обмоточных проводов с эмалевой изоляцией	4
30.03.2019	1.4 Выводы по литературному обзору, постановка задач на выполнение исследований	2
10.04.2019	2. Методическая часть	3
13.04.2019	3. Экспериментальная часть	4
21.05.2019	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
18.05.2019	5. Социальная ответственность	5
22.05.2019	Оформление работы	10
25.05.2018	Итог	40

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов А.П.	д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тютеева П.В.	к.т.н.		

Реферат

Дипломная работа содержит 73 страницы текстового материала, 18 рисунков, 19 таблиц, 32 источника. Таблицы и графики составлялись в графическо-расчетной программе ОС Windows Microsoft Excel, оформление текстового документа осуществлялось в программе ОС Windows Microsoft Word.

Перечень ключевых слов: изоляция, короностойкость, пропиточный состав, частотно регулируемый привод, пробой изоляции, широтно-импульсная модуляция.

Тема: Исследование короностойкости современных пропиточных составов.

При выполнении выпускной квалификационной работы был проведен литературный обзор. Рассмотрена методика по определению среднего времени до пробоя межвитковой изоляции под действием модулированного напряжения. Определено среднее время до пробоя макетных образцов низковольтной межвитковой изоляции. Были сформулированы выводы о применимости данных исследуемых составов.

Обозначения и сокращения

ЧР – частичные разряды;

ПС – пропиточный состав

ШИМ – широтно-импульсная модуляция;

МВИ – межвитковая изоляция;

НВ – низковольтная

НТД – нормативно-техническая документация;

ИС – испытательный стенд.

Оглавление

Введение	12
1. Литературный обзор	13
1.1 Назначения, классификация и свойства современных обмоточных проводов.	13
1.2 Влияние частичных разрядов на межвитковую изоляцию обмоток	17
1.3 Методы испытаний обмоточных проводов с эмалевой изоляцией	18
1.4 Выводы по литературному обзору, постановка задач на исследования	21
2. Методическая часть.	23
2.1 Подготовка образцов.	23
2.2 Пропитка и сушка образцов	25
2.3 Определение среднего времени до пробоя при действии модулированного напряжения	25
3. Экспериментальная часть.	27
3.1 Объекты исследования	27
3.2 Подготовка макетных образцов	30
3.3 Экспериментальное определение среднего времени до пробоя макетных образцов при действии модулированного напряжения	32
3.4 Обсуждение результатов.	34
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	36
4.1 SWOT-анализ процесса исследования новых пропиточных составов	36
4.2 Планирование технического проекта	38
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	38
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	41
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	43
4.3 Смета технического проекта	45
4.3.1 Заработная плата исполнителей темы	45
4.3.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	47
4.3.3 Накладные расходы	47
4.3.4 Формирование бюджета затрат технического проекта	47
4.4 Определение ресурсоэффективности проекта	48
5. Социальная ответственность	51
Введение	51
5.1 Правовые и организационные вопросы безопасности	51
5.2 Производственная безопасность	53

5.3 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении и исследований	55
5.3.1 Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов.....	56
5.4 Экологическая безопасность	59
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	60
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	62
5.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.	62
5.6.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя ..	64
5.7 Вывод по главе	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
Список использованных источников.....	69
Приложение А.....	72
Приложение Б	73

Введение

Применение частотно регулируемого привода (ЧРП) способствует увеличению электрического напряжения в низковольтных (НВ) обмотках. Прежде всего, влияние перенапряжения несет негативный характер на межвитковую изоляцию (МВИ), как наиболее слабый элемент обмотки. Подобные перенапряжения приводят к уменьшению срока службы обмотки, и в целом всей электрической машины.

Таким образом, необходимо оценивать способность изоляции выдерживать подобные напряжения, сохраняя свои эксплуатационные свойства.

В настоящее время создан ряд новых пропиточных составов (ПС), для которых исследования по их короностойкости не проводились.

В связи с этим, большой практический интерес имеет изучение короностойкости данных пропиточных составов и оценка их способности сохранять электроизоляционные свойства под действием модулированного напряжения.

В работе проведена оценка среднего времени до пробоя изоляции эмалированных проводов в состоянии поставки и пропитанных пропиточным составом.

1. Литературный обзор

1.1 Назначения, классификация и свойства современных обмоточных проводов.

Обмоточные провода классифицируются по:

- материалу изоляции;
- форме сечения;
- материалу жилы.

Обмоточные провода изготавливаются со следующими видами изоляции:

- Волокнистая и стекловолокнистая;
- Эмалевая;
- Комбинированная.

Волокнистая

Провода, имеющие волокнистую изоляцию, имеют повышенную механическую прочность. Толщина волокнистой изоляции довольно большая, и может достигать до 0,4 мм на сторону. Химическая стойкость и влагостойкость таких проводов невысока. Волокнистая изоляция проводов, используемых для перемотки электрических двигателей и производства катушек масляных трансформаторов, может включать в себя бумагу, хлопчатобумажную ткань, стеклянные, а также асбестовые волокна, лавсан, шелк. Эти волокна и ткани накладываются в несколько слоев по подобию плетеного чулка.

Стекловолокнистая

Стекловолокнистой изоляцией являются стеклянное волокно и теплостойкий лак. Лак в изоляции проводов данного типа является связующим и служит для приклеивания к токопроводящей жиле и пропитки стекловолокна, а также для лакирования волокнистой изоляции проводов. Непропитанная стекловолокнистая изоляция имеет низкие механические

показатели, что исключает возможность применения проводов с такой изоляцией для секционных обмоток.

Эмалевая изоляция

Материалом эмалированной изоляции служит винифлекс, металвин, кремнийорганическая основа, полиэфиротерефталевая кислота, полиуретан. Обмоточная проволока, покрытая специальной эмалью, обладает электрической прочностью, устойчивостью к влаге, агрессивным химическим веществам. Особенностью эмалевых обмоточных проводов является очень малая толщина изолированного слоя (наибольшая толщина 0,09 мм). Прочность эмали провода ПЭЛ небольшая, такой провод используется только для обмоток катушек, работающих в неподвижном состоянии.

Высокопрочный эмалевый провод ПЭТВ, а также ПЭТ-155 применяется для обмоток электродвигателей мощностью до 100 киловатт. Провод, покрытый эмалью, марки ПЭТ-155 используется для производства новой серии электродвигателей, прочность его изоляции позволяет наматывать провод на автоматических станках. Эмалевые провода обладают также высокой термостойкостью, и способны выдерживать температуру до 240 градусов если они пропитаны лаком с высоким температурным индексом.

Электроизоляционные лаки, используемые для эмалирования проволоки, представляют собой составы высокомолекулярных пленкообразующих соединений или низкомолекулярных реакционноспособных олигомеров в органических летучих жидкостях. При нагреве эмаль-лака в эмаль-печи молекулярная масса пленкообразующих возрастает, а растворитель испаряется. В результате на проволоке образуется твердая эмалевая пленка. В качестве пленкообразующих применяются некоторые растительные масла и различные синтетические смолы. Растворы пленкообразующих в том или ином растворителе могут иметь различную концентрацию в зависимости от растворимости лаковой основы. На данный

момент производится масса лаков с различными температурными индексами [5].

Комбинированная

Провод обмоточный с комбинированной изоляцией по своим параметрам находится в промежуточном положении между рассмотренными двумя видами проводов. Комбинированный вид изоляции включает в себя несколько слоев. Наружное покрытие обычно состоит из волокнистого материала, а внутреннее покрытие – эмаль. Например, провод ПЭЛШО обозначает: провод медный обмоточный с изоляцией из шелка и лаковой эмали. Если проводник пропитан термостойким лаком и покрыт стекловолокном, то его маркировка содержит букву «К». Этот вид проволоки стал популярным из-за своей высокой надежности, и используется для электродвигателей подъемно-транспортных механизмов, в том числе судостроительных кранов.

Обмоточные провода бывают двух форм сечения:

- Круглой;
- Прямоугольной.



Рисунок 1 – Круглое сечение провода используется в различных сферах. Такой провод обладает высокими прочностными и электрическими характеристиками



Рисунок 2 – Прямоугольные сечения проводов стандартизированы
Такой провод часто применяется для обмоток трансформаторов.

Обмоточные провода производятся из следующих материалов:

- Медь;
- Алюминий.

Медные обмоточные провода составляют большую часть всех выпускаемых проводов. Они обладают малым удельным сопротивлением, значительным весом. Стоимость медных проводов высока.

В последнее время вместо медных проводов для обмоток стали использовать алюминиевый провод, который значительно легче по весу, имеет меньшую стоимость, но обладает более высоким удельным сопротивлением, по сравнению с медным проводником.

Для обозначения провода выполняют его маркировку, которая означает материал жилы и изоляции.

- Вначале обозначения находится буква «П» для медной проволоки, и означает «провод».
- Для отличия алюминиевых и медных проводов в конце маркировки имеется буква «А», например, ПЭВА.
- Если жила сделана из сплава, имеющего большое удельное сопротивление, то в обозначении имеются дополнительные буквы, например, НХ – нихром, М – манганин, К – константан.
- Для обозначения мягкого проводника ставят символ «М», для твердого – «Т». Например, провод ПЭМТ – медный провод из твердой проволоки, а провод ПЭММ – из мягкой проволоки.

Буквы для обозначения изоляции

- ЭМ – высокопрочная поливиниловая эмаль.
- ЭЛ – масляная основа.
- ЭВ – высокопрочная поливинилацетатная эмаль.
- Л – лавсан.
- Ш – шелк натуральный.

- Б – пряжа х/б.
- О – один слой.
- С – стекловолокно.
- ШК – капрон.
- Д – два слоя.

Если в маркировке стоит 2-я буква «П», это означает, что изоляция в виде пленки. Провод ППФ оснащен изоляцией в виде фторопластовой пленки. Для маркировки комбинированной изоляции символы стоят в порядке нахождения слоев, начиная от внутреннего. ПЭЛШО – провод медный, эмаль на масляной основе и однослойной шелковой оплетки.

1.2 Влияние частичных разрядов на межвитковую изоляцию обмоток.

При приложении к МВИ обмоток напряжения, за счет различия диэлектрической проницаемости ϵ и электропроводимости γ самого диэлектрика и воздушного включения происходит перераспределение электрического поля. На переменном напряжении это перераспределение определяется соотношением их диэлектрических проницаемостей. Из этого следует, что наибольшая напряженность поля будет всегда иметь место в воздушном включении. При достижении падения напряжения газа в поре, за счет ионизации газа происходит шунтирование поры образующимися при ионизации электрическими зарядами и напряжение на ней резко упадет. После прекращения разряда напряжение на поре будет вновь возрастать.

Периодичность ЧР обусловлена постоянной времени разряда емкости воздушного включения. При повышении температуры за счет увеличения проводимости (т.е. уменьшения удельного сопротивления) время стекания зарядов будет значительно уменьшаться, что приведет к увеличению интенсивности ЧР.

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод о характере воздействия ЧР на процесс старения твердых диэлектриков.

Увеличение интенсивности ЧР в процессе старения связано с процессом эрозии (разрушения) стенок воздушного включения продуктами ионизации, данная тенденция наиболее опасная приводящая в конечном итоге к пробое самому диэлектрика, т.е. к уменьшению срока службы МВИ обмоток. [1]

1.3 Методы испытаний обмоточных проводов с эмалевой изоляцией

Виды испытаний и проверок:

1. Определение геометрических размеров

Для определения геометрических размеров должны отбираться образцы проводов, не имеющие механических повреждений. Испытуемые образцы проводов перед измерениями должны быть смотаны с катушки без растяжения и изгибов, а поверхность образцов должна быть, очищена сухим мягким материалом. Геометрические размеры круглых эмалированных проводов выполняется в соответствии с ГОСТ 14340.1-74 [5] с помощью измерительных приборов.

2. Определение относительного удлинения и упругости

Относительное удлинение круглых эмалированных проводов определяется на двух образцах (от проверяемой катушки) длиной не менее 250мм каждый. В зависимости от материала жилы и диаметра испытуемого провода используется разрывные машины с различными усилиями натяжения. Измерения производятся на образцах с расчетной длиной 200мм.

Так как значение относительного удлинения не полностью определяет упругие свойства обмоточных проводов, в настоящее время дополнительно проводятся испытания по определению упругости обмоточных проводов по методике МЭК. Согласно этому методу образец провода длиной 1 м навивают пятью витками вокруг цилиндрического стержня с винтовой канавкой под определенным натяжением. Затем провод освобождают от груза, после чего фиксируется угол отклонения незакрепленного конца про-

вода на циферблате с делениями. Это показание и характеризует упругие свойства провода.

3. Определение механической прочности изоляции на истирание

Испытание механической прочности изоляции эмалированных проводов диаметром 0,25 мм и выше по методике МЭК проводится на скребковом приборе. Зажимы прибора позволяют легко поворачивать образец на 120 и 240 градусов. С помощью установочных винтов снизу подводится опора для провода. На провод плавно опускается головка скребка, рабочей частью которого служит стальная игла или рояльная проволока диаметром 0,23 мм. Скорость движения скребка составляет 300 мм/мин. Первоначальная нагрузка на скребок составляет 90 % от минимально допустимой, указываемой в технической документации на провод.

4. Определение адгезии

Чем больше адгезия эмалевой пленки к поверхности пленки, тем выше качество эмалированных проводов. Адгезия эмалевой пленки к проводнику выявляется при растяжении провода. Для определения адгезии эмалевой изоляции применяются два метода: для проводов диаметром 0,05...0,96 мм – растяжения ударной нагрузкой, для проводов диаметром 1,0 мм и более – закручивания проволоки вокруг оси. После растяжения и закручивания не должно наблюдаться растрескивания или отслаивания эмали.

5. Определение эластичности и стойкости к тепловому удару

Эластичность эмалевой изоляции определяется несколькими методами. Провода диаметром менее 0,4 мм испытываются на разрывной машине плавным растяжением со скоростью не более 300 мм/мин. Образец для испытаний имеет длину не менее 250 мм; расчетная длина составляет 200 мм.

При этом на эмалевой изоляции не должны появляться трещины или другие дефекты при разрыве провода. Трещины на расстоянии до 2 мм от места разрыва в расчет не принимаются.

Эластичность изоляции проводов диаметром 0,40 мм и более определяют путем навивания 10 витков провода вокруг гладкого цилиндрического стержня определенного диаметра. Длина образца должна быть не менее 500 мм.

6. Определение термопластичности изоляции эмалированных проводов

Под термопластичностью эмалевой изоляции понимается ее способность размягчаться при повышенных температурах.

Метод определения термопластичности распространяется на круглые эмалированные провода диаметром свыше 0,02 мм. Провод каждой испытываемой катушки подвергается испытанию три раза, каждый раз на новых образцах. Длина образца не менее 150 мм. От испытываемой катушки провода диаметром до 0,2 мм должно быть отобрано 9 образцов, свыше 0,2 мм 6 образцов.

7. Определение стойкости эмалевой изоляции к действию агрессивных сред

При проведении испытаний изоляции эмалированных проводов на действие растворителей, масел и воды от испытываемой катушки берут два образца длиной 200 мм, за исключением образцов для испытаний в бензине или в трансформаторном масле, длина которых должна быть 600 мм. После выдержки провода в той или иной жидкости изоляция провода либо подвергается внешнему осмотру, либо испытывается на механическую прочность истиранием или продавливанием.

Испытания на воздействие бензола и толуола должно проводиться на проводах диаметром не менее 0,25 мм.

8. Определение стойкости эмалевой изоляции обмоточных проводов к высокому напряжению

Медные и алюминиевые эмалированные провода диаметром свыше 0,10 мм испытываются на скрученных образцах или скрутках длиной 125. Длина образца скручиваемого провода должна быть не менее 400 мм. Испытания проводятся на пяти образцах от испытываемой катушки.

Зачищенные от изоляции концы скрученного образца присоединяются к выводам испытательной установки [6].

1.4 Выводы по литературному обзору, постановка задач на исследования

Проведя анализ научно-технической литературы по теме влияния ЧР на МВИ можно отметить:

1. Использование новых систем частотного управления электроприводами привело к изменению уровня электрических эксплуатационных нагрузок. В свою очередь это является причиной ускоренного электрического износа изоляции с последующим пробоем;
2. Появление коронных разрядов приводит к явному уменьшению срока службы электрического привода, прежде всего к выходу из строя НВ обмотки привода;
3. В настоящее время создан ряд новых пропиточных составов, для которых не проводилась оценка короностойкости;
4. Исследование систем «пропиточный состав + эмалированный провод», позволит разработать рекомендации для применения данных систем в обмотках электрических машин.

В связи с этим в работе ставится цель:

Оценить устойчивость систем «пропиточный состав - эмалированный провод» к действию электротепловых нагрузок характерных для работы блока ШИМ.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированный задачи:

1. Отработать методику оценки короностойкости систем межвитковой изоляции;
2. подготовить макетные образцы;

3. оценить среднее время до пробоя систем МВИ при действии электротепловых нагрузок характерных для работы блока широтно-импульсной модуляции;
4. разработать рекомендации по применению исследованных систем в обмотках асинхронных двигателей частотно регулируемых приводов.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность разработки технологического 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 проекта и коммерциализации его результатов.

Целью раздела является оценка экономической эффективности разработки технологического процесса исследования новых пропиточных составов.

В разделе рассматриваются следующие задачи:

- Оценка потенциала с помощью SWOT-анализа процесса исследования новых пропиточных составов;
- Формирование сметы затрат ТП;
- Определение затрат на осуществление проекта.

4.1 SWOT-анализ процесса исследования новых пропиточных составов

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта.

Сильные стороны технического проекта характеризуют внедрение новых пропиточных составов, и их дальнейшее применение. Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность технического проекта, которые препятствуют достижению его целей. Возможности включают в себя

любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта. Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем [13].

Результаты SWOT – анализа приведены в таблице 5

Таблица 5 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта: С1. Изучения свойств новых пропиточных составов (ПС); С2.улучшения эффективности новых ПС; С3.Увеличения надежности межвитковой изоляции (МВИ) в обмотки асинхронного двигателя (АД).</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1. Несоответствие реальной и смоделированной схемы; Сл2. Ошибки в работе аппаратуры;</p>
<p>Возможности: В1.Эксплуатация новых ПС в МВИ обмоток АД; В2. Увеличение срока службы обмоток АД; В3. Спрос на данные ПС.</p>	<p>МВИ представляет собой композицию витков обмотки эмалированной изоляции и слое отвержденного пропиточного состава.</p>	<p>Слабые стороны проекта компенсируются его результатом. При проведении испытаний стало понятно, что эмалированный провод пропитанный составом более устойчив к электротепловым нагрузкам.</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данные ПС. У2.Возникновения химической реакции при воздействии высокой температуры с изоляцией обмотки АД.</p>	<p>Угрозы могут быть предотвращены невысокой стоимостью разработки и её унифицированность с точки зрения применения её на определенном оборудовании</p>	<p>Все слабые стороны могут усугубиться только более инновационными разработками конкурентов, однако конкуренты на рынке со схожей разработкой и похожими сильными сторонами почти отсутствуют.</p>

На основании таблицы SWOT строится интерактивная матрица проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие), либо знаком «-» (что означает

слабое соответствие).

Пример интерактивной матрицы проекта представлен в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Интерактивная матрица возможностей проекта

Возможности	Сильные стороны			Слабые стороны	
	С1	С2	С3	Сл1	Сл2
В1	+	+	+	–	+
В2	+	+	+	+	+
В3	+	+	+	–	+

Таблица 7 – Интерактивная матрица угроз проекта

Угрозы	Сильные стороны			Слабые стороны	
	С1	С2	С3	Сл1	Сл2
У1	–	–	–	–	–
У2	+	–	–	+	+

Решением проблем, связанных со слабыми сторонами, будет активное использование ПС тем самым увеличивая срок службы АД.

Что касается угроз, то при проведении испытаний ПС себя показали с хорошей стороны, появится спрос на данные ПС, а затраты, компенсируется долговечностью эксплуатации АД.

Так анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 6 и 7, показывает, что число сильных сторон больше, чем слабых и исследование будет эффективным.

4.2 Планирование технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- структура работ в рамках технического проекта;
- определение трудоемкости выполнения работ;
- разработка графика проведения проекта;

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения выпускной квалификационной работы формируется

группа, в состав которой входят научный руководитель (НР) и студент (С).

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

Выполняются следующие виды работ:

- 1) Составление и утверждение технического задания руководителем;
- 2) Подбор материалов по данной теме – ознакомление с предметом работы, изучение источников, относящихся к техническому проекту;
- 3) Выбор направления проекта- проанализировав литературу и общую тему задания, студент-дипломник ставит задачу для выполнения технического проекта;
- 4) Разработка планов испытаний: составление порядка проведения испытаний новых пропиточных составов;
- 5) Подготовка макетных образцов: проведение скрутки токопроводящей жилы образца согласно ГОСТ;
- 6) Пропитка макетных образцов: пропитка образцов новыми пропиточными составами осуществляется струйным методом;
- 7) Сушка образцов в термошкафу: проводится согласно классу нагревостойкости пропиточного состава;
- 8) Проведение испытаний: выдержка макетных образцов в термошкафу с целью получения данных среднего времени до пробоя;
- 9) Сравнение полученных данных: в ходе испытаний производится на основе соответствия показателей ГОСТ старых пропиточных составов.
- 10) Оценка эффективности полученных результатов: составление диаграммы зависимости среднего времени от напряжения пробоя и проверка соответствия с требуемыми показателями;
- 11) Составление пояснительной записки;

12) Подготовка к защите ВКР: оформление интерактивной презентации и составление доклада.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Перечень выполняемых работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель проекта
Проведение инженерных расчетов	4	Разработка плана испытаний	Студент
			Руководитель проекта
	5	Подготовка макетных образцов	Студент
	6	Пропитка макетных образцов	Студент
			Руководитель проекта
	7	Сушка образцов в термощкафу	Студент
Руководитель проекта			
Обобщение и оценка результатов	8	Проведения испытаний	Студент
			Руководитель проекта
Проверка образцов на короностойкость	9	Сравнение полученных данных в ходе испытаний	Студент
			Руководитель проекта
Оформление отчета по техническому проектированию	10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
	11	Составление пояснительной записки	Студент
Руководитель проекта			
Сдача выпускной квалификационной работы	12	Подготовка к защите ВКР	Студент
			Руководитель проекта

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Одной из частей суммарной стоимости разработки являются трудовые затраты, для ее подсчета необходимо для каждого участника научного исследования определить трудоемкость работ.

Трудоемкость выполнения проекта измеряется в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$

используется следующая формула [13]:

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

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

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

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

В таблице 9 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 9 – Продолжительность работы, раб. дн.

№	Название работы	Трудоёмкость работ					
		Минимально возможная,		Максимально возможная,		Ожидаемая,	
		Руководитель	Студент	Руководитель	Руководитель	Студент	Руководитель
1	Составление и утверждение технического задания	1	–	1	–	1	–
2	Подбор и изучение материалов по теме	–	8	–	12	–	10
3	Выбор направления исследований	1	–	1	–	1	–
4	Разработка плана испытаний	1	14	1	20	1	18
5	Подготовка макетных образцов	–	16	–	20	–	18
6	Пропитка макетных образцов	1	16	1	20	1	18
7	Сушка образцов в термошкафу	1	2	1	4	1	3
8	Проведение испытаний	1	1	1	3	1	2
9	Сравнение полученных данных в ходе испытаний	1	2	1	4	1	3
10	Оценка эффективности полученных результатов	–	7	–	10	–	8
11	Составление пояснительной записки	1	15	1	20	1	1
12	Подготовка к защите ВКР	1	7	1	10	1	8

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Гантта является одним из наиболее наглядных и удобных способов построений.

Диаграмма Гантта это популярный тип столбчатых диаграмм который используется для иллюстрации плана, графика работ по какому-либо проекту. Является одним из методов планирования проектов. Используется в приложениях по управлению проектами. Первый формат диаграммы был разработан Генри Л. Ганттом в 1910 году. По сути, диаграмма Гантта состоит из полос, ориентированных вдоль оси времени. Каждая полоса на диаграмме представляет отдельную задачу в составе проекта (вид работы), её концы — моменты начала и завершения работы, её протяженность длительность работы. Вертикальной осью диаграммы служит перечень задач. Кроме того, на диаграмме могут быть отмечены совокупные задачи, проценты завершения, указатели последовательности и зависимости работ, метки ключевых моментов (вехи), метка текущего момента времени «Сегодня» и др. Ключевым понятием диаграммы Гантта является «веха» метка значимого момента в ходе выполнения работ, общая граница двух или более задач. Вехи позволяют наглядно отобразить необходимость синхронизации, последовательности в выполнении различных работ. Кроме того, диаграмма Гантта не отображает значимости или ресурсоемкости работ, не отображает сущности работ (области действия). Для крупных проектов диаграмма Гантта становится чрезмерно тяжеловесной и теряет всякую наглядность.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках научно-технического исследования, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени выполнения ВКР.

На основе таблицы 9 строим план-график проведения работ.

Таблица 10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	$t_{ож}$, раб. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	1	■													
2	Подбор и изучение материалов	Инженер	10	■	■												
3	Выбор направления исследований	Руководитель проекта	1		■												
4	Разработка плана испытаний	Руководитель проекта	1		■												
		Инженер	18		■	■	■										
5	Подготовка макетных образцов	Инженер	18				■	■	■								
6	Пропитка макетных образцов	Руководитель проекта	1														
		Инженер	18							■	■	■					
7	Сушка образцов в термощкафу	Руководитель проекта	1														
		Инженер	3														
8	Проведение испытаний	Руководитель проекта	1														
		Инженер	2														
9	Сравнение полученных данных в ходе испытаний	Руководитель проекта	1														
		Инженер	3														
10	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	8														
11	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта	1														
		Инженер	17														
12	Подготовка к защите ВКР	Руководитель проекта	1														
		Инженер	8														

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 14 декад, начиная со первой декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического проекта составит 114 дней. Из них:

112 дня – продолжительность выполнения работ инженера;

9 дней – продолжительность выполнения работ руководителя;

4.3 Смета технического проекта

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

- заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1 Зарплата исполнителей темы

Определяется заработная плата руководителя и инженера (основная и дополнительная). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Зарплата вычисляется по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

$Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{рк}}}{F_{\text{д}}}$$

$Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$Z_{\text{рк}}$ – надбавка по районному коэффициенту, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе), раб. дн.

$$Z_{\text{рк}} = Z_{\text{тс}} \cdot k_{\text{рк}}$$

$k_{\text{рк}}$ – коэффициент надбавки, равный 0,3;

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет полной заработной платы приведен в таблице 12

Таблица 11 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Месячная заработная плата, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Кол-во раб.дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	33664	43680	1683	9	15149
Инженер	12300	15860	615	112	68880
Итого					84029

Таблица 12 – Расчет полной заработной платы

Исполнитель	Коэффициент доплаты	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб..	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	15149	2251	17400
Инженер	0,12	68880	8220	77100
Итого		84029	10471	94500

4.3.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды отражают обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [14]:

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

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

Размер страховых взносов составляет 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя составят:

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 94,5 = 28,5 \text{ тыс.руб.}$$

4.3.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие подразделы расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии, интернета, размножение материалов и т.д.

Величина накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

4.3.4 Формирование бюджета затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта.

Для составления итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя,

так и инженера. Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Бюджет затрат технического проекта

Расходы	Сумма, тыс.руб.	Удельный вес, %
Полная заработная плата	94,5	64,5
Отчисления во внебюджетные фонды	28,5	19,5
Накладные расходы	23,0	16,0
Бюджет затрат	146,0	100,0

При планировании бюджета затрат для технического проекта была подсчитана общая сумма затрат для его реализации в размере 146 тыс. руб. Из таблицы 9 видно, что большая часть ($\approx 64\%$) бюджета приходится на оплату труда.

4.4 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности технического проекта, который находится по формуле [13]:

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

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент;

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

Оценка проводится на основе нескольких критериев:

1. Термическая стойкость: одно из свойств ПС, характеризующее длительное протекание тока при КЗ;
2. Широкий спектр применения: ПС применяются не только в обмотках двигателей но и обмотках трансформаторов и тд.;
3. Уменьшение числа технологических нарушений и снижение ущерба от упущенной выгоды;

4. Надежность: бесперебойное работа двигателя в пределах максимально допустимых показателей;
5. Энергоэффективность: использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения;
6. Долговечность: ПС значительно снижает старение изоляции;
7. Ремонтопригодность: свойство объекта, которое характеризует его приспособленность к восстановлению работоспособного состояния после отказа или повреждения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности по 5-ти балльной шкале приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Балльная оценка
Термическая стойкость	0,20	5
Широкий спектр применения	0,15	4
Безопасность	0,10	5
Обеспечение требований надежности изоляции АД	0,20	5
Долговечность	0,20	5
Простота нанесения ПС	0,15	4
Итого	1,00	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составляет:

$$I_{pi} = 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,65.$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и гибкости позволяют судить о надежности системы.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- при планировании технических работ был разработан график занятости для исполнителя и руководителя, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителя.

- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта.

- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,65 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

Реализация данного технического проекта, позволяет увеличить длительность эксплуатации обмоток двигателей в условиях частотного регулирования вращения ротора двигателя. Повысить уровень образования у студентов энергетических вузов.

5. Социальная ответственность

Введение

Объект исследования – являются новые пропиточные составы нанесенные на провода.

Согласно техническому заданию (ТЗ) планируется подготовить макетные образцы путем стандартной скрутки согласно ГОСТ 15634.4-70* [15], а также пропиткой и выдержкой в термошкафу, испытать на пробой подготовленные образцы. Под испытанием на пробой подразумевается определение среднего времени до пробоя, путем нагрева образцов в термошкафу до температуры класса нагревостойкости ПС и подача напряжения.

Для выполнений требований ТЗ необходимо подготовить рабочее место посредством создания условий для работы с высоким напряжением и подготовки испытательного стенда (ИС).

В разделе будут рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на человека, работающего с установкой высокого напряжения и ИС, рассмотрены воздействия разрабатываемых решений на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

5.1 Правовые и организационные вопросы безопасности

Электро-технологический персонал лаборатории, не входящих в состав энергослужбы потребителя, осуществляющий эксплуатацию электро-технологических установок и имеющий группу по электробезопасности II и выше, в своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому.

Согласно N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» К самостоятельной работе допускаются лица прошедшие медицинское

освидетельствование, курсовое обучение по теоретическим знаниям и практическим навыкам в работе в объёме программы аттестацию квалификационной комиссии и инструктаж по охране труда на рабочем месте.

Первичный инструктаж рабочий получает на рабочем месте до начала производственной деятельности. Первичный инструктаж производит мастер цеха и в дальнейшем прослушивается ежеквартально. В течение первых двух – пяти смен должен выполнять работу под наблюдением мастера либо наставника, после чего оформляется допуск к самостоятельной работе, который фиксируется датой и подписью инструктирующего и инструктируемого в журнале инструктажа.

Требования безопасности во время работы согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [21]

- надеть рабочую обувь и одежду;
- заизолировать имеющиеся повреждения кабелей, соединений, зажимов и заземления;
- работать только исправными, заизолированными инструментами;
- пользоваться постоянными и предупредительными плакатами: предостерегающими «Под напряжением – опасно для жизни», запрещающими «Не включать – работают люди», «Работать здесь», напоминающими «Заземлено»;
- не допускать замасливания кабелей, попадания на них искр, воздействия высокой температуры и падения тяжёлых предметов.

На предприятии все работники проходят проверки на выполнение всех вышеуказанных требований безопасности. Также перед допуском к оборудованию каждый работник проходит соответствующие инструктаж.

5.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, направленных на повышение защищенности рабочего персонала от вредных воздействий технологических процессов и других факторов, возникающих в рабочей зоне.

Опасные и вредные факторы, возникающие при работе на кабельном заводе, сведены таблицу 15.

Таблица 15– Опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра ботка	Изгото вление	Экспл уатац ия	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1) ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности: 2) N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» 3) N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» 4) ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Недостаток освещения	+	+	+	
4.Поражение электрическим током	+	+	+	
5.Механические травмоопасность		+	+	

Рабочее помещение должно соответствовать количеству работающих и размещенному в них комплексу технических средств. Общие рабочие компоненты должны иметь естественное освещение, в сочетании с искусственным освещением в темное время суток. Помещение необходимо окрашивать помещение в соответствии с цветом технических средств так как окраска влияет на нервную систему человека.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- Физические;
- Химические;
- Биологические;
- Психофизиологические.

На здоровье персонала лабораторной аудитории оказывают два вида факторов: физический и психофизиологический.

К группе физически опасных факторов лабораторной аудитории относится опасность поражения электрическим током, механическая травмоопасность.

К группе физических вредных факторов относятся:

Перечень опасных и вредных факторов, влияющих на исследователей в заданных условиях деятельности, представлен в таблице 16.

Таблица 16. – Перечень опасных и вредных факторов при исследовании

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<ul style="list-style-type: none"> • Управление механизмами испытательного стенда; • Выполнение визуальных осмотров всех основных и вспомогательных механизмов до начала их использования при выполнении работ; • Калибровка высоковольтного оборудования; 	<ul style="list-style-type: none"> • Электромагнитные излучения; • Напряженность электрического поля токов промышленной частоты; • Ионизация воздуха; • Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны; 	Электрический ток	<ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ 12.1.002-84.[16] ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах; • Химические факторы производственной среды. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03;[29]

Продолжение таблицы 16.

<ul style="list-style-type: none"> • Наблюдение за испытаниями в зоне воздействия электромагнитных полей; 	<ul style="list-style-type: none"> • Микроклимат; • Напряженность труда в течение смены; • Химические факторы • Шум; 		<ul style="list-style-type: none"> • НРБ 99. Нормы радиационной безопасности; • ОСПОРБ-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности; • Защитное заземление, зануление, ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ;[27] • Допустимые уровни шумов в производственных помещениях. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ;[27] • Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4-548-96;[32]
--	--	--	--

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

Основным опасным фактором является опасность поражения *электрическим током*. Исходя из анализа состояния помещения, рабочее помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности (согласно ПУЭ).

При управлении и наблюдении за испытаниями основным опасным фактором на рабочем месте является *высокое напряжение* в сети, от которой запитан испытательный стенд. Необходимо обеспечить должную защиту, а также выполнять соответствующие требования безопасности во время выполнения работ.

Кроме опасных факторов, при выполнении испытаний имеют место вредные факторы, такие как: *повышенное электромагнитное и ионизирующее излучения, повышенная напряженность электрического поля*. В ходе выполнения работ, для уменьшения воздействия данных факторов, необходимо установить время пребывания персонала в зависимости от уровня напряженности электрических полей, в соответствии ТИ Р М-074-2002.

5.3.1 Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Нормы электромагнитных полей, создаваемых высоковольтной установкой на рабочих местах дифференцированы в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле, в соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03 [32]. Оценку ЭМП производят отдельно по напряженности электрического поля (кВ/м) и магнитного (А/м).

Электрическое поле. Допустимое время нахождения в ЭП:

В течение всей смены предельный допустимый уровень напряженности электрического поля на рабочем месте равняется 5 кВ/м;

1. Если напряженность ЭП находится в интервале от 5 до 20 кВ/м, то время пребывания находится по формуле:

$$T = (50/E) - 2,$$

где E – напряженность поля, кВ/м;

2. При напряженности от 20–25 кВ/м допустимое время пребывания составляет не более 10 минут;
3. При E больше 25 кВ/м – пребывание без средств защиты не допускается.

Магнитное поле. ПДУ воздействия магнитного поля показано в таблице 17.

Таблица 17. ПДУ воздействия магнитного поля

Время пребывания, час	Допустимые уровни МП, Н [А/м]	
	Общем	локальном
≤ 1	1600	6400
2	800	3200
4	400	1600
8	80	800

Основными мероприятиями по защите от поражения *электрическим током* являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции в корпусах оборудования;
- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;

- защитного заземления;
- защитного зануления;
- защитного отключения;
- использование устройств бесперебойного питания.

Психофизиологические факторы.

Для предупреждения утомления и нервно-эмоционального напряжения при выполнении работ необходимо организовать правильный режим труда и отдыха (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Существуют следующие меры по снижению влияния монотонности:

- необходимо оптимизировать режимы труда и отдыха в течение работ;
- соблюдать эстетичность производства.

Химические факторы. Вредным химическим фактором при выполнении работ для исследования является повышенная концентрация токсичного газа – *озона* в воздухе рабочей зоны. Источниками образования озона в воздухе являются старение изоляции, а также, в данном случае, при электрическом разряде в воздухе.

В соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м³, а разовая максимальная доза — 0,16 мг/м³.

Для исключения превышения концентрации озона в воздухе рабочей зоны необходимо обеспечить достаточную вентиляцию помещения, а также ограничить время пребывания в зоне контакта с газом. Иным способом является установка вытяжки, которая обеспечивает постоянное устранение вредных веществ.

Микроклимат. Параметры микроклимата – оптимальная и допустимая температура, относительная влажность и скорость движения воздуха – устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в соответствии с требованиями, исходя из категорий тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла и периода года.

По степени физической тяжести работа персонала относится к категории работ средней тяжести. Основные нагрузки на организм – физические, нервно-психологические, а также зрительные.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
		По ГОСТ 12.1.005 – 88	По ГОСТ 12.1.005 – 88	По ГОСТ 12.1.005 – 88
Холодный	Средней тяжести	17 – 19	40 – 60	0,3
Тёплый со значительным избытком тепла	Средней тяжести	20 – 22	40 – 60	0,2 – 0,5

Шум. Другим вредным факторов, оказывающим пагубное воздействие на здоровье человека, является шум. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 предельно допустимые уровни (ПДУ) звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для измерительных и аналитических работ в лаборатории представлены в таблице 19.

Таблица 19. – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

п/п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продолжение таблицы 19

2	Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

5.4 Экологическая безопасность

Анализ влияния исследования на окружающую среду.

В результате выполнения ВКР были исследованы новые пропиточные составы, проведена оценка среднего времени до пробоя которая, возможно, позволит разработать рекомендации по увеличению старения изоляции и широкое применение в обмотках двигателей.

Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Проблема окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде районов земного шара, особенно в крупных промышленных центрах, уровень загрязнений существенно превышает допустимые санитарные нормы.

Одна из самых серьезных проблем – потребление электроэнергии. Большие объемы потребления электроэнергии влекут за собой увеличение мощностей электростанции и их количества. Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как: изменение климата – накопление углекислого газа в атмосфере, загрязнение водного бассейна Земли, опасность аварий в ядерных реакторах, проблема утилизации отходов.

Охлаждение исходных материалов и продукции предприятия, охлаждение деталей и узлов технологического оборудования, промывка и очистка

продукции приводит к загрязнению воды растворимыми и нерастворимыми примесями, хозяйственно – бытового обслуживания работников предприятия.

Работа сопровождается образованием производственных отходов, а также отходов, приравненных к твердым коммунальным. В рабочем помещении с электрооборудованием осуществляется ремонт инструментов, оснастка и производство специального инструмента, в результате этих процессов образуются отходы: лом цветных и черных металлов (втулки, катушки, провода, шестерни и т.д.)

Из этого можно сделать простой вывод, что необходимо стремиться к снижению ресурсо- и энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять электрооборудование с малым энергопотреблением.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В принципе, перечень возможных ЧС, которые может вызвать объект исследования может быть достаточно широк. Если ограничиться местоположением и условиями эксплуатации объекта, его можно представить следующим (ориентировочным) вариантом:

- пожар на объекте;
- взрыв;
- атмосферные перенапряжения.

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 [26] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [24]. По пожарной, взрывной, взрывопожарной опасности лаборатория, в которой производились испытания относится к категории Д – наличие твердых сгораемых веществ .

Основным поражающим фактором пожара в лаборатории является наличие открытого огня и отравление ядовитыми продуктами сгорания оборудования.

Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС. Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

В лаборатории, пожарная защита должна обеспечиваться применением средств пожаротушения, а также применением автоматических установок пожарной сигнализации.

Должны быть приняты следующие меры противопожарной безопасности:

- обеспечение эффективного удаления дыма, т.к. в помещениях, имеющих оргтехнику, содержится большое количество пластиковых веществ, выделяющих при горении летучие ядовитые вещества и едкий дым;
- обеспечение правильных путей эвакуации;
- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;
- соблюдение всех противопожарных требований к системам отопления и кондиционирования воздуха.

Помещение, в котором производилось исследование (лаборатория), оборудовано пожарной сигнализацией, которая позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре, а также дает сигнал об эвакуации. В качестве пожарных извещателей в помещении устанавливаются дымовые фотоэлектрические извещатели типа ИДФ-1 или ДИП-1.

План эвакуации представляет собой заранее разработанный план (схему), в которой указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации по п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002.

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации

ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара. (Приложение Б)

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.

Нормы трудового права – это правила трудовых отношений, установленные или санкционированные государством посредством законодательных актов.

Настоящий коллективный договор является правовым актом, регулирующим социально-трудовые отношения работников с работодателем.

Основной задачей коллективного договора является создание необходимых организационно-правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений.

По заключенному коллективному договору работодатель обязан:

- соблюдать трудовое законодательство и иные нормативные правовые акты, содержащие нормы трудового права, локальные нормативные акты, условия коллективного договора, соглашений и трудовых договоров;
- предоставлять работникам работу, обусловленную трудовым договором;
- обеспечивать безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда;
- обеспечивать работников оборудованием, инструментами, технической документацией и иными средствами, необходимыми для исполнения ими трудовых обязанностей;
- обеспечивать работникам равную оплату за труд равной ценности,

постоянно совершенствовать организацию оплаты и стимулирования труда, обеспечить материальную заинтересованность работников в результатах их труда;

- выплачивать в полном размере причитающуюся работникам заработную плату в сроки, установленные в соответствии с ТК РФ, коллективным договором, настоящими Правилами, трудовыми договорами;
- вести коллективные переговоры, а также заключать коллективный договор в порядке, установленном ТК РФ;
- знакомить работников под роспись с принимаемыми локальными нормативными актами, непосредственно связанными с их трудовой деятельностью;
- создавать условия, обеспечивающие участие работников в управлении организацией в предусмотренных ТК РФ, иными федеральными законами и коллективным договором формах;
- осуществлять обязательное социальное страхование работников в порядке, установленном федеральными законами;
- возмещать вред, причиненный работникам в связи с исполнением ими трудовых обязанностей, а также компенсировать моральный вред в порядке и на условиях, которые установлены ТК РФ, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ;
- принимать необходимые меры по профилактике производственного травматизма, профессиональных или других заболеваний работников, своевременно предоставлять льготы и компенсации в связи с вредными (опасными, тяжелыми) условиями труда (сокращенный рабочий день, дополнительные отпуска и др.), обеспечивать в соответствии с действующими нормами и положениями специальной одеждой и обувью, другими средствами индивидуальной защиты;

- постоянно контролировать знание и соблюдение работниками всех требований инструкций по охране труда, производственной санитарии и гигиене труда, противопожарной безопасности;

Работодатель обязуется проводить аттестацию и сертификацию рабочих мест один раз в пять лет с участием представителя профкома.

Если по результатам аттестации рабочее место не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям и признано условно аттестованным, разрабатывать совместно с профкомом план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда на данном рабочем месте и обеспечивать их выполнение.

Ежегодно издавать приказ о мероприятиях по охране труда и промышленной безопасности, считать эти мероприятия соглашением по охране труда на год.

5.6.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Эргономические требования к рабочему месту исследователя. Рабочее место исследователя включает в себя экспериментальное оборудование, рабочие столы, оснащенные такими средствами труда, как ЭВМ, средства измерения и другие приборы (паяльники, лабораторная посуда и т.д.).

Лаборатория представляет собой специально оборудованное помещение, в котором производятся экспериментальные исследования.

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места исследователя являются стол, кресло и испытательный стенд (ИС). Основным рабочим положением является положение сидя.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя и характера работ.

Моторное поле – пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук – это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона – часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом (рис.19).

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне «г»/»д»;
- манипулятор «мышь» – в зоне «в» справа;

документация: необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – «в», а в выдвижных ящиках стола – литература, неиспользуемая постоянно.

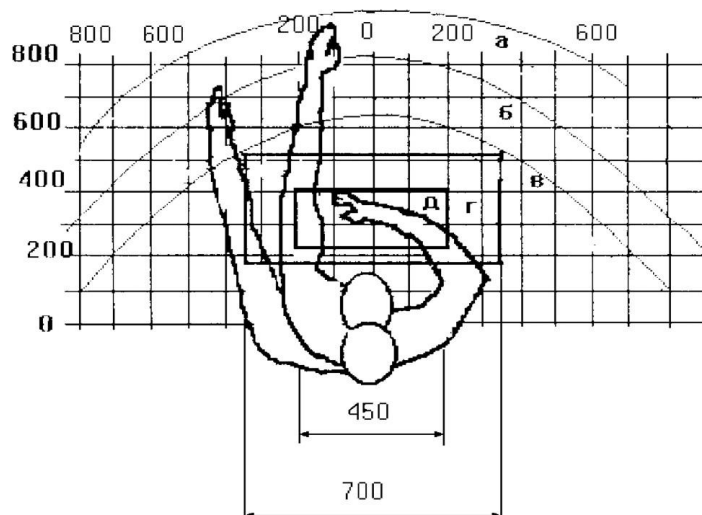


Рис. 19. Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях.

Требования к рабочей позе исследователя следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20° ;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти – под углом $80^\circ \dots 100^\circ$;
- предплечья и кисти рук – в горизонтальном положении.

5.7 Вывод по главе

Основным фактором, влияющим на производительность людей, занимающиеся данным исследованием, являются комфортные и безопасные условия труда. Условия труда в рабочей аудитории характеризуются возможностью воздействия на исследователей следующих производственных факторов: шума, выделение вредных веществ, а именно выделение озона, действие микроклимата, параметров технологического оборудования и рабочего места.

Таким образом, в данном разделе были рассмотрены вопросы техники безопасности при работе с электрооборудованием на напряжение свыше 1 кВ, а также проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье человека. Были отмечены источники негативного воздействия, меры коллективной и индивидуальной защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была проведена оценка короностойкости пропиточных составов.

В литературном обзоре были рассмотрены классификация, назначение и свойства современных обмоточных проводов.

Отработана методика подготовки и проведения испытаний образцов. За основу приняты как стандартные так и оригинальные методики.

В экспериментальной части приведены результаты определения среднего времени до пробоя макетных образцов низковольтной межвитковой изоляции под действием модулированного напряжения.

В разделе финансового менеджмента представлено обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассмотрены планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

Так же, были рассмотрены вопросы техники безопасности при выполнении работы связанные с данным проектом.

Список использованных источников

1. Воробьев Г.А., Похолков Ю.П., Королев Ю.Д., Меркулов В.И. Физика диэлектриков. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 244 с;
2. Коробцев А.А., Леонов А.П., Похолков Ю.П., Солдатенко Е.Ю., Кочетков И.А. Журнал "КиП" 2013г №3 Применение эмалированных проводов в обмотках асинхронных двигателей с частотным управлением;
3. ГОСТ 26615-85. Провода обмоточные с эмалевой изоляцией. Общие технические условия;
4. ГОСТ Р МЭК 60851-5—2008 Провода обмоточные. Методы испытаний. Часть 5;
5. В.М. Аникеенко, А.В. Петров, А.П. Леонов Обмоточные провода. Учебное пособие. – Томск: Издательство ТПУ 2011;
6. И.Б. Пешков Обмоточные провода. Издательство Москва Энергоатомиздат 1995;
7. ГОСТ 10519-76. Провода эмалированные. Метод ускоренного определения нагревостойкости.
8. С.Г. Герман-Галкин, Г.А. Карданов. Электрические машины. Издательство Санкт-Петербург Корона принт 2003
9. С.Ю. Новиков. Физика диэлектриков. Издательство Москва 2007;
10. АО «Электроизолит» <http://www.electroizolit.ru/> каталог;
11. Дудкин А.Н., Ким В.С. Электротехническое материаловедение. Учебное пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2004. – 198 с;
12. Воробьев А.А., Воробьев Г.А. Электрический пробой и разрушение твердых диэлектриков. - М.: Высшая школа, 1966. – 224 с;
13. Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Гаврикова Н. А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учебно-методическое пособие - М.: Издательство ТПУ, 2014. - 36 с.

14. Катъкало В. С., Клемина Т. Н., Чайка В. А., Шемракова В. Н. SWOT-анализ: методические указания, 10е издание. Санкт-Петербург: Изд-во Высшая школа менеджмента, 2016. - 38 с.
15. ГОСТ 15634.4-70. Провода обмоточные. Методы испытания изоляции напряжением.
16. ГОСТ 12.1.002-84. Система стандартов безопасности труда;
17. ГОСТ 12.1.038 – 82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов»;
18. СНиП 21–01–97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.: Гострой России, 1997. – с.12;
19. НПБ 166-97. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации;
20. Нормы пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
21. ГОСТ 12.2.003-91 «Производственное оборудование, общие требования безопасности»;
22. ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
23. СанПиН 2.2.4.584 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
24. ГОСТ 12.1.003 – 83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»;
25. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. №69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
26. Международный стандарт (МС) ИС CSR-08260008000: 2011;
27. ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
28. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация»;

29. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 «Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
30. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»;
31. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция), утверждено Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ № ВК 477 от 21.06.1999 г. [электронный ресурс]. – режим доступа <http://portal.tpu.ru/departments/otdel/peo/documents> .
32. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Приложение А

Таблица 1 Определение среднего времени до пробоа.

	№ позиции	Марки проводов совместно с пропиточным составом							
		ПЭФД-2-200	АРХ-CL-180	ПЭФД-2-200 (ЭЛПЛАСТ-155(А))	АРХ-CL-180 (ЭЛПЛАСТ-155(А))	ПЭФД-2-200 (ЭЛПЛАСТ-180(Б))	АРХ-CL-180 (ЭЛПЛАСТ-180(Б))	ПЭФД-2-200 (ЭЛИМПРЕГ 993 ЭП)	АРХ-CL-180 (ЭЛИМПРЕГ 993 ЭП)
Время до пробоа, мин.	1	17,22	13,4	15,56	13,4	17,34	13,56	17,32	12,36
	2	19,26	16,01	18,1	16,01	19,1	15,46	20,59	14,2
	3	19,54	16,33	20,48	16,33	19,25	16,28	22,19	15,09
	4	21,05	17,12	21,34	17,12	20,19	17,44	23,57	16,01
	5	21,28	17,3	26,05	17,3	20,48	18,01	24,19	17,11
	6	19,58	13,15	19,59	13,15	19,3	13,44	19,1	11,52
	7	20,43	14,39	21,49	14,39	21,1	15,56	23,24	13,19
	8	21,49	15,29	23,24	15,29	21,54	16,32	24,15	14,03
	9	23,05	16,14	23,42	16,14	22,06	17,41	26,19	16,1
	10	25,32	15,58	26,01	16,34	22,48	18,11	26,58	16,32
Итого		1249,32	866,28	1291,68	932,82	1217,04	969,54	1362,72	875,58

Приложение Б

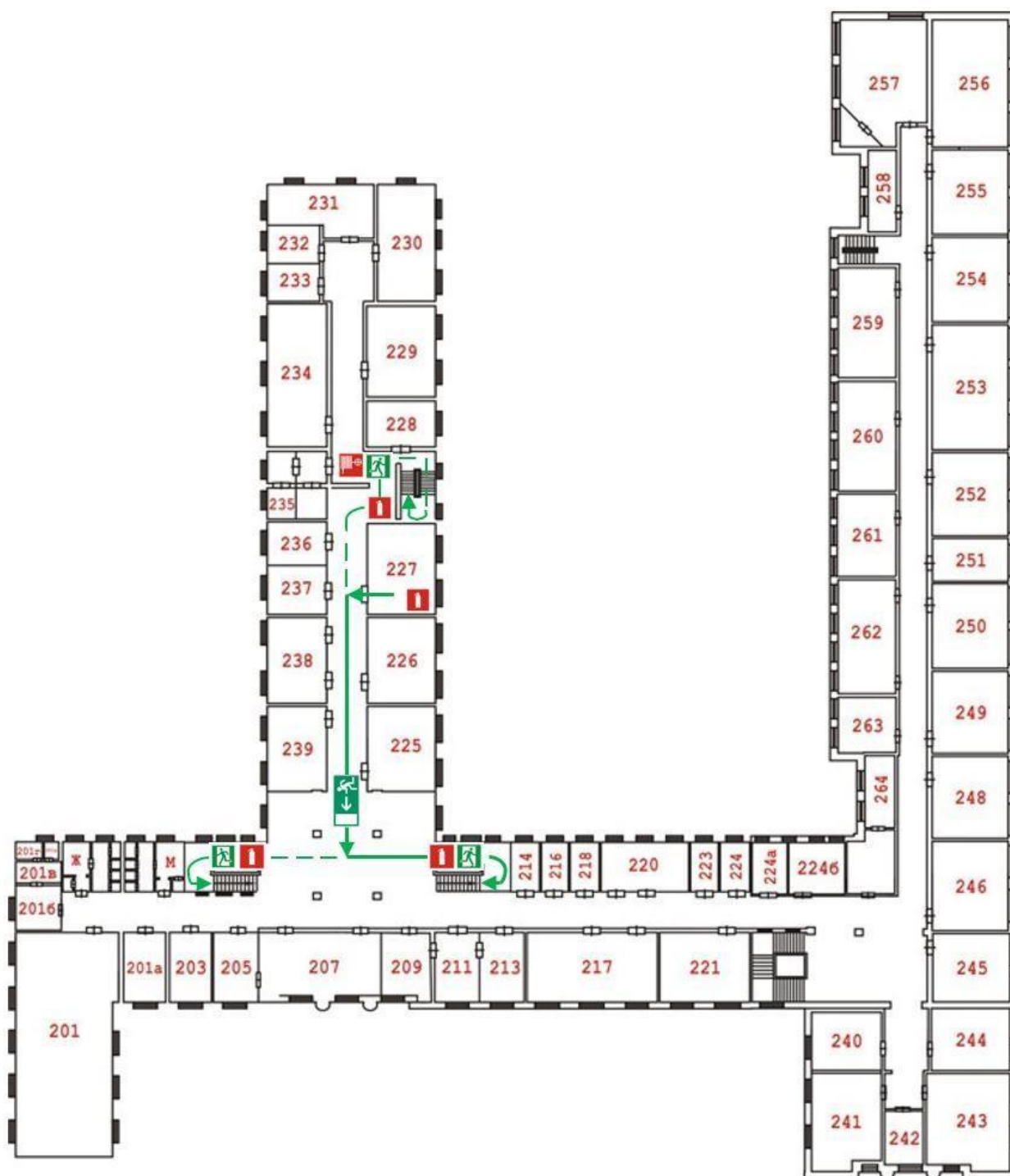


Рисунок 1 – План эвакуации людей при пожаре