

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

Институт Энергетический
Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Кафедра Электротехнических комплексов и материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 678.4:547.2/.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г4В	Регнер Роберт Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Матери Татьяна Михайловна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Калмыкова Екатерина Юрьевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин Владимир Филлипович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Тютева П.В.	д.т.н., доцент		

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

Инженерная школа энергетики
Отделение Электроэнергетики и электротехники
Направление подготовки (специальность) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль ««Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника»»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Тютеева П.В.
(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
5Г4В	Регнер Роберту Игоревичу

Тема работы:

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Литературные данные об устойчивости полимерных материалов к воздействию агрессивных сред, стандарты проведения испытаний, технические характеристики материалов, ГОСТы на соответствия требованиям</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>	<p>1. Аналитический обзор литературных источников в области процессов старения полимерных материалов агрессивных средах</p> <p>2. Разработка методики и плана-графика проведения испытаний</p> <p>3. Подготовка образцов и проведение испытаний</p> <p>4. Обработка и анализ результатов испытаний</p> <p>5. Формулировка выводов по результатам работы</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Графики зависимостей относительного удлинения, предела прочности от углекислотной жидкости</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p> <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Консультант</p> <p>Калмыкова Екатерина Юрьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Панин Владимир Филиппович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Все разделы выпускной квалифицированной работы написаны на русском языке.</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Матери Татьяна Михайловна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г4В	Регнер Роберт Игоревич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Г4В	Регнер Роберт Игоревич

Институт	ИШЭ	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	<p><i>1. Описание рабочего места на предмет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ вредных и опасных факторов, воздействие на окружающую среду, возможные ЧС и места их возникновения, организация работы отдела охраны труда.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	<p><i>1. Анализ вредных факторов, проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Вредные вещества; – Микроклимат в помещении; – Шум; – Освещение рабочей зоны. <p><i>2. Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Электробезопасность; – Пожаробезопасность; – Защита от случайного прикосновения; – Зануление. <p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ объекта воздействия на атмосферу; – Выброс отходов. <p><i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Наиболее вероятными ЧС при исследовании фторполимерной оболочки являются высвобождение в природную среду обитания больших количеств опасных и вредных для жизни и здоровья людей веществ и агентов. <p><i>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Перечень законодательных и нормативных документов.
Перечень расч-го и граф-го материала	Расчет искусственного освещения для помещения.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Доктор технических наук	Панин В.Ф.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г4В	Регнер Роберт Игоревич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Г4В	Регнер Роберту Игоревичу

Институт	ИШЭ	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости рынка; Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ (количество исполнителей - 2 человека)</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Материальные затраты, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления, накладные расходы.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам составляют 30,2 % от ФОТ на 2016 год</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Формирование плана и графика разработки : - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта; - расчет сметы затрат: - материальные затраты; - оплата труда; - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.</i>
2. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определение интегрального показателя ресурсоэффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта
2. Бюджет проекта
3. Оценка ресурсоэффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Калмыкова Е.Ю.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г4В	Регнер Р.И.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа размером в 58 страниц текстового материала, включает в себя 14 рисунков, 8 таблиц, 16 использованных источника.

Перечень ключевых слов: полимер, оболочка, изоляция, агрессивная среда, стойкость, относительное удлинение, термическое старение, полиэтилен.

Актуальность работы заключается в следующем: при работе кабельного изделия в системах автоматизации, где необходимо соблюдение сразу нескольких условий:

- Кабель должен выдерживать механические нагрузки, сохраняя целостность оболочки.
- Эксплуатация кабельных изделий в системах автоматизации нередко связано с непосредственным контактом оболочки с маслом, поэтому оболочка должна выдерживать длительное действие трансформаторного масла.

В связи с этим есть необходимость исследования действия углеводородных жидкостей на физико-механические свойства полимерной оболочки.

В процессе выполнения данной работы был представлен литературный обзор по данной тематике. Список вопросов, изученных в ходе написания литературного обзора: Определение и классификация кабельных изделий на низкое и среднее напряжение, нормы и методы оценки влияния углеводородных жидкостей на физико-механические свойства полимерных материалах, применяемых в конструкциях кабельных изделий. В работе были определены методы осуществления процесса старения полимеров и испытание механических свойств, а также методика получения результатов.

В данной работе была получена зависимость предела прочности и относительного удлинения при разрыве полимерной оболочки от времени старения в

жидких агрессивных средах при температуре окружающей среды. На основе полученных данных были сделаны выводы о стойкости органических диэлектриков к действию углеводородных жидкостей и даны рекомендации по выбору полимерного материала для кабельных изделий, работающих в условиях агрессивных сред.

Дипломная работа выполнена при помощи текстового редактора MicrosoftWord 2010

Список сокращений

КИ – кабельное изделие

РШ – резина шланговая

ЭПР –этиленпропиленовая резина

СПЭ – сшитый полиэтилен

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. Обзор литературы.....	11
1.1 Кабели низкого и среднего напряжения.....	11
1.2. Нормы и методы определения стойкости изоляционных материалов для КИ к воздействию агрессивных сред.....	13
1.3 Старение изоляции КИ.....	13
1.4.Характеристики полимерных материалов, применяемых в конструкции кабелей.....	16
1.5 Особенности ПВХ-изоляции.....	17
2. Методическая часть.....	19
2.1.Методика проведения старения в агрессивной жидкости.....	19
2.2 Подготовка образцов.....	20
2.3. Методика статической обработки результатов эксперимента.....	23
3.Обсуждение результатов эксперимента.....	35
4.ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-СБЕРЕЖЕНИЕ.....	43
4.1.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	43
4.1.2 Определение трудоемкости выполнения научного исследования.....	44
4.1.3 Разработка графика проведения технического проекта.....	45
4.2 Составление сметы затрат на разработку ТП.....	57
4.2.1 Расчет материальных затрат.....	57
4.2.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	58
4.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды.....	59
4.2.4 Накладные расходы.....	60
4.3 Определение ресурсоэффективности проекта.....	61
5. Социальная ответственность.....	64
5.1 Анализ вредных факторов.....	64
5.2 Анализ опасных факторов.....	70
5.2.1 Готовность ЧС в лаборатории «НИКИ».....	76
5.3 Охрана окружающей среды.....	77
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	79
Заключение.....	81
Список используемой литературы.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Низковольтные кабельные изделия нередко используются в агрессивных средах. Действие жидкостей (дизельное топливо, трансформаторное масло) является для кабельных изделий (КИ) важным фактором старения. Срок службы КИ напрямую зависит от возможности материала оболочки сопротивляться воздействию этих жидкостей.

На данный момент данных о стойкости изоляционных компонентов к влиянию агрессивных сред недостаточно. В связи с этим, задачей дипломной работы является изучение маслостойкости кабельной резины и разработке рекомендаций по выбору наиболее устойчивых полимерных материалов к воздействию углеводородных жидкостей, а также исследование основных механизмов старения кабельной резины под воздействием углеводородных жидкостей.

Для решения поставленных задач были выбраны образцы из шланговой резины РШТ и этиленпропиленовой ЭПР.

1. Обзор литературы

1.1 Кабели низкого и среднего напряжения

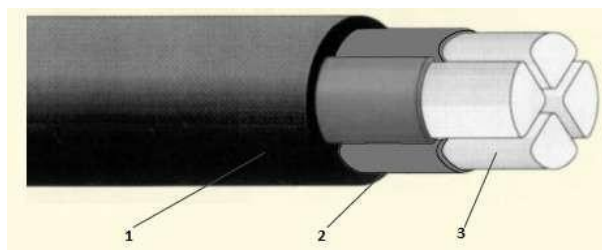
КИ можно систематизировать согласно разным показателям, начиная от конструктивных особенностей (структура и использованные материалы полезных компонентов), заканчивая техническими характеристиками (предназначение, сфера использования). Одной из основных классификаций КИ является классификация по рабочему напряжению (все КИ подразделяются на три группы: низкого, среднего и высокого напряжения).

Низковольтные КИ (до 1 кВ) исходя от предназначения подразделяются на:

- а) силовые кабели (разделение и передача ЭЭ в сетях низкого напряжения);
- б) контрольные кабели и кабели управления (осуществление дистанционного управления системами контроля и автоматики)
- в) Монтажные провода и шнуры

Наиболее востребованными на сегодняшний день считаются системы низковольтных КИ с изоляцией из сшитого полиэтилена (ПЭ) с повышенной стойкостью к действию нагрузки наряду с поливинилхлоридной-изоляцией (примерно на 17 %), также КИ с повышенной стойкости к коррозии при прокладке под землёй, где возможно наличие агрессивных сред. Для таких КИ из-за условий эксплуатации предусматриваются строгие требования по пожаро- и взрывобезопасности, как к конструкции кабеля, так и к материалам.[1]

В зависимости от области применения низковольтные КИ изготавли-



ваются двух- и четырёхжильные. Кабель из 4 жил имеет 3 основных жилы и одну жилу, которая служит для заземления или зануления, может иметь меньшее сечение, по сравнению с основными жилами. Конструкцию низковольтного КИ можно рассмотреть на рис. 1.1.[1]

Рисунок 1.1 - Типовая конструкция кабеля до 1 кВ: 1 - оболочка; 2 - изоляция; 3 – жила

КИ на среднее напряжение более востребованы на области кабельной продукции, поскольку основным напряжением энергетических систем в РФ и стран СНГ является 10 кВ. Такие кабели применяются в распределительных сетях с изолированной нейтралью на напряжения 3, 6, 10, 20 и 35 кВ.[2]

Конструкционные особенности КИ на среднее напряжение изображены на рисунке 1.2. В качестве электрической изоляции кабелей в большинстве случаев используется бумажная пропитанная(БП) и пластмассовая изоляция. В качестве фазной и поясной изоляции применяется бумага, пропитанная маслоканифольным составом. ТПЖ изготавливаются секторной формы из медных или алюминиевых проводников. Так как БПИ хорошо впитывает влагу, т.е. является гигроскопичной, то ввиду этого предусмотрена металлическая оболочка из свинца или алюминия. Поверх металлических оболочек накладываются защитные покровы для предотвращения механических повреждений и коррозионной стойкости.[1]

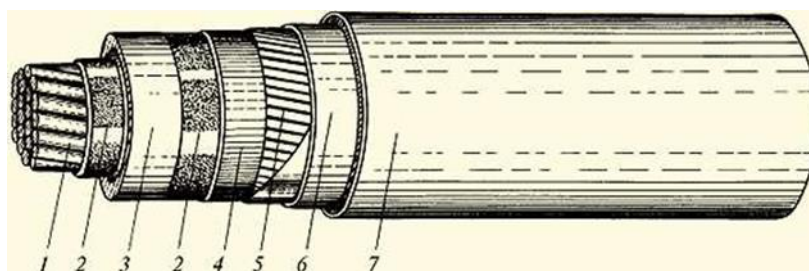


Рисунок 1.2 - Конструкция кабеля на 10 кВ: 1 - ТПЖ; 2 - электропроводящие экструдированные экраны; 3 - изоляция; 4 - электропроводящие влагонабухающие ленты; 5 - экран из медных проволок; 6 - разделительная обмотка лентой; 7 – оболочка

1.2. Нормы и методы определения стойкости изоляционных материалов для КИ к воздействию агрессивных сред.

Нахождение КИ в агрессивной среде может вызывать набухание (изменение массы и геометрических размеров), изменение структуры, а также физико-химических характеристик (относительное удлинение и прочность при разрыве) изоляционных материалов, определяющие химическую устойчивость КИ. Эти процессы могут привести к разрушению полимера.[3]

Испытания образцов после действия агрессивных сред нормируются ГОСТ 270-75 .[5]

1.3 Старение изоляции КИ

В ходе работы на КИ действует несколько условий, которые влияют на компоненты этой системы. Как уже было сказано выше, старение вызывает изменение структуры и свойств полимеров и даже распад молекулярных цепей с последующим разрушением материала. В целях исследования химического состава и строения полимера используется деструкция при условии, если разрушение структуры протекает до образования мономера или ди-, три-, тетрамеров и т. д. Полимеры с более «прямым» строением легче перерабатываются, следовательно, явление деструкции повсеместно используется для упрощения структуры полимера.[1]

Как правило, деструкция является отрицательным, нежелательным процессом, т.к. влечёт за собой ухудшение физико-механических свойств. Противоположной реакции деструкции является сшивание. Результатом проведения таких операций является укрепление межмолекулярных связей и, как

следствие, улучшение прочностных, термических свойств (наблюдается повышение термической стойкости), также при пониженных температурах исчезает явление текучести. В некоторый момент времени может наступить чрезмерное сшивание, в результате которого может наблюдаться повышенная хрупкость полимеров и высокая жесткость, что может пагубно сказаться на качестве конечного продукта.[2]

Факторы, оказывающие влияние на старение полимерных материалов (ускоряют старение):

- Световое излучение (УФ-облучение);
- воздух (озон и кислород);
- температура ;
- влага;
- механические нагрузки;
- воздействие агрессивных сред;
- воздействие микроорганизмов;

Полимеры - высокомолекулярные соединения, процесс старения обусловлен в процессом разрушения макромолекулярных цепей. [3]

В качестве критериев, характеризующих устойчивость полимерных материалов к старению, используют понятия эксплуатационной пригодности (сохранение свойств полимера, обеспечивающих работоспособность изделия), и срок сохранения эксплуатационных свойств.

Термическое старение - это разрушение макромолекул при влиянии высокой температуры. Термическое старение может проходить до образования коротких цепей различного строения или даже до образования мономера. Тепловым воздействиям подвергаются, например, изделия из полимеров, используемые для работы при высокой температуре в различных аппаратах, где нет доступа кислорода.[4]

Термоокислительное старение — это разрушение макромолекул при комбинированном воздействии на полимеры температуры и кислорода. Наличие

кислорода ухудшает стойкость полимерных материалов к воздействию теплового потока.

Фотохимическое разрушение - это деструкция молекул при воздействии светового излучения. Наибольшая деградация материала проходит под воздействием коротковолнового УФ-излучения (менее 400 нм). Фотохимическое разрушение проходит даже при низкой температуре, наличие воздушной среды (кислорода) также ускоряет старение, так как кислород является катализатором полимерного старения.[5]

Полимер может также быть разрушен механическими воздействиями. Механическое разрушение происходит при условии, когда механическое воздействие на материал превышает энергию связи атомов в полимере. Из-за того, что на некоторые участки может оказываться непрерывное, то появляются перенапряженные участки – центры разрушения. Механическое разрушение полимера возможно при его переработке, например, при длительной прокатке, тонком измельчении, высокоскоростном механическом перемешивании. Свободные полимерные радикалы, появляющиеся в механическом поле, могут не только рекомбинировать, но и вступать в реакцию с полимерными макромолекулами.[5]

Химическая деструкция представляет собой разрушение макромолекул при действии химических агентов. Она характерна для многих гетероцепных полимеров, содержащих в основной цепи группы, способные к химическим превращениям. Глубина деструкции зависит от природы и количества низкомолекулярного реагента, условий его воздействия. Гибкие кабели, работающие в системах автоматизации в процессе эксплуатации контактируют с маслом. При этом может наблюдаться набухание оболочки из-за высокой сорбции полимера, в результате которой происходит разрыв межмолекулярных связей и также растрескивание полимера.

Защита полимеров от старения

Существует 3 метода защиты полимеров от старения:

- 1) активная ,
- 2) пассивная,
- 3) комбинированная.

Активная защита полимеров способствует уменьшению действий факторов старения. Пассивные методы имеют разные способы стабильности полимеров с помощью добавок-стабилизаторов, акцепторов свободных радикалов, акцепторов активных продуктов старения,. Также применяются защитные, более стойкие к старению покрытия, чем основной материал полимера.

Простейшими световыми стабилизаторами полимеров служат окись железа (содержание до 1%), а также никелевые комплексные соединения.

Стабилизаторы-антиоксиданты различают два вида: останавливающие разложение гидроперекисей и обрывающие цепь химических реакций.

Из антиоксидантов, останавливающих разрушение, можно отметить антиоксиданты фенольного и аминного типа, а также меркаптаны. Наличие в полимере антиоксидантов обоих типов усиливает эффект замедления старения.

Предотвратить старения полимера можно также путем изменения его физической структуры. Для этого полимеры подвергаются специальной механической или термической обработкой или вводят в него добавки - структурообразователи.[17]

1.4.Характеристики полимерных материалов, применяемых в конструкции кабелей

В связи с постоянным ростом областей и объёмов применения полимеров к ним предъявляются всё более строгие требования.

Современная изоляция из полимерного материала должна отвечать следующим требованиям:

1. Должны обеспечивать высокую электрическую прочность всей системы

2. Должны обладать высокой механической прочностью
3. Хорошая теплопроводность
4. Высокая нагревостойкость
5. Низкие диэлектрические потери
6. Материал должен быть недефицитным
7. Должен легко перерабатываться

1.5 Особенности ПВХ-изоляции.

Кабель с поливинилхлоридной изоляцией обычно прокладывают в зданиях, а не под открытым небом, поскольку он не рассчитан на сильные морозы и вредное воздействие ультрафиолета. Тем не менее, разработан ряд модификаций, которые способны выдерживать температуру до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для защиты от солнца кабель прокладывают в трубах.

Данные силовые кабели с пластмассовой изоляцией обладают высокой устойчивостью к повреждениям, а также не возгораются. Добавление таких пластификаторов, как тальк, карбонат кальция и каолин повышают их эластичность и стойкость к морозам.[2]

Кабель с ПВХ-изоляцией отличается рядом достоинств:

- отличная пропускная способность;
- высокий допустимый ток нагрузки (по сравнению с аналогами с бумажной изоляцией - на 30% выше);
- экологическая безопасность;
- малый вес, средний диаметр и большой радиус изгиба позволяют эксплуатировать кабель на сложных трассах;

- высокий ток термической стойкости при коротком замыкании (до 250 °С);
- незначительный показатель потерь в изоляции (0,001).

Из недостатков необходимо выделить два:

- под действием ультрафиолетовых лучей активизируется процесс старения;
- отсутствует стойкость к воздействию высоких температур.

Изоляция из полиэтилена

В области кабельно-проводниковой продукции полиэтилен занимает одно из лидирующих мест в качестве материала для изоляции. К его недостаткам можно отнести низкую предельную рабочую температуру (70 °С) и максимальную температуру короткого замыкания (160 °С). В связи с этим полиэтилен, применяемый для изоляции КИ обычно сшивают - в результате достигается повышение максимальной рабочей температуры и температуры короткого замыкания до 90 и 250 °С соответственно. К преимуществам КИ с изоляцией из сшитого полиэтилена (по сравнению с БПИ) можно отнести большой срок службы, лёгкость монтажа, возможность прокладки КИ при отрицательных температурах без предварительного подогрева, экологичность, более высокие диэлектрические свойства.[3]

Сшивка описывает взаимодействия процесса соединения звеньев макромолекул в широкоячеистую трехмерную сетку за счет образования поперечных связей. При сшивке в молекулярных цепочках, содержащих атомы углерода и водорода, под воздействием каких-либо факторов у звеньев молекул полиэтилена отрываются отдельные атомы водорода. Образовавшиеся свободные связи используются для соединения отдельных цепочек между собой.

В настоящее время в основном используется 3 метода сшивки:

1. Пероксидная. Проходит в среде нейтрального газа при некоторой температуре и давлении с добавлением пероксидов. К плюсам можно отнести хорошую

сшиваемость материала по всей длине без воздушных включений; хорошие диэлектрические свойства, широкий диапазон рабочих температур .

2. Силанольная.

При использовании силана экструдер быстро охлаждается и готов тем самым для чистовой обработки. Скорость полимеризации определяется скоростью диффузии влаги.[2]



Конструкция кабеля с изоляцией из СПЭ: 1 — ТПЖ ;2 — экран из полупроводящего СПЭ, 3 — изоляция из СПЭ, 4 — экран по изоляции из СПЭ , 5 — разделительный слой из полупроводящей ленты, 6 — экран ;7 — разделительный слой, прорезиненной ткани, полимерной ленты, 8 — разделительный слой из алюмополиэтиленовой, 9 — оболочка

2. Методическая часть

2.1. Методика проведения старения в агрессивной жидкости

Старение полимеров в агрессивных средах в лабораторных условиях осуществляется по межгосударственному стандарту ГОСТ ИЕС 60811-2-1-2011. Представленный стандарт описывает процесс взаимодействия полимерных материалов изоляции и оболочек кабельных изделий на озоностойкость, тепловую деформацию и маслостойкость.

Образцы погружаются в масло при нормальных условиях. После выдержки в течение определённого времени они извлекаются из жидкости. До того как испытать образцы, им надо выдержать на воздухе течение 16-24 часов, если иное не указано в стандарте или ТУ на конкретное КИ. Перед испытанием нужно тщательно удалить остатки жидкости с поверхности испытуемого материала. Далее образцы выдерживаются в течение установленного времени. [6]

Подготовка образцов



Рисунок 2.2 - Кабель КГ-ХЛ

В качестве объекта исследования были выбраны кабель марки КГ-ХЛ и судовой кабель из этиленпропиленовой резины (ЭПР) .

кабель марки КГ-ХЛ, как и другие виды КГ, применяется для питания нестационарных машин и механизмов напряжением до 1000 В. Конструктивно, кабель представляет собой:

- 1) Многопроволочная токопроводящая жила, выполненная из меди и имеющая круглую форму.
- 2) Слой синтетической плёнки и изоляции из термоэластопласта, служащий для разделения жил в кабеле.
- 3) Резиновая изоляция каждой жилы, как правило, для удобства подключения используют разноцветную резину для изоляции жил, цветовая маркировка которой, соответствует международным стандартам.
- 4) Оболочка – для кабеля КГ ХЛ, выполнена из резины типа РШ в холодостойком исполнении

Технические характеристики:

- 1) Сопротивление изоляции кабеля, при одном километре длины (температура 20 °С), не ниже 50 Мом;
- 2) Кабель выдерживает испытания повышенным напряжением 2500В (с частотой 50Гц) не менее 5 минут.
- 3) КГ ХЛ рассчитывается на многократные перегибы, в количестве от 30000 циклов.
- 4) Данную марку кабеля применяют для эксплуатации при температурах от минус 40 °С до плюс 50 °С.
- 5) Минимальный гарантийный срок, устанавливаемый производителем – 6 месяцев с момента начала эксплуатации, конечно при соблюдении всех условий завода изготовителя и действующих Правил.

Хорошим показанием применения данной резины для изоляции и защитных оболочек является получение требуемой гибкости, влагостойкости, маслостойкости, способность не распространять горение и высокие электрических и физико-механические характеристики. Высокая нагревостойкость резин имеет применение с синтетическими каучуками типа кремнийорганических.[2]

Внешняя защитная оболочка кабеля постоянно подвергается разным механическим воздействиям ,поэтому предел прочности при растяжении является главной характеристикой для шланговых резин, которые служат материалом для оболочки. Что касается изоляционных резин, то для них прочность при растяжении не является первостепенным показателем, так как изоляция, как правило, защищена от внешних механических воздействий какой-либо оболочкой. Для изоляционной резины важно не столько первоначальное значение предела прочности при растяжении, сколько сохранение исходного уровня прочности после теплового старения. Резины на основе синтетических каучуков имеют меньшую прочность, чем резины на основе НК, но более устойчивы к тепловому старению.[1]

Для исследования оболочки, выполненной из резины, выполнены образцы в форме двухсторонней лопатки. Образцы с внешними механическими повреждениями в проведении испытания не участвуют. Все внутренние конструктивные элементы при этом удаляются. Число испытываемых образцов равно пяти, если иное количество не нормируется в условиях, указанных в нормативной документации на конкретное кабельное изделие.[1]

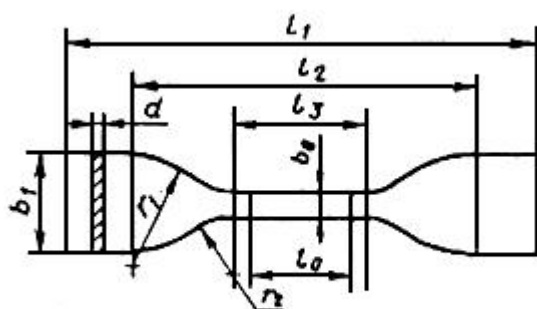


Рисунок 2.3. Образец формы двухсторонней лопатки согласно ГОСТ 270-75

Испытания проводились на разрывной машине Instron



Рисунок 2.4 Разрывная машина Instron

2.4. Методика статической обработки результатов эксперимента

Аналогично проведению испытания, обработка результатов испытаний оболочки проводится в соответствии с пунктом 9.2.8 ГОСТ ИЕС 60811-1-1-2011. Прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве подсчитывают в соответствии с 7.3 и 7.4 настоящего стандарта. При этом прочностью при растяжении считается максимальное напряжение при растяжении образца при разрыве; относительное удлинение при разрыве

- увеличение контрольной длины образца при разрыве по сравнению с контрольной длиной нерастянутого образца, выраженное в процентах.[5]

Предел прочности на разрыв определяется:

$$\sigma = \frac{F_p}{S} \text{ МПа,} \quad (2.1)$$

где F_p - предельное значение приложенной нагрузки, при которой произошел разрыв, Н;

S - площадь поперечного сечения образца, мм²:

$$S = \pi \cdot (D_{\text{ж}} - h_{\text{об}}) \cdot h_{\text{об}}, \quad (2.2)$$

где $D_{\text{ж}}$ - диаметр жилы, мм;

$h_{\text{об}}$ - толщина оболочки, мм.

$$S = \pi \cdot (14 - 2) \cdot 2 = 75 \text{ мм}^2.$$

Относительное удлинение при разрыве определяется:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

где Δl - абсолютное удлинение образца, мм:

$$\Delta l = l_2 - l_1, \quad (2.4)$$

где l_2 - длина образца после приложения нагрузки, мм;

l_1 - длина образца до приложения нагрузки, мм.

3.Обсуждение результатов эксперимента

Результаты испытаний прочности на разрыв для РШ и ЭПР, старение которых проводилось в масле, представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Предел прочности на разрыв в зависимости от времени старения

Время старения, час	Предел прочности, МПа	
	Трансформаторное масло	
	РШ	ЭПР
0	13,37	5,67
168	10,94	4,96
408	7,44	4,57
504	7,01	3,69
600	6,79	3,77

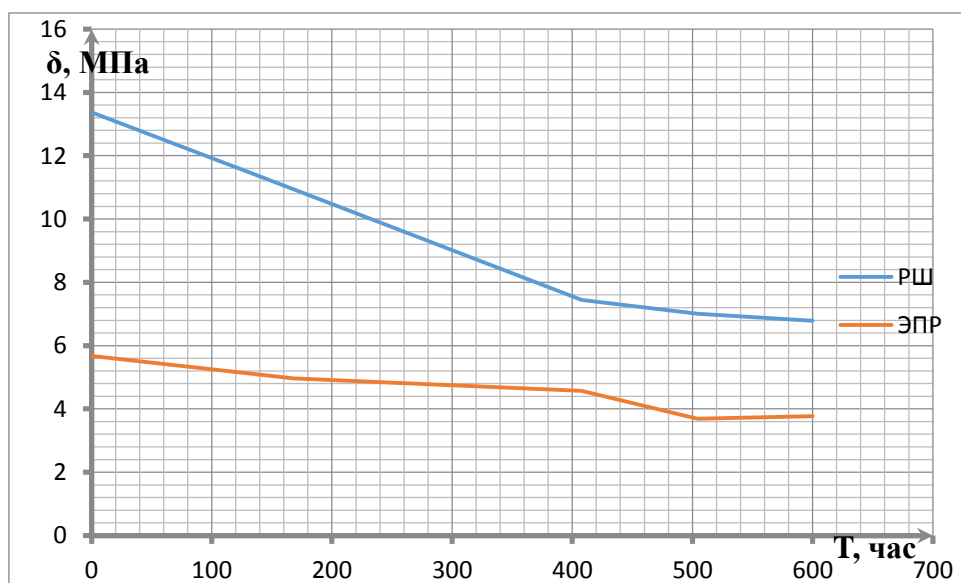


График 3.1- Зависимость предела прочности от времени старения

Таблица 3.2 - Относительное удлинение при разрыве в зависимости от времени старения

Время старения, час	Относительное удлинение, %	
	Трансформаторное масло	
	РШ	ЭПР
0	501	329
168	455	281
408	418	258
504	420	235
600	441	299

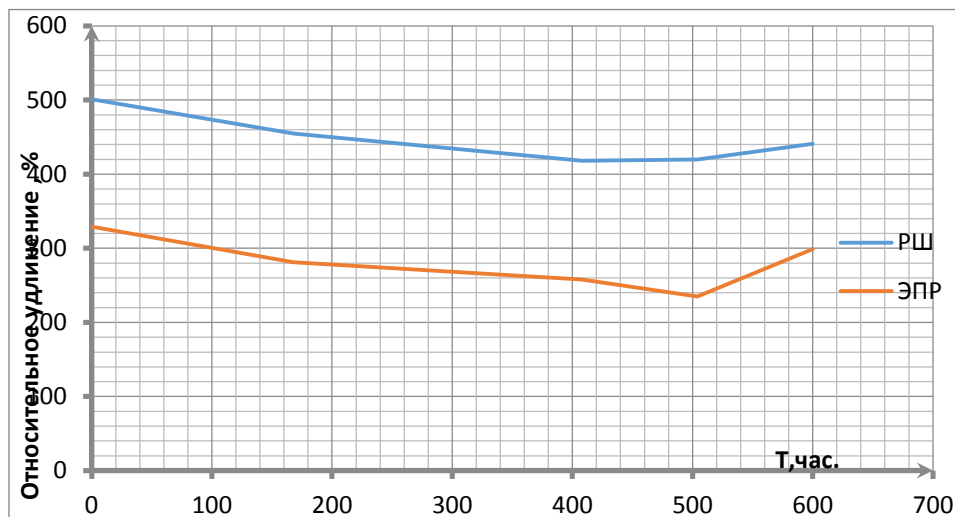


График 3.2 - зависимость относительного удлинения ε от времени старения τ

Как видно из графиков ЭПР обладает лучшей маслостойкостью, чем РШ, т.к. кабель из ЭПР сохранил свои прочностные свойства на 66,2 % , а РШ на 50,7%. Следовательно, РШ лучше применять в условиях отсутствия агрессивных сред, т.к. имеет хорошие исходные данные по прочности. Относительное удлинение у ЭПР составило 90,8 %, у РШ 88% [2]

Уменьшение предела прочности при сорбции полимера может быть вызвано двумя причинами. Во-первых, возникновением внутренних напряжений вследствие неравномерного набухания. В результате при определенной степени набухания в полимерном материале могут образовываться внутренние дефекты, трещины и микротрещины. Во-вторых, прочность может изменяться из-за уменьшения энергии межмолекулярных взаимодействий.[1]

Ход работы:

1) РШ после 168 часов

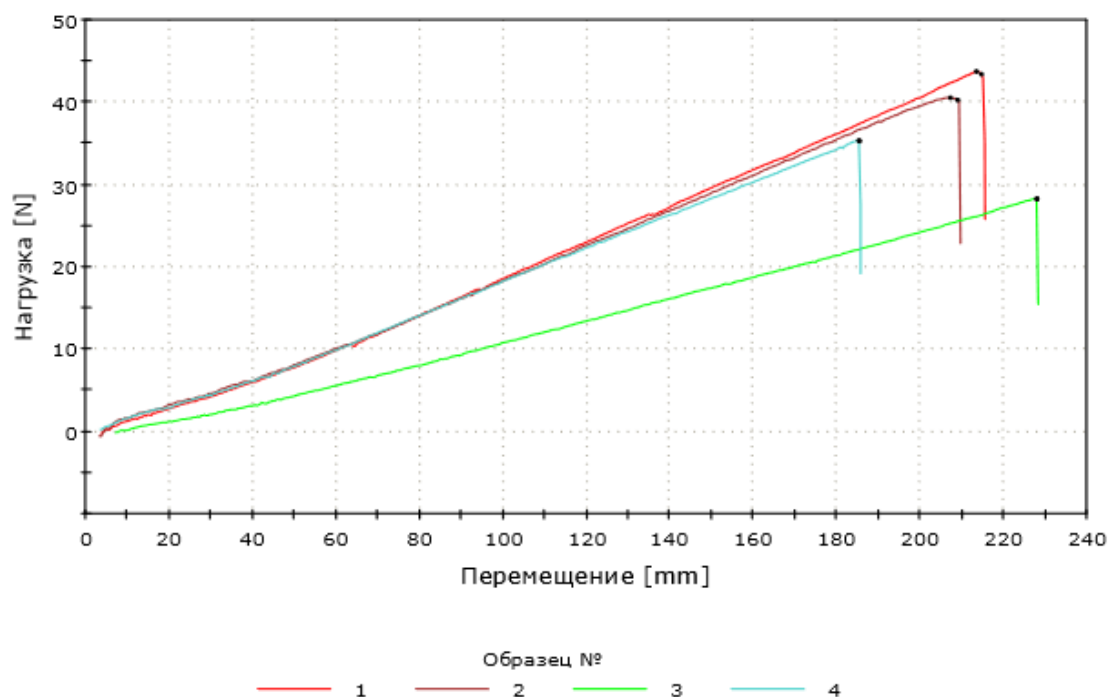


График 3.3 Зависимость нагрузки N от перемещения РШ после действия масла в течение 168 час.

Таблица 3.3 Зависимость нагрузки N от перемещения РШ после действия масла в течение 168 ч/

	Образец №	Толщина, мм	Площадь, мм	Нагрузка, N	Прочность, МПа	Конечная длина (между метками)	Относительное удлинение, %
	1	0,95	3,80	43,42	11,43	113	465
	2	1,03	4,12	40,30	9,78	110	450
	3	0,60	2,40	28,32	11,80	113	464
	4	0,82	3,28	35,33	10,77	108	440
	Среднее	0,85	3,40	36,84	10,94	111	455
	Медиана	0,88	3,54	37,82	11,10	111	457

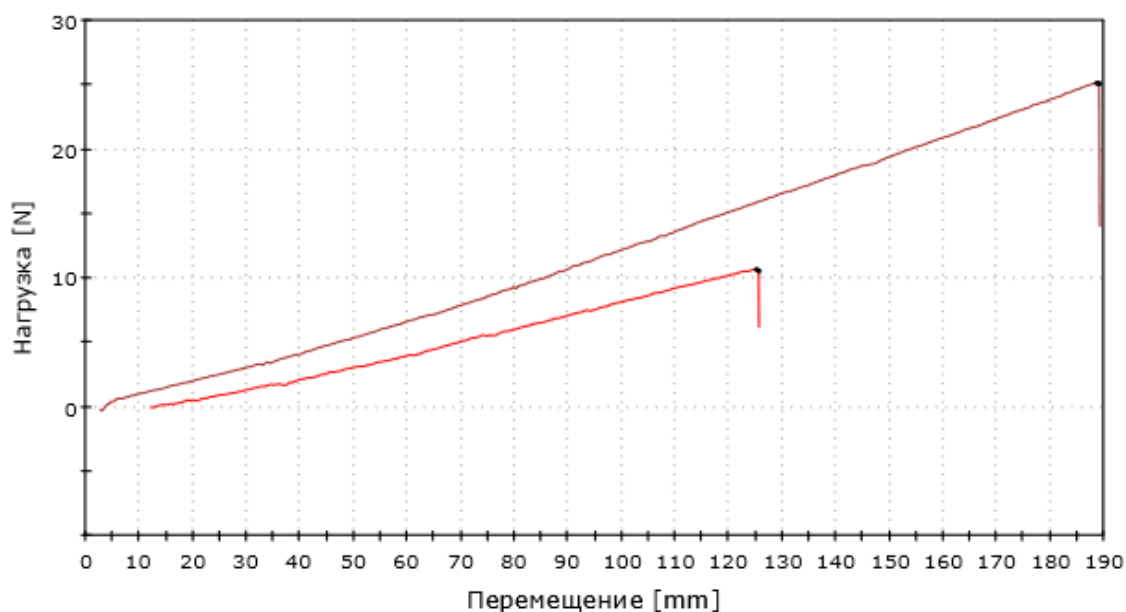


График 3.4 Зависимость нагрузки N от перемещения РШ после действия масла в течение 408 час.

Таблица 3.4 Зависимость нагрузки N от перемещения РШ после действия масла в течение 408 час.

	Образец №	Толщина, мм	Площадь, мм	Нагрузка, N	Прочность, МПа	Конечная длина (между метками)	Относительное удлинение, %
1	1	0,60	2,40	10,61	4,42	89	345
2	2	0,60	2,40	25,12	10,47	118	490
Среднее		0,60	2,40	17,87	7,44	104	418
Медиана		0,60	2,40	17,87	7,44	104	418

3) РШ после 600 часов

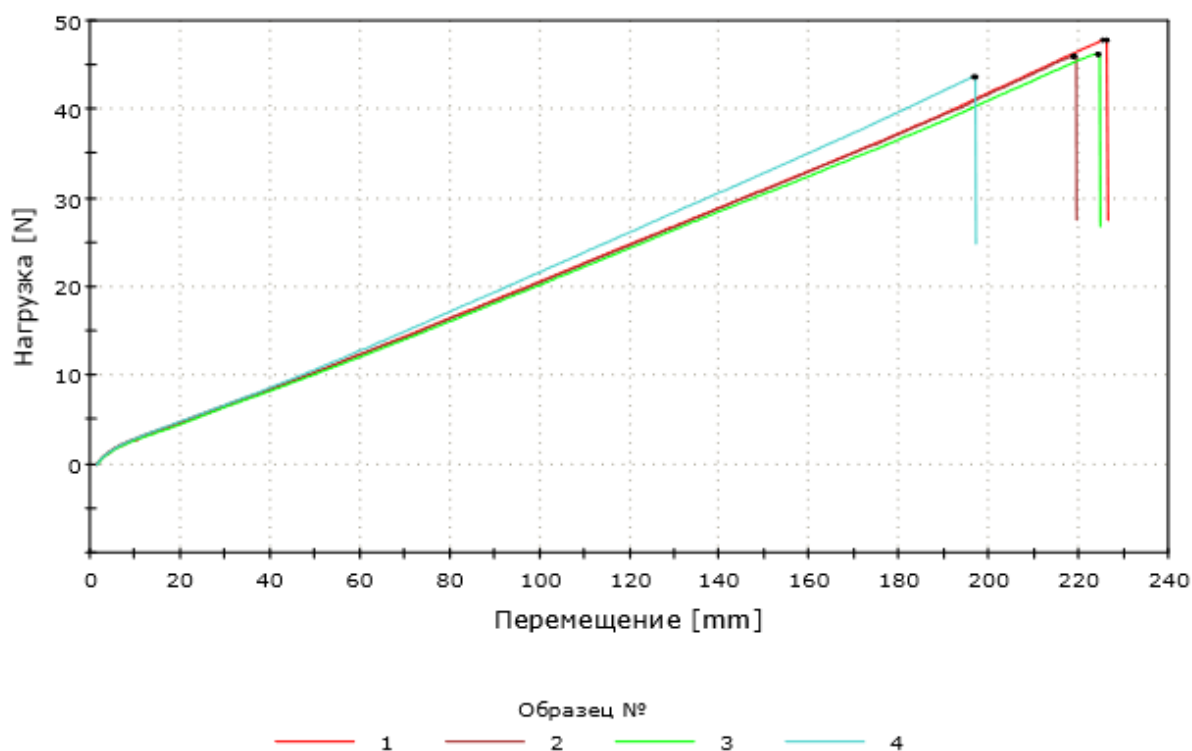


График 3.5 Зависимость нагрузки N от перемещения РШ после действия масла в течение 600 час.

Таблица 3.5 Зависимость нагрузки N от перемещения РШ после действия масла в течение 600 час

	Образец №	Толщина, мм	Площадь, мм	Нагрузка, N	Прочность, МПа	Конечная длина (между метками)	Относительное удлинение, %
	1	0,85	3,40	47,81	14,06	120	500
	2	0,83	3,32	45,98	13,85	123	515
	3	0,86	3,44	46,23	13,44	125	525
	4	0,90	3,60	43,70	12,14	113	465
Среднее		0,86	3,44	45,93	13,37	120	501
Медиана		0,86	3,42	46,11	13,65	122	508

4) ЭПР после 168 часов

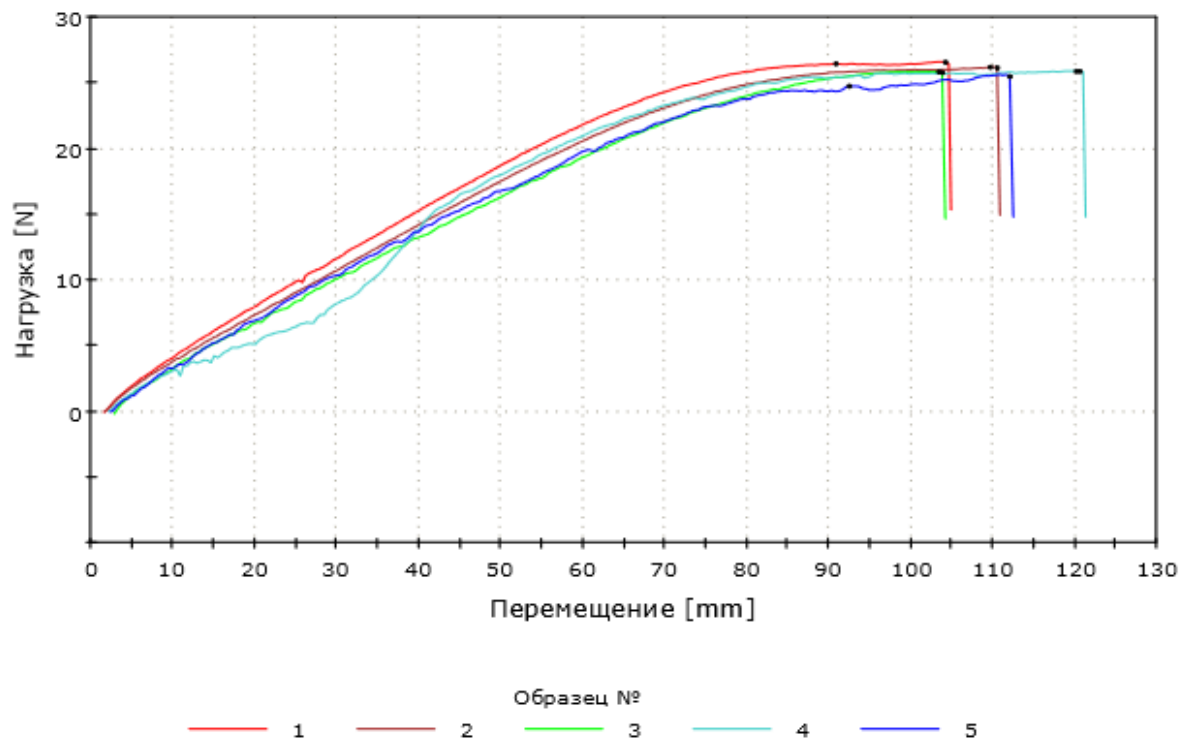


График 3.6 Зависимость нагрузки N от перемещения ЭПР после действия масла в течение 168 час.

Таблица 3.6 Зависимость нагрузки N от перемещения ЭПР после действия масла в течение 168 час

	Образец №	Толщина, мм	Площадь, мм	Нагрузка, N	Прочность, МПа	Конечная длина (между метками)	Относительное удлинение, %
1	1	1,30	5,20	26,57	5,11	74	270
2	2	1,37	5,48	26,15	4,77	72	260
3	3	1,32	5,28	25,79	4,88	71	255
4	4	1,26	5,04	25,89	5,14	82	310
5	5	1,30	5,20	25,49	4,90	82	310
Среднее		1,31	5,24	25,98	4,96	76	281
Медиана		1,30	5,20	25,89	4,90	74	270

5) ЭПР после 408 часов

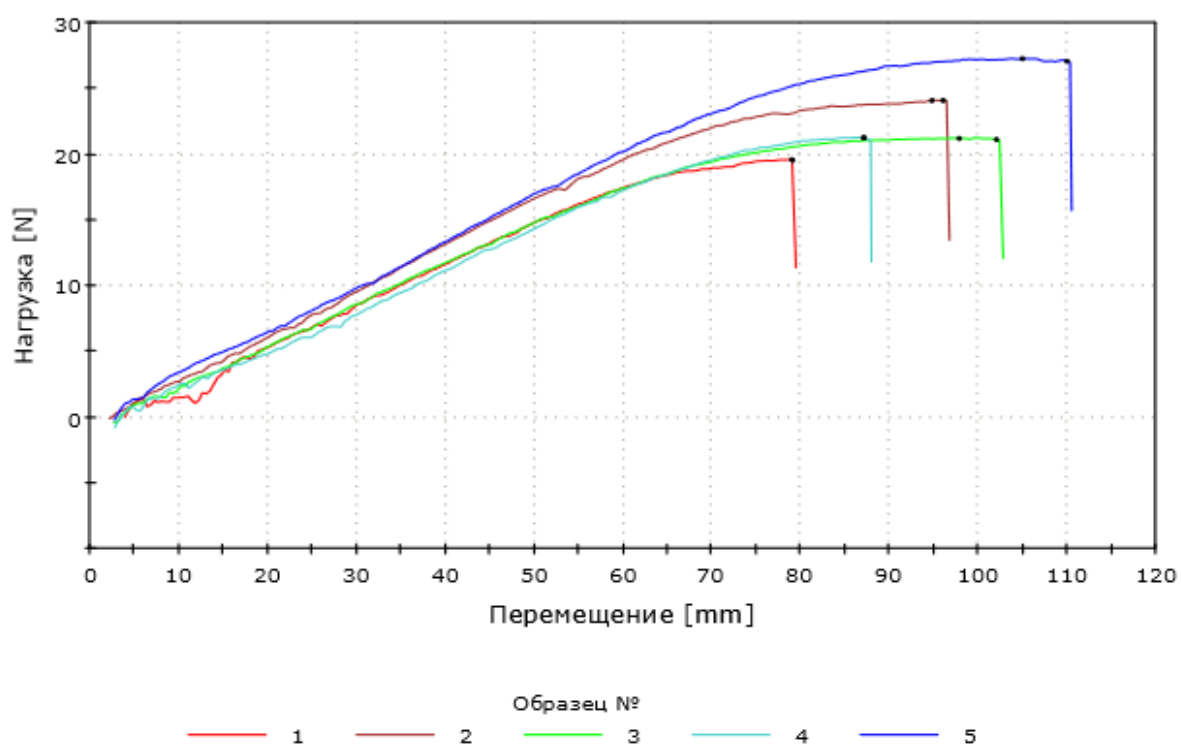


График 3.7 Зависимость нагрузки N от перемещения ЭПР после действия масла в течение 408 час.

Таблица 3.7 Зависимость нагрузки N от перемещения ЭПР после действия масла в течение 408 час.

	Образец №	Толщина, мм	Площадь, мм	Нагрузка, N	Прочность, МПа	Конечная длина (между метками)	Относительное удлинение,
1	1	1,03	4,12	19,58	4,75	62	210
2	2	1,12	4,48	24,08	5,37	74	270
3	3	1,30	5,20	21,13	4,06	80	300
4	4	1,33	5,32	21,26	4,00	68	240
5	5	1,45	5,80	27,08	4,67	74	270
Среднее		1,25	4,98	22,63	4,57	72	258
Медиана		1,30	5,20	21,26	4,67	74	270

б) ЭПР после 600 часов

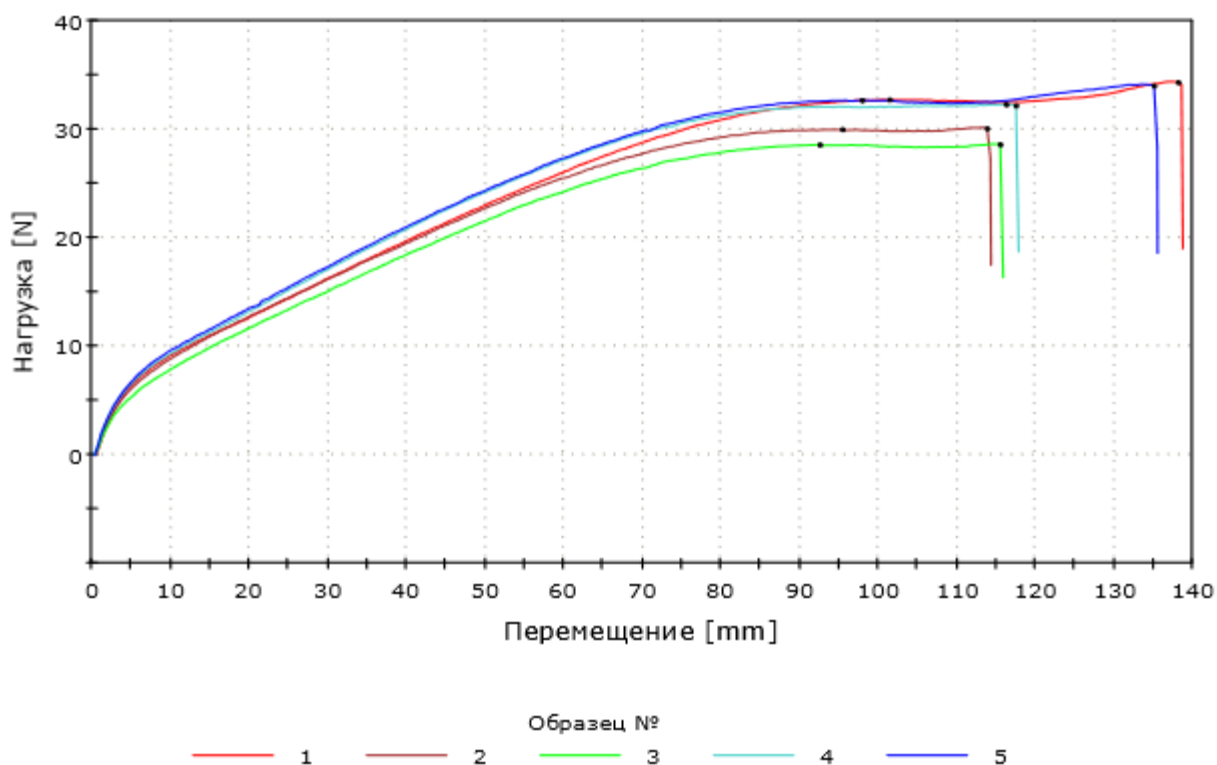


График 3.8 Зависимость нагрузки N от перемещения ЭПР после действия масла в течение 600 час.

Таблица 3.8 Зависимость нагрузки N от перемещения ЭПР после действия масла в течение 600 час.

	Образец №	Толщина, мм	Площадь, мм	Нагрузка, N	Прочность, МПа	Конечная длина (между метками)	Относительное удлинение, %
1	1	1,45	5,80	34,32	5,92	94	370
2	2	1,36	5,44	30,03	5,58	85	325
3	3	1,35	5,40	28,57	5,29	84	320
4	4	1,40	5,60	32,13	5,74	80	300
5	5	1,44	5,76	33,99	5,90	96	380
Среднее		1,40	5,60	31,81	5,67	88	339
Медиана		1,40	5,60	32,13	5,74	85	325

НОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

4.1 Планирование научно-исследовательской работы

Планирование комплекса работ по научному исследованию состоит из нескольких этапов:

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

4.1.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения выпускной квалификационной работы требуются исполнители в лице научного руководителя (НР) и студента-дипломника (СД). Также определяется перечень этапов в рамках исследования. Соотношение этапов и исполнителей приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Поиск и изучение необходимой литературы	Студент-дипломник
Проведение испытаний	3	Выдержка образцов	Студент-дипломник
	4	Проведение испытаний	Студент-дипломник, научный руководитель
Выводы по полученным результатам	5	Оценка результатов исследования	Студент-дипломник, Научный руководитель
Оформление отчета по научному исследованию	6	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник
	7	Проверка выпускной квалификационной работы	Научный руководитель

Сдача выпускной квалификационной работы	8	Подготовка к защите ВКР	Студент-дипломник , Научный руководитель
	9	Защита ВКР	Студент-дипломник

4.1.2 Определение трудоемкости выполнения научного исследования

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях на основе ряда вероятностных оценок, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов, и рассчитывается следующим образом:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;
 t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;
 t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;
 $t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;
 $Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Рассчитанные значения трудоемкости и продолжительности работы для выбранных исполнителей приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Календарная продолжительность работ

№	Название работы	Трудоёмкость работ, чел.-дн.						Длительность работ в рабочих днях	
		t_{\min}		t_{\max}		$t_{\text{ож}}$			
		НР	СД	НР	СД	НР	СД	НР	СД
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	1	-
2	Поиск и изучение необходимой литературы	-	7	-	14	-	9,8	-	10
3	Выдержка образцов	-	1	-	2	-	1,4	-	1
4	Проведение испытаний	1	3	2	5	1,4	3,8	1	4
5	Оценка результатов исследования	1	3	2	6	1,4	4,2	1	4
6	Составление пояснительной записки	-	3	-	5	-	3,8	-	4
7	Проверка выпускной квалификационной работы	1	3	3	5	1,8	3,8	2	4
8	Подготовка к защите ВКР	-	4	-	8	-	5,6	-	6
9	Защита ВКР	1	-	3	-	1,8	-	2	-

Примечание: минимальное t_{\min} и максимальное время t_{\max} получены на основе экспертных оценок.

4.1.3 Разработка графика проведения технического проекта

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

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [13].

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР [13]. На основе таблицы 4.1 строим план-график проведения работ (таблица 4.3).

Таблица 4.3 Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп-ли	Трi, раб.дн	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39					
1	Составление и утверждение технического задания	НР	1	■																																											
2	Обзор научной и технической литературы	СД	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																		
3	Расчёт геометрических параметров	СД	1										■																																		
4	Расчет режимов пропитки	НР	1											■																																	
		СД	4											■	■	■	■																														
5	Расчет коэффициента пропитки	НР	1																■																												
		СД	4																■	■	■	■																									
6	Определение качества пропитки - емкостной метод	СД	4																				■	■	■	■																					
7	Оценка результатов исследования	НР	2																						■	■																					
		СД	4																						■	■	■	■																			
8	Составление пояснительной записки	СД	6																																												
9	Проверка выпускной квалификационной работы	НР	2																																												
10	Подготовка к защите ВКР	НР	3																																												
		СД	3																																												
11	Защита ВКР	СД	1																																												

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает чуть больше одного месяца. Продолжительность выполнения технического проекта составит 39 дней. Из них для каждого в отдельности:

- 37 дней - продолжительность выполнения работ студента-дипломника;
- 10 дней - продолжительность выполнения работ научного руководителя.

4.2 Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат включает в себя следующие статьи [14]:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.2.1 Расчет материальных затрат

К материальным расходам относятся расходы на сырье и материалы для производства товаров, инструменты, приспособления, инвентарь, приборы, лабораторное оборудование и другие.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (4.3)$$

где m - количество видов материальных ресурсов;

$N_{расхi}$ - количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию, ед.;

C_i - цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов, руб./ед.;

k_T - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Мышка	1	450	450
USB - накопитель	1	500	500
Бумага	1	250	250
Ручка	2	40	80
<i>Итого</i>			<i>1280</i>

При расчете материальных затрат не учитывались материальные расходы, так как все материалы были доставлены на рабочее место самими исполнителями технического проекта (дипломником и научным руководителем)

4.2.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как [13]:

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (4.4)$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата исполнителя рассчитывается, исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле [15]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (4.5)$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [13]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_d}, \quad (4.6)$$

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

$Z_{доп}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{р.к.}$ – районная доплата, руб.;

F_d – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{р.к.}$, руб.	$Z_{м.}$, руб.	$Z_{дн.}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн.}$, руб.
Научный руководитель	29000	2550	37700	40250	1548	10	15480
Студент-дипломник	1854	400	556	2810	108	37	3996
<i>Итого</i>							<i>19476</i>

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.7)$$

где $k_{доп}$ - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15) [13].

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{доп}$	$Z_{осн.}$, руб.	$Z_{доп.}$, руб.	$Z_{полн.}$, руб.
Научный руководитель	0,15	15480	2550	18030
Студент-дипломник	0,12	3996	400	4396
<i>Итого</i>		<i>19476</i>	<i>2950</i>	<i>22426</i>

4.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются 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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{полн}}, \quad (4.8)$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) [13].

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 22426 = 6773 \text{ руб.}$$

4.2.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

$$Z_{\text{накл}} = \sum Z \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.9)$$

где $k_{\text{нр}}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы [13].

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

4.2.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции [13].

Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
Материальные затраты ТП	1,28	3,2

Затраты на оплату труда	22,43	54,2
Отчисления во внебюджетные фонды	6,77	16,5
Накладные расходы	10,9	26,1
<i>Итого</i>	<i>41,38</i>	<i>100,0</i>

Исходя из сметы затрат, на технический проект требуется 41,38 тыс.рублей. Согласно диаграмме Ганта продолжительность всей работы составила 37 рабочих дней.

4.3 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле [14]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.10)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i - весовой коэффициент разработки;

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

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к исследуемому изоляционному материалу и качества пропитки им обмоток аппаратов:

1. Электрическая прочность – характеристика диэлектрика, минимальная напряженность электрического поля, при которой наступает электрический пробой.
2. Безотказность - это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.
3. Негорючесть - это комплексная характеристика материала или конструкции изделия противостоять возгоранию и распространению процесса горения.
4. Механическая прочность - это способность материала сопротивляться различным внешним факторам.

5. Экономичность - низкий уровень цен на используемые в конструкции материалы.
6. Экологичность - это свойство, характеризующее безопасное влияние на окружающую среду при обработке или переработке материала.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка
1. Электрическая прочность	0,20	5
2. Безотказность	0,20	5
3. Негорючесть	0,15	4
4. Механическая прочность	0,20	5
5. Дешевизна	0,15	4
6. Экологичность	0,10	3
<i>Итого</i>	<i>1,00</i>	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит [15]:

$$I_p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,10 = 4,5$$

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

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

- при планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителей;

- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта в размере 41,38 тыс.рублей;
- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,5 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

5. Социальная ответственность

В рамках дипломного проекта были проведены исследования стойкости резиновой оболочки к воздействию углеводородных жидкостей, в качестве которых использовалось трансформаторное масло.

Эксперименты проводились в лаборатории ООО «НИКИ» в следующей последовательности:

- 1) Подготовка образцов для испытаний на старение в агрессивной среде (трансформаторное масло);
- 2) Испытание образцов в исходном состоянии;
- 3) Старение образцов при различном времени воздействия агрессивной жидкости;
- 4) Испытание образцов после старения.

Для проведения экспериментов использовалось следующее оборудование:

- Плоскогубцы, нож канцелярский, толщиномер
- Камера для испытаний Instron.

Анализ вредных факторов

При проведении испытаний существует вероятность возникновения несчастных случаев (травмирование, профессиональные заболевания, пожары и тд.) Поэтому для правильной организации работ по борьбе с травматизмом, профессиональными и общими заболеваниями рассмотрим вопросы охраны труда на рабочем месте.

Основные вредные факторы:

- испарение летучих продуктов;
- отклонение параметров микроклимата;
- повышенный уровень шума;
- недостаточная освещенность.

Влияние этих факторов ведёт к снижению трудоспособности из-за переутомления, что в свою очередь приводит к профессиональным заболеваниям.

Рассмотрим нормы предъявляемые к выявленным факторам, и их способы реализации.

Основные опасные факторы:

- механическая опасность (работа с режущими инструментами);
- поражение электрическим током (при соприкосновении с токоведущими частями установки);
- вероятность пожара.

Вредные вещества

В процессе проведения исследований одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов из агрессивной среды. Испаренные летучие продукты могут нанести вред здоровью человека. Согласно [8] по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й - вещества высокоопасные;
- 3-й - вещества умеренно опасные;
- 4-й - вещества малоопасные.

Трансформаторное масло относится к малотоксичным веществам 4-го класса опасности [9,10]. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны для вредных веществ 4-го класса – более 10 мг/м³.

Для устранения или уменьшения воздействия данного вредного фактора в лаборатории производится вентиляция помещения. Так как в здании изначально не было отведено места для установки искусственной вентиляции (воздуховодов), то помещение проветривается естественным способом, т.е. открывается окно на некоторое время в отсутствие рабочего персонала. Для увеличения эффекта вентиляции необходимо установить вытяжку с вентилятором (принудительная вентиляция).

Микроклимат

Важную роль для здоровья человека играет состояние окружающей среды, метеорологические условия или микроклимат на производстве (в лаборатории).

Микроклимат определяют следующие параметры:

- температура воздуха в помещении, 0С;
- относительная влажность воздуха, %;
- подвижность воздуха, м/с;
- тепловое излучение, Вт/м.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека и определяются согласно [13]. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта

в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Температура воздуха является одним из ведущих факторов, определяющих метеорологические условия. Температура воздуха в помещении зависит, в основном от производственного процесса, при осуществлении которого, выделяется тепло. Экспериментальные работы, которые проводились в лаборатории, можно отнести к категории легкой физической работы Ib (производство, сидя, стоя, не требует систематического физического напряжения). Оптимальная температура воздуха в холодный период года составляет $+(21\div 23)^{\circ}\text{C}$, в теплый период не более $+(22\div 24)^{\circ}\text{C}$. Для поддержания данной температуры воздуха в холодный период времени предусмотрены батареи центрального отопления.

Влажность воздуха влияет на теплообмен в организме человека, затрудняя или облегчая теплообмен организма с окружающей средой. Оптимальная норма относительной влажности должна составлять $(40\div 60)\%$, что соответствует условиям метеорологического комфорта при покое или легкой физической работе.

В производственных условиях подвижность воздуха создается конвекционными потоками воздуха, которые возникают в результате проникновения в помещение холодных масс воздуха, либо за счет разности температур в смежных участках производственных помещений, а также создается искусственно работой вентиляционных систем. Для холодного и теплого периодов оптимальная величина скорости движения воздуха составляет 0,1 м/с.

Все оптимальные условия микроклимата в исследовательской лаборатории ООО «НИКИ» соблюдены, поэтому дополнительные мероприятия, направленные на улучшение условий, не требуются.

Шум

Основными вредными факторами при работе являются шум и вибрация. Источниками акустического шума являются вытяжки на производстве. Допустимый уровень шумов для лаборатории 75 дБ. Нормируемые параметры постоянного шума являются уровнем звукового давления L, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использование уровня звука La, дБ(А). Защита от шумов – индивидуальное использование наушников или беруш.

Шум возникающий при работе вытяжки достигает порядка 35 дБ, что также не превышает допустимого уровня шумов в рабочем помещении.

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ									По шкале
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Цех	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Щит управле-	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

С физиологической точки зрения шум рассматривают как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека.

Шумы в рассматриваемом помещении возникают как от внутренних источников, так и от внешних раздражителей. К внутренним источникам мы относим технику и вентиляционное оборудование. Используемая в процессе проведения исследования техника производит мало шума, поэтому в помещении достаточно использовать звукопоглощение. Чтобы уменьшить шум, который проникает в помещение извне, достаточно установить уплотнение по периметру притворов окон и дверей. Для персонала, осуществляющего работающего при легкой физической нагрузке и напряженности легкой степени эквивалентный уровень звука не должен превышать 80 дБА в соответствии с [14].

Освещение на рабочем месте

Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения и нормальное состояние нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность и качество продукции также зависят от освещения. На рабочем месте освещение должно быть таким, чтобы работник мог без напряжения зрения выполнять свою работу. Усталость органов зрения зависит от таких факторов, как недостаток света, чрезмерная освещенность, неправильное направление света.

Выполняемая работа относится к классу «малой точности». Согласно

[17] для освещения промышленных предприятий регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест – 200 Лк.

Для обеспечения нормативной освещенности необходимо использовать совмещенное освещение, при котором естественное дополняется искусственным. Искусственное освещение осуществляется с помощью электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Использование энергосберегающих ламп, по сравнению с лампами накаливания, имеет существенные преимущества:

- по спектральному составу света они близки к дневному;
- высокая светоотдача (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- высокий КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- больше длительный срок службы.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами:

$H = 3,2$ – высота помещения, м;

$h_c = 0,2$ – расстояние светильников от перекрытия (свес), м;

$h_{\text{п}} = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса, м;

$h_p = 0,8$ – высота рабочей поверхности над полом, м;

$h = h_{\text{п}} - h_c$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_p - h_c = 3,2 - 0,8 - 0,2 = 2,2 \text{ м.} \quad (5.1)$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{48}{2,2 \cdot (8+6)} = 1,56, \quad (5.2)$$

где A - длина помещения, м;

B - ширина помещения, м;

S - площадь освещаемого помещения:

$$S = A \cdot B = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2. \quad (5.3)$$

По значению i выбираются коэффициент использования освещенности, $\eta = 0,46$ для светильника типа ШОД, с учетом того, что помещение имеет свежепобеленный потолок ($p_n = 70 \%$), свежепобеленные с окнами без штор ($p_c = 50 \%$).

Разрабатывается план помещения и размещение светильников: где L - расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (A) и ширине (B) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B), м;

l - расстояние от крайних светильников или рядов до стены, м.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Светильник ШОД имеет габаритные размеры 1530x284x155 мм.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2,2 = 2,64 \text{ м}, \quad (5.4)$$

где $\lambda = 1,2$ - интегральный критерий оптимальности расположения светильников для светильника типа ШОД с защитной решеткой.

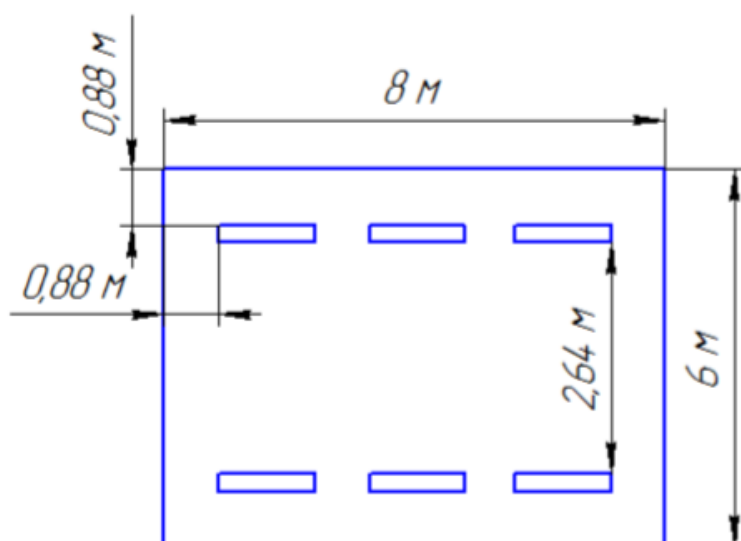


Рисунок 5.1 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Исходя из плана помещения и размещения светильников получается количество светильников равным $n = 6$ (2 ряда светильников по 3 светильника в длину).

Необходимый световой поток одной лампы:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot K \cdot Z \cdot S}{N \cdot \eta}$$

N - общее число ламп

Z - коэффициент минимальной освещенности (коэффициент неравномерности освещения)(при расчете освещения от светильников с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ, и ДНаТ $Z = 1,15$, с люминесцентными лампами $Z = 1,1$)

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 48}{12 \cdot 0,46} = 2670 \text{ Лм}$$

где $E_n = 200$ - нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, Лк;

$K = 1,5$ - коэффициент запаса для помещения с малым выделением пыли;

$Z = 1,1$ - коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп.

По световому потоку выбираем люминесцентную лампу ЛБ-80.

Мощность всей осветительной системы:

$$P = 12 \cdot 80 = 960 \text{ Вт.} \quad (5.5)$$

Анализ опасных факторов

Электробезопасность

По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность (75% и более), высокая температура(35°C), токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединением с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования, токопроводящие полы.

Опасное и вредное воздействие на людей электрическим током, элек-

трической дугой и электромагнитным полем проявляется в виде электро- травм и профессиональных заболеваний. Степень вредного и опасного воздействия на человека электрического тока и электрической дуги зависит от:

- величины и рода тока и напряжения;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия на организм человека.

Мерами, обеспечивающими безопасность при нормальном состоянии электрооборудования, является недоступность и рабочая изоляция токоведущих частей, защитное разделение сетей и малые напряжения.

К дополнительным мерам, устраняющим опасность при появлении напряжения на токоведущих частях, относятся защитное заземление, защитное отключение, выравнивание потенциалов и двойная изоляция.

Выбор комплекса мер защиты, электрорезервных средств и защитных мероприятий определяется видом электроустановки, величиной применяемого напряжения, условиями помещения, в котором расположена электроустановка и т.п.

Производственные помещения по степени опасности поражения людей электрическим током в соответствии с [11] подразделяется на три категории. Лаборатория ООО «НИКИ» относится к третьей категории, т.е. к помещениям без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие «повышенную опасность» и «особую опасность».

Пожаробезопасность

Пожарная безопасность означает состояние объекта или производственного процесса, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. Пожарная безопасность осуществляется за счет систем предотвращения пожара, орга-

низационными и организационно-техническими мероприятиями.

По степени пожарной опасности, согласно [16], лабораторию можно отнести к категории В, так как в ней ведутся работы с применением твердых сгораемых материалов с температурой воспламенения свыше 120°C.

В лаборатории, где проводились исследования, причины пожара могут носить электрический и неэлектрический характер.

Причины электрического характера:

- а) короткое замыкание;
- б) перегрузки;
- в) электрические дуги, искры, возникающие в результате ошибочных операций с коммутационной аппаратурой;
- г) плохие контакты в местах соединения проводников.

Причины неэлектрического характера:

- а) неосторожное обращение с огнем;
- б) неисправность отопительных приборов или нарушение режима их работы;
- в) самовоспламенение некоторых материалов.

Пожарная безопасность в лаборатории достигается комплексом профилактических мероприятий, включающих в себя организационные и технические мероприятия.

К организационным мероприятиям относятся:

1. Проведение инструктажа.
2. Профилактический осмотр оборудования на предмет пожароопасности.
3. Соблюдение чистоты и порядка в лаборатории.
4. Вывешивание предупредительных плакатов, которые предостерегают о возможности возникновения пожара при несоблюдении правил санитарии.
5. Обучение сотрудников способам и приемам ликвидации пожара.

К техническим мероприятиям относятся:

1. Защита установок от перегрузок и коротких замыканий.
 2. Покрытие легковоспламеняющихся предметов огнеупорным покровом.
- По окончании работы в лаборатории сотрудник уходящий последним, обязан:

- а) выключить прибор из сети;
- б) выключить рубильник;
- в) выключить освещение.

В лаборатории ООО «НИКИ» на случай пожара находится огнетушитель ОУ-8, предназначенный для тушения пожаров на электрических установках или оборудовании под напряжением, системы оповещения о чс, план эвакуации в виде плакатов. Пенный огнетушитель ОХЛ-10 предназначен для

тушения огня в тех местах, где нет напряжения.

Для своевременной ликвидации элементов возгорания используют световые, тепловые и дымовые датчики, реагирующие на наличие того или иного фактора.

Защита от случайного прикосновения

Для исключения возможности случайного прикосновения или опасного приближения к токоведущим частям обеспечивается их недоступность путем ограждения, блокировок или расположения токоведущих частей на недоступную высоту.

Перед началом работ в исследовательской лаборатории был пройден инструктаж (вводный и на рабочем месте). При выполнении дипломной работы по оценке стойкости оболочки, выполненной из фторопластов, к действию агрессивной среды, основной причиной поражения электрическим током может послужить прикосновение к блоку управления в момент испытаний образцов. Для устранения данных факторов предусмотрены следующие меры:

- высоковольтная ячейка снабжена блокировкой, штепсельным разъемом для видимого разрыва цепи;
- электрическая проводка скрыта от случайного прикосновения.

Зануление

Защитное зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ - преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности.

Зануление применяется в четырехпроводных сетях напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью.

При занулении корпуса электрооборудования соединяются не с заземлителями, а с нулевым проводом.

Принцип действия: зануление превращает замыкание на корпус в однофазное короткое замыкание, в результате чего срабатывает максимальная токовая защита и селективно отключает поврежденный участок сети. Кроме того, зануление снижает потенциалы корпусов, появляющиеся в момент замыкания на землю. При замыкании на зануленный корпус ток короткого замыкания проходит через обмотки трансформатора, фазный провод и нулевой провод.

5.2.1 Готовность ЧС в лаборатории «НИКИ».

Загорание (пожар)

Пожары – неконтролируемый процесс горения, которые чреваты большими материальными издержками, а часто и человеческими жертвами.

Обеспечение пожаробезопасности начинается с определения класса взрывоопасной зоны или класса пожароопасной зоны данного производственного помещения. Согласно классификации производств по пожарной опасности (ППБ-03) рассматриваемая лаборатория относится к классу В (обработка или применение твердых сгораемых веществ и материалов, а также жидкостей с температурой выше 120 градусов): электроизоляция, бумага, мебель. Т.е. технологический процесс в лаборатории исключает взрывоопасную зону, имеющиеся вещества могут только гореть. Лаборатория имеет пожароопасную зону класса П-2а. Минимальная допустимая степень защиты оболочек электрических машин для данной пожароопасной зоны обозначается IP44. Использование данной степени защиты – одно из направлений профилактики, оно должно быть установлено на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму или гибели людей, этого требует «технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Лаборатория оснащена такой системой с дымовыми извещателями. Сигналы извещателей включают систему протоколирования информации, формируют управляющую систему тревоги и систему оповещения о пожаре, для своевременной эвакуации людей. Это другое направление профилактики загораний.

Выбор типа и расчет необходимого числа огнетушителей производится в зависимости от их огнетушащей способности. Из пяти таких классов, лаборатории подходит класс А (пожар твердых веществ) и класс Е (горение электроустановок). Согласно [6] на 800 м² защищаемой площади рекомендуется использовать восемь двухкилограммовых порошковых огнетушителей. Для лаборатории достаточно одного двухкилограммового огнетушителя ОП.

Охрана окружающей среды

Полимеры очень устойчивы в обычных условиях. Они не вступает в реакцию с пищей, водой и бытовой химией. При попадании в организм полимер абсолютно безвреден. Считается, что фторопласт потенциально биологически опасен в двух случаях: во время производства и во время перегрева готового полимера. В процессе производства фторопласта используются токсичные и канцерогенные вещества, которые могут попадать в окружающую среду, как при утечках, так и в виде производственного загрязнения готового продукта.

Процесс исследования также может иметь влияние на окружающую среду, как и объект исследования. Но в данном случае, негативные последствия могут быть вызваны только при возникновении пожара. В этом случае произойдет выброс продуктов горения за пределы производственного помещения.

При отсутствии аварийной ситуации, приводящей к выбросу продуктов термического разложения, также существуют следующие виды отходов, которые могут нанести вред окружающей среде:

- сброс сточных вод;
- твердые отходы.

Работа в лаборатории сопряжена с образованием и выделением газообразных, жидких и твердых отходов.

Газообразные отходы, загрязняющие воздух помещения: естественные выделения - углекислый газ, пары воды, летучие органические соединения - ЛОС (альдегиды, кетоны), азотистые соединения; бытовая пыль; ЛОС, выделяющиеся в процессе эксплуатации отделочных материалов, лакокрасочных покрытий мебели и др. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Жидкие отходы - бытовые отходы, образующиеся в процессах влажной уборки помещений, при пользовании водопроводом, туалетом и т.п., сбрасываются в городскую канализацию и далее поступают в системы централизованной очистки на городских очистных сооружениях.

При обращении с твердыми отходами: бытовой мусор (отходы бумаги, отработанные специальные ткани для протирки офисного оборудования и экранов мониторов, пищевые отходы); отработанные люминесцентные лампы; офисная техника, комплектующие и запчасти, утратившие в результате износа потребительские свойства – надлежит руководствоваться Постановлением Администрации г. Томска от 11.11.2009 г. №1110 (с изменениями от 24.12.2014) [15]: бытовой мусор после предварительной сортировки складируют в специальные контейнеры для бытового мусора (затем специализированные службы вывозят мусор на городскую свалку); утратившее потребительские свойства офисное оборудование передают специальным службам (предприятиям) для сортировки, вторичного использования или складирования на городских мусорных полигонах. Отработанные люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.09.2010 №681 [16]. Люминесцентные лампы, применяемые для искусственного освещения, являются ртутьсодержащими и относятся к 1 классу опасности. Ртуть люминесцентных ламп способна к активной воздушной и

водной миграции. Интоксикация возможна только в случае разгерметизации колбы, поэтому основным требованием экологической безопасности является сохранность целостности отработанных ртутьсодержащих ламп. Отработанные газоразрядные лампы помещают в защитную упаковку, предотвращающую повреждение стеклянной колбы, и передают специализированной организации для обезвреживания и переработки. В случае боя ртутьсодержащих ламп осколки собирают щеткой или скребком в герметичный металлический контейнер с плотно закрывающейся крышкой, заполненный раствором марганцевокислого калия. Поверхности, загрязненные боем лампы, необходимо обработать раствором марганцевокислого калия и смыть водой. Контейнер и его внутренняя поверхность должны быть изготовлены из не адсорбирующего ртуть материала (винипласта).

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Это комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня.

Защита в чрезвычайных ситуациях

Согласно [12] потенциальная угроза жизни и здоровью населения в ЧС может реализоваться вследствие высвобождения в природную среду обитания человека больших количеств сконцентрированной энергии, опасных и вредных для жизни и здоровья людей веществ и агентов.

В связи с этим, мероприятия по защите должны осуществляться в объемах, обеспечивающих не превышение допустимого нормативного воздействия на людей реализовавшихся поражающих факторов. Если в силу складывающихся обстоятельств установленные нормативы допустимых опасных воздействий могут быть превышены, мероприятия по защите людей надле-

жит проводить по направлениям и в масштабах, позволяющих максимально ослабить это воздействие.

Основные причины чрезвычайных ситуаций:

- влияние внешних природных факторов, приводящих к старению или коррозии металлов, конструкций, сооружений и снижению их физико-математических показателей;
- результаты стихийных бедствий и особо опасных инфекций;
- воздействие технологических процессов промышленного производства на материалы сооружений (нагрузки, скорости, температуры, вибрации);
- производственные дефекты сооружений (ошибки при исследовании и проектировании, плохое выполнение строительных работ, плохого качества строительных материалов и конструкций, нарушения в технологии изготовления и строительства);
- нарушение правил безопасности при ведении работ и технологических процессов;
- ошибки, связанные с системой отбора руководящих кадров, низким уровнем профессиональной подготовки рабочих и специалистов и их некомпетентностью и безответственностью, и т. д.

Одним из условий быстрой ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является соблюдение общественного порядка. Персонал, находящийся на территории предприятия должен проявлять высокую дисциплину, организованность спокойствие не поддаваться панике.

Для ликвидации последствий ЧС созданы следующие службы:

- оповещения и связи;
- противорадиационной и противохимической защиты;
- медицинская;
- аварийно-техническая;
- охраны общественного порядка.

Заключение

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены изменения физико-механических свойств кабелей с оболочкой из резины каучуковой и этиленпропиленовой резины. По проделанной работе можно сделать вывод о том, что более стойким к действию углеводородных жидкостей материалом является этиленпропиленовая резина. Поэтому использование этиленпропиленовой резины в качестве изоляционного материала для кабелей, эксплуатируемых при воздействии агрессивных сред, целесообразнее.

Кроме этого, была рассчитана экономическая целесообразность проведения исследования, приведены необходимые затраты, включающие в себя оплату труда, накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды.

В разделе были рассмотрены вопросы, которые описывают процессы опасных и вредных факторов и могут возникать при выполнении экспериментальной части работы. Разработаны мероприятия по пожарной безопасности, производственной санитарии и охране окружающей среды, а также был приведен расчет искусственного освещения помещения.

Список используемой литературы

1. Бухина М.Ф., Курлянд С.К. Морозостойкость эластомеров - Москва: Химия, 1989. - 176 с.
2. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров – Москва: Издательство «Лань», 2014.-368с.
3. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. – Физика полимеров – Москва: Химия, 1990-432с.
4. ГОСТ 25018-81. Кабели, провода и шнуры. Методы определения механических показателей изоляции и оболочки.
5. ГОСТ ИЕС 60811-1-1-2011. Общие методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Измерение толщины и наружных размеров. Методы определения механических свойств.
6. ГОСТ ИЕС 60811-2-1-2011. Общие методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 2-1. Специальные методы испытаний эластомерных композиций. Испытания на озоностойкость, тепловую деформацию и маслостойкость.
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учебно-методическое пособие / Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Гаврикова Н. А. - М.: Издательство ТПУ, 2014. - 36 с.
8. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
9. ГОСТ 982-80. Масла трансформаторные. Технические условия.
- 10.ГОСТ 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

11. ГОСТ 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения.
12. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
14. СН 245-71. СанГин нормы проектирования промышленных предприятий.
15. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
16. СП 52.13330.2011. Освещение.
17. <http://electricalschool.info/spravochnik/material/1610-starenie-polimernykh-materialov.html>

