

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

Энергетический институт

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электротехнических комплексов и материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оптимизация конструкции силового кабеля с «термическим барьером»

УДК 621.315.2.016.2-048.25

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗВ	Петляковский Андрей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шуликин Сергей Николаевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Извеков Владимир Николаевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭКМ	Гарганеев А.Г.			

Томск – 2017 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭКМ

(Подпись) _____ (Дата) Гарганеев А.Г.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗВ	Петляковскому Андрею Сергеевичу

Тема работы:

Исследование влияния свойств проволочных экранов на величину потерь в силовых кабелях	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.12.2016 №10915/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Учебные пособия $U_n=10\text{кВ}$ $P=12,5\text{ кВт}$
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Изучить материал по теме дипломной работы.2. Рассмотреть материалы и конструкции силового кабеля из сшитого полиэтилена.3. Проанализировать уравнение теплового баланса.4. Применения «термических барьеров»5. Рассмотреть материалы, используемые в

	<p>качестве «термических барьеров»</p> <p>6. Рассчитать зависимость номинального тока от толщины барьера</p> <p>7. Произвести расчет передаваемой мощности от коэффициента теплопроводности</p> <p>8. Произвести анализ полученных данных.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация выполненная в редакторе «Microsoft Power Point 2016»</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ассистент кафедры менеджмента Грахова Елена Александровна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ Извеков Владимир Николаевич</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Шуликин Сергей Николаевич</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5ГЗВ</p>	<p>Петляковский Андрей Сергеевич</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗВ	Петляковский Андрей Сергеевич

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости рынка; Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ (количество исполнителей - 2 человека)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	15 % доплаты и надбавки; 12-15 % дополнительная заработная плата; 30% районный коэффициент; 16% накладные расходы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам составляют 30,2 % от ФОТ на 2017 год

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Обоснование и SWOT-анализ научного исследования
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	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.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT	
2. Диаграмма Ганта	
3. Бюджет проекта	
4. Оценка ресурсоэффективности	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗВ	Петляковский Андрей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Г3В	Петляковский Андрей Сергеевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Оценка влияния электрических свойств материалов на кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

- *Вредные вещества;*
- *Микроклимат в помещении;*
- *Шум;*
- *Освещение рабочей зоны.*

- *Электробезопасность;*
- *Пожаробезопасность;*

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на

- *Анализ объекта воздействия на атмосферу;*
- *Выброс отходов.*

НТД по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<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.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Перечень законодательных и нормативных документов.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗВ	Петляковский Андрей Сергеевич		

Реферат

Дипломная работа содержит 75 страниц текстового материала, 21 таблица, 7 рисунков, 28 использованных источников. Графики и таблицы составлялись в графическо-расчетной программе ОС Windows Microsoft Excel, оформление текстового документа производилось в программе ОС Windows Microsoft Word.

Перечень ключевых слов: кабельное изделие, оболочка, изоляция, полиэтилен, стойкость, толщина барьера, удельные сопротивления, теплопроводность, термостойкость, температура барьера, коэффициент теплопроводности.

Тема: Оптимизация конструкции силового кабеля с термическим барьером.

В процессе выполнения выпускной дипломной работы был проведен литературный обзор по данной теме. В работе были рассмотрены следующие вопросы: причины возникновения перегрева в ТПЖ, способы увеличения передаваемой мощности в силовом кабеле, накладка термического барьера. Также было определено влияние толщины термического барьера и коэффициента теплопроводности на увеличение передаваемой мощности в кабеле.

В результате проделанной работы были получены зависимости номинального тока от толщины термического барьера, зависимости максимально допустимого тока исходя из материала термического барьера, зависимость изменения максимальной передаваемой мощности в зависимости от общего изменения геометрических размеров и материала термобарьера. На основании полученных и проанализированных данных были сделаны выводы о целесообразности использования термического барьера для модификации кабеля.

Список сокращений

СПЭ – сшитый полиэтилен;

БПИ – бумажно-пропитанная изоляция

ПВХ - поливинилхлорид;

ПЭ - полиэтилен;

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	10
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Конструкции и материалы силового кабеля из сшитого полиэтилена	12
2. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	20
2.1 Анализ уравнение теплового баланса	20
2.2 Композиционные материалы в качестве термических барьеров	21
3. ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	26
3.1 Электрический расчет	26
3.2 Тепловой расчет без учета термического барьера	27
3.3 Тепловой расчет с учетом термического барьера	29
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	35
4.1. SWOT-анализ научного исследования	35
4.2. Планирование научно-исследовательской работы	38
4.3. Составление сметы затрат на разработку ТП	42
4.4. Определение ресурсоэффективности проекта	46
5. Социальная ответственность	50
5.1. Анализ вредных факторов	50
5.2. Анализ опасных факторов	58
5.3. Экологическая безопасность	64
5.4. Защита в чрезвычайных ситуациях	65
5.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	73

Введение

Силовые кабели применяются для передачи электрической энергии или информации на расстояние, т.е. для создания различных электрических, электронных, радиотехнических и волоконно-оптических схем и цепей. Ни одно современное техническое устройство, работа которого связана с использованием электрических и электронных схем, не может работать без кабелей и проводов, которые образуют системы электроснабжения, информатики и управления работой этого устройства.

Технический прогресс в различных отраслях народного хозяйства вызвал рост потребности в кабельной продукции и необходимость создания новых типов кабелей и проводов с более высокими характеристиками.

Современная кабельная техника характеризуется применением высоких напряжений и высоких частот, увеличением передаваемых мощностей, созданием кабелей и проводов для работы в условиях высоких и низких температур, высокой влажности окружающей среды, воздействия радиации и химически активных веществ, наличия вибрации и т.п. Повышенные требования к свойствам кабелей и проводов ограничивают возможность их удовлетворения с использованием существующих электроизоляционных материалов и вызывают необходимость создания новых, более совершенных материалов. Без применения специальных материалов невозможно создание новых типов кабелей и проводов для различных отраслей народного хозяйства.

В современности термическому барьеру нашли новое применение в кабельной технике, а именно увеличение передаваемой мощности, за счет удержания тепла внутри изоляции. В дипломной работе собрана информация по данной теме. При передаче токов выше допустимых кабель начинает сильно перегреваться и изоляция разрушаться, но термический барьер наложенный поверх токопроводящей жилы препятствует этому разрушению. Тепло выделяемое при перегрузке остается внутри изоляции и не оказывает

на нее влияние. Таким образом увеличивая максимальную допустимую мощность. Данная тема **актуальна** в современном мире потому что, благодаря этой технологии происходит большая экономия денежных средств и ресурсов.

Цели моей дипломной работы — рассмотрение конструкции и технических характеристик силового кабеля с термическим барьером для повышения максимальной допустимой токовой нагрузки.

Для изучения данного вопроса нам необходимо:

1. Изучить материал по теме дипломной работы.
2. Рассмотреть материалы и конструкции силового кабеля из сшитого полиэтилена.
3. Проанализировать уравнение теплового баланса.
4. Понять за счет чего берутся потери в кабеле, приводящие к их нагреву. Повысить передаваемую мощность по кабельной линии.
5. Применения «термических барьеров»
6. Рассмотреть материалы, используемые в качестве «термических барьеров»
7. Рассчитать зависимость номинального тока от толщины барьера
8. Произвести расчет передаваемой мощности от коэффициента теплопроводности
9. Произвести анализ полученных расчетных данных.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Конструкции и материалы силового кабеля из сшитого полиэтилена

В мире активно внедряют кабели с теплостойкой экструдированной изоляцией (другими словами сшитый полиэтилен) и заменяют ими кабели с бумажной пропитанной изоляцией. В странах, где промышленность развита на высоком уровне, такие силовые кабели используются практически везде.

В данный момент на российском рынке кабельно-проводниковой продукции так же можно наблюдать увеличение производства и спроса на кабели с данной изоляцией.

Более высокая механическая и термическая стойкость СПЭ кабеля обусловлена созданием новых молекулярных связей в процессе вулканизации (то есть сшивки) изоляции.

Из-за применяемого изоляционного материала кабели с изоляцией СПЭ обладают уникальными свойствами. В данный момент полиэтилен является одним из наиболее распространенных изоляционных материалов при производстве кабелей. Но термопластичному полиэтилену свойственны серьезные недостатки, одним и главным, из которых является резкое ухудшение механических свойств при температурах, которые близки к температуре плавления. Чтобы решить данную проблему стали применять сшитый полиэтилен. В то время как изоляция из термопластичного полиэтилена будет терять форму, а так же механические и электрические свойства при температуре 85°C, то изоляция из сшитого полиэтилена будет сохранять форму, а так же электрические и механические свойства даже при температуре порядка 130°C.

«Сшивка» - обработка полиэтилена на молекулярном уровне. То есть поперечные связи, образующиеся в процессе сшивки между макромолекулами полиэтилена, создают трехмерную структуру, которая и определяет высокие механические и электрические характеристики материала, большой диапазон рабочих температур и гигроскопичность (способность поглощать водяные пары из воздуха).

Сшитый полиэтилен обладает очень полезными свойствами, недоступными для других материалов, благодаря этому определяются основными области его применения.

Кабели СПЭ изготавливаются с площадью сечения от 35 до 3000 мм², с толщиной изоляции до 35 мм. Их принято группировать по возможному для них напряжению, для которых изоляция изготавливается разной слойности и толщины:

- От 6-ти до 35-ти кВ, с площадью сечения от 35-ти до 1600 мм², толщиной от 3,4 до 8,5 мм,
- От 45-ти до 150-ти кВ, с площадью сечения от 70-ти до 2000 мм², толщиной от 8,0 до 23,0 мм,
- Для 220-ти и 330-ти кВ, с площадью сечения от 400 до 2000 мм², толщиной от 20,0 до 28,0 мм.

Также в настоящее время выпускаются высоковольтные кабели, рассчитанные на напряжение от 400 до 550 кВ, с площадью сечения от 630 до 3000 мм², толщиной от 27-ми до 35 мм.

При прокладке в земле применяется оболочка из полиэтилена высокой плотности, для того чтобы защитить кабель от различных механических повреждений при прокладке и в процессе эксплуатации.

Есть различные технологии производства сшитого полиэтилена. При этом получают материалы, несколько отличающихся по своим свойствам. Как правило в электронной промышленности используют: РЕХа и РЕХб

Первый тип «сшивается» в присутствии перекиси водорода (поэтому называется «пероксидным»), при повышении температуры до 400 градусов цельсия и давления 8-9 атмосфер. Этот метод модификации сложнее в производстве и дороже, но при этом дает до 80% сшитых молекул и относительно равномерное распределение показателей по объему материала. Применяется в основном в высоковольтной изоляции большой толщины. Такой тип используется в изоляции провода в 10-35кВ и более.

Второй же тип «сшивается» химическим силановым способом. Для производства используют кремневодороды, которые при повышении температуры до 80-90 градусов цельсия участвуют в гидролизе и связывают боковые ответвления полимерных макромолекул. Более дешевый метод, где-то 65% сшивки. Распространен в качестве кабельной изоляции, но потребитель получал неравномерность распределения свойств по всему объему. Такая изоляция разрешена для кабелей, рассчитанных на напряжение до 1кВ. При большем напряжении она имеет меньшую электростойкость, происходят пробои и изоляция приходит в негодность.

Кабели среднего напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена обладают рядом преимуществ перед кабелями с бумажной пропитанной изоляцией:

- повышенная рабочая температура, что позволяет увеличить пропускную способность;
- повышенная стойкость при работе в условиях перегрузок и коротких замыканий;
- возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней;
- не содержат масла, битума, свинца, что упрощает монтаж, эксплуатацию и устраняет экологически неблагоприятные факторы;
- более надежны в эксплуатации и требуют меньших расходов на реконструкцию и содержание кабельных линий;
- меньший вес и допустимый радиус изгиба;
- возможность изготовления кабелей большой строительной длины;
- одножильные и трехжильные кабели с оболочкой из полиэтилена.

Основные преимущества кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена перед кабелями с бумажной пропитанной изоляцией (БПИ):

- Пропускная способность СПЭ-кабелей в зависимости от условий прокладки в 1,2-1,3 раза больше из-за высокой допустимой длительной температуры.

- термическая стойкость СПЭ-кабелей при токах короткого замыкания выше из-за большей предельной температуры.
- удельная повреждаемость СПЭ-кабелей в 10-15 раз ниже.
- большой срок службы СПЭ-кабеля
- из-за меньшей массы, диаметра, отсутствия тяжелой оболочки более легкие условия монтажа.
- СПЭ-кабели можно прокладывать при отрицательных температурах (до -20 градусов цельсия) без предварительного подогрева.
- отсутствие в конструкции жидких компонентов
- высокая экологичность из-за отсутствия утечек масла и отсутствием загрязнений окружающей среды при повреждении.
- гигроскопичность элементов значительно меньше чем у БПИ-кабеля
- СПЭ-кабели не имеют ограничений по разности уровней кабельной трассы.

Существуют два варианта исполнения СПЭ-кабелей — одножильный и трехжильный. Как правило выпускаются в одножильном исполнении.

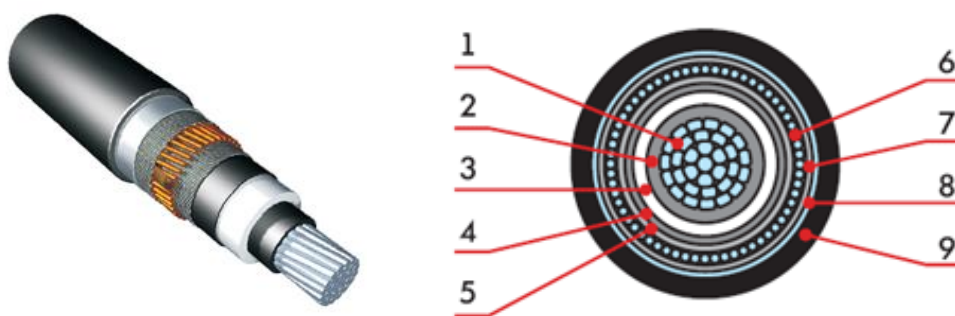


Рисунок – 1 Одножильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена

- 1 — круглая многопроволочная уплотненная токопроводящая жила
- 2 — экран по жиле из полупроводящего сшитого полиэтилена
- 3 — изоляция из сшитого полиэтилена
- 4 — экран по изоляции из полупроводящего сшитого полиэтилена
- 5 — разделительный слой из полупроводящей ленты или полупроводящей водоблокирующей ленты
- 6 — экран из медных проволок, скрепленных медной лентой

7 — разделительный слой из двух лент крепированной бумаги, прорезиненной ткани, полимерной ленты или водоблокирующей ленты

8 — разделительный слой из алюмополиэтиленовой или слюдосодержащей ленты

9 — оболочка из полиэтилена, ПВХ-пластиката

Применение одножильных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена дает нам повышенную надежность электроснабжения, так как вероятность междуфазных КЗ снижена. Так как вероятность того, что произойдет одновременное разрушение изоляции двух одножильных кабелей, которые не связаны друг с другом конструктивно, очень мала.

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена используются в сетях различного класса напряжения (до 500 кВ). Электрические свойства сшитого полиэтилена находятся в пределах со свойствами термопластичного полиэтилена, а нагревостойкость выше. В оболочке кабеля для внешней прокладки, как правило, используется полиэтилен высокой плотности (низкого давления), для подземной прокладки - полиэтилен низкой плотности (высокого давления). Полиэтилен низкого давления стоек к абразивному износу и обеспечивает более надежную защиту от механических воздействий. Поскольку чистый полиэтилен достаточно быстро стареет на свету и в нем появляются микротрещины, то для защиты оболочек от ультрафиолетового облучения применяются композиции светостабилизированного полиэтилена, содержащего не менее 2,5% мелкодисперсной сажи.

Испытания кабеля из сшитого полиэтилена объясняют его популярность в последние 10 лет. Можно даже отметить, что он практически заменил аналог с пропитанной бумажной изоляцией. Во-первых, он в несколько раз уменьшает диэлектрические потери. Во-вторых, он более прочный, гибкий и имеет большую пропускную способность. В-третьих, его можно прокладывать при более низких температурах и даже, если сеть перегружена, он помогает избежать возникновения короткого замыкания.



Рисунок - 2 Трехжильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена

Отличие трехжильного исполнения СПЭ-кабеля — наличие экструдированного междуфазного наполнителя из полиэтилена или поливинилхлоридного (ПВХ) пластика.

Наложение внутреннего полупроводящего слоя, изоляции и внешнего полупроводящего слоя поверх проводника из меди или алюминия производится в один технологический процесс, что обеспечивает ровные поверхности раздела и отсутствие загрязнений. Эти три слоя в сочетании с жилой образуют сердечник кабеля. Сердечник кабеля окружен медным проволочным экраном, который защищает кабель во время прокладки, поддерживает нулевой потенциал на поверхности кабеля, несет зарядные токи, отводит токи при коротких замыканиях.

Экраны необходимы для совместимости кабеля с различными внешними цепями и чтобы обеспечить симметрию электрического поля вокруг жил кабеля, чтобы создать более хорошие условия для работы изоляции. Внутренние экраны как правило делаются из полупроводниковой пластмассы, в то время как внешний экран состоит из лент и медных проволок.

Зона экрана из медных проволок обеспечивается продольной водонепроницаемостью с помощью водонабухающего материала так, чтобы вода не могла проникнуть в кабель при повреждении внешней оболочки. Двойная герметизация экрана обеспечивается алюминиевой лентой с

полимерным покрытием, которая сварена с наружной полиэтиленовой оболочкой. Внешняя оболочка выполняется из износостойкого светостабилизированного полиэтилена высокой плотности, или ПВХ пластиката.

СПЭ-кабели маркируются с помощью условно-буквенных обозначений.

А – токопроводящая жила сделана из алюминия. Если обозначения нет, то ТПЖ из меди.

Пв – сшитый полиэтилен

П/В – оболочка выполняется из полиэтилена или ПВХ-пластиката

Нг – оболочка с пониженной горючестью

Нгд – пониженное дымо-газовыделение

ч/2ч – продольная герметизация экрана водоблокирующими лентами/двойная герметизация

у – усиленная оболочка большей толщины

1/3 – кол-во ТПЖ

50 - 800 - сечение токоведущей жилы

Чж - герметизация токоведущей жилы,

16 -35 — сечение экрана, мм,

1 - 500 - номинальное напряжение, кВ.

К примеру: АПвПг 1х240/35—10 — кабель с алюминиевой жилой (А), изоляцией из сшитого полиэтилена (Пв), полиэтиленовой оболочкой (П), герметизацией экрана (ч), имеет одну жилу (1), сечение жилы 240 мм, сечение экрана 35 мм, номинальное напряжение 10 кВ.

Прокладка и монтаж может осуществляться в земле, на открытом воздухе и в воде. Сферы его использования достаточно широки и не ограничиваются трассами, производственными помещениями, траншеями, водоемами. В зависимости от целей приобретения, кабель из сшитого полиэтилена может быть в двух вариациях: медный и алюминиевый. Тенденции спроса за последние несколько лет свидетельствуют о наличии стабильного роста на

продукцию с медными жилами, основной объем которой используется в энергетике. Для удешевления стоимости выполнения работ вместо медного может использоваться алюминиевый аналог, если данная возможность предусмотрена в проекте.

2. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2. Анализ уравнения теплового баланса

Представим систему, в которой нет обмена энергией с окружающей средой (то есть изолированную). В данной системе теплообмен может совершаться между телами, входящими в эту систему. Температуры всех тел достигают одинакового значения, вследствие чего устанавливается тепловое равновесие.

Суть теплообмена в том, что тела с высокой температурой отдают свою энергию телам с меньшей температурой.

По закону сохранения энергии следует, что количество полученного тепла равно количеству отданного тепла.

Уравнение теплового баланса:

$$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{получ}}$$

$Q_{\text{отд}}$ - количество теплоты, отданное более нагретыми телами.

$Q_{\text{получ}}$ - количество теплоты, полученное менее нагретыми телами.

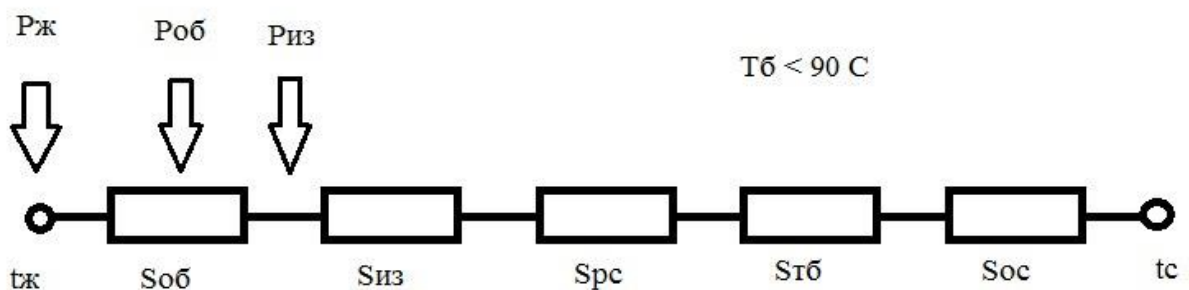


Рисунок – 3 тепловая схема

$$t_{\text{ж}} + t_{\text{ос}} = P_{\text{ж}} \cdot (S_{\text{Тб}} + S_{\text{из}} + S_{\text{pc1}} + S_{\text{pc2}} + S_{\text{об}} + S_{\text{ос}}) + P_{\text{э}} \cdot (S_{\text{pc2}} + S_{\text{об}} + S_{\text{ос}}) \\ + \quad \cdot (0,5 \cdot S_{\text{из}} + S_{\text{pc1}} + S_{\text{pc2}} + S_{\text{об}} + S_{\text{ос}}) \\ \Delta t = I^2 \cdot R_{\text{ж}} [S_{\text{Тб}} + S_{\text{из}} + S_{\text{pc1}} + y_{\text{э}} \cdot (S_{\text{pc2}} + S_{\text{об}} + S_{\text{ос}})]$$

Уравнение теплового баланса складывается из величин температур на каждом участке кабеля.

Нагрев электрического провода будет больше при увеличении нагрузки и более высоком значении сопротивления. Кроме этого, величина выделяемой

теплоты прямо пропорциональна времени прохождения тока. Что касается скорости нагрева, то она напрямую зависит от действующей электрической мощности, которая определяется произведением напряжения и силы тока ($P=UI$). Другими словами, чем больше мощность подключенных к проводу потребителей, тем сильнее и интенсивней он будет нагреваться.

3. Композиционные материалы в качестве термических барьеров.

Термические барьеры - слюдосодержащие композиционные материалы в кабельной линии, которые накладываются поверх токопроводящей жилы для увеличения максимально допустимой токовой нагрузки. Термические барьеры должны обладать: хорошей стойкостью к высокой температуре, большую устойчивость к расслоению и обладать хорошей гибкостью. К ним относятся миканит, стекломиканит, микалента, стекломикалента, слюдопласт, слюдинит, слюдинитовая лента, микалекс.

Стекломиканиты гибкие (ГОСТ 8727-78)

Применяются для изоляции обмоток электрических машин при напряжении до 700 В переменного тока и до 1000 В постоянного, а также для пазовой изоляции электрических Машин. Стекломиканиты гибкие изготавливаются толщиной от 0,20 до 0,60 мм путем ручной клейки слюды на подложке из стеклоткани с одной или двух сторон с кремнийорганическим и глифталевым связующим с последующей горячей подпрессовкой. Допустимая рабочая температура 130-180 градусов цельсия.

Микалента (ГОСТ 4268-75)

применяется в качестве обмоточного электроизоляционного материала в электрических машинах и аппаратах.

Длительно допустимая рабочая температура до 130°C. Микалента представляет собой ролики электроизоляционного материала шириной от 10 до 30 мм и толщиной 0,10-0,21 мм, изготовленные методом ручной клейки слюды на подложках из стеклоткани или микалентной бумаги с последующей печной или воздушной сушкой.

Слюдиниты гибкие листовые -

Г1СК, Г2СК - гибкие листовые материалы, представляющие собой слоистую прессованную композицию из слюдяной бумаги и стеклоткани, пропитанных и склеенных между собой кремнийорганическим лаком. Применяются в качестве электроизоляционного материала в электрических машинах и аппаратах.

Г1СКН – сфера применения аналогична Слюдинитам Г1СК и Г2СК.

Отличительной чертой данного материала является высокая термостойкость (для применения до +300°C).

Слюдопласт – это электроизоляционный (гибкий в холодном состоянии до первого нагрева и жесткий) материал, состоящий из нескольких слоёв слюдобумаги, пропитанных и склеенных связующим под давлением при определенной температуре.

Ленты слюдинитовые непропитанные –

ЛСКН-160Т - представляет собой слоистую композицию, состоящую из слюдяной бумаги, оклеенной с двух сторон стеклотканью связующим на основе каучука лаком (может вводиться ускоритель полимеризации эпоксидных составов).

Лента применяется для корпусной изоляции высоковольтных электрических машин и тяговых электродвигателей в системе изоляции классов нагревостойкости В (130°C) и F(155°C) по технологии вакуумно-нагнетательной пропитки. Изолирование обмоток осуществляется на лентоизолирующих станках, обеспечивающих равномерное натяжение ленты. Допускается изолирование обмоток вручную.

ЛСКН-135СПл - представляет собой слоистую композицию, состоящую из слюдяной бумаги, склеенной с одной стороны со стеклотканью, с другой стороны - с полиэфирной плёнкой связующим на основе каучука лаком (может вводиться ускоритель полимеризации эпоксидных составов).

Лента применяется для корпусной изоляции высоковольтных электрических машин и тяговых электродвигателей в системе изоляции классов нагревостойкости В (130°C) и F(155°C) по технологии вакуумно-нагнетательной пропитки. Изолирование обмоток осуществляется на лентоизолирующих станках, обеспечивающих равномерное натяжение ленты.

ЛСКО-180Т представляет собой слоистую композицию, состоящую из слюдяной бумаги, стеклоткани, склеенных связующим на основе каучука и лакированной кремнийорганическим лаком (может вводиться ускоритель полимеризации эпоксидных составов).

Лента применяется для корпусной изоляции высоковольтных электрических машин и тяговых электродвигателей в системе изоляции классов нагревостойкости В (130°C) и F(155°C) по технологии вакуумно-нагнетательной пропитки. Изолирование обмоток осуществляется на лентоизолирующих станках, обеспечивающих равномерное натяжение ленты.

Ленты слюдинитовые пропитанные

Лента ЛСУ представляет собой трёхслойную композицию из стеклоткани, слюдяной бумаги и полиэфирной плёнки, пропитанных и склеенных между собой эпоксидно-полиэфирным связующим. Лента применяется для корпусной и витковой изоляции в электрических машинах напряжением до 6 кВ в системах изоляции класса нагревостойкости F (155°C). Режим отверждения: 16 часов при температуре (160-180)°C. Лента гибкая в условиях комнатной среды. Пригодна для ручной и механизированной намотки. Заменяет микаленты класса нагревостойкости В и F.

Лента ЛСПМ представляет собой трехслойную композицию, состоящую из стеклоткани, слюдяной бумаги и полиимидной пленки, пропитанных и склеенных между собой эпоксидно-полиэфирным связующим. Лента применяется для изоляции низковольтных электрических машин в системе

изоляции класса нагревостойкости Н (180°C). Пригодна для ручной и механизированной намотки. Режим отверждения: 16 часов при температуре 160-180°C.

Лента ЛСМ представляет собой трехслойную композицию из стеклоткани, слюдяной бумаги и полиэфирной пленки, пропитанных и склеенных между собой модифицированным эпоксисиловолачным связующим. Класс нагревостойкости F(155°C). Лента применяется для корпусной изоляции в электрических машинах напряжением до 13,8 кВ. Режим отверждения: 3 – 5 часов при температуре 160°C. Рекомендуется наматывать ленту механизированным способом, предварительно подогрев ее до температуры 50 – 70°C.

ЛСК-110ТПл, ЛСК-110СПл представляют собой композицию из стеклоткани, слюдяной бумаги, и полиэтилентерефталатной плёнки, пропитанных электроизоляционным компаундом.

Ленты применяются для корпусной и витковой изоляции катушечных обмоток высоковольтных (6кВ) и низковольтных электрических машин в системе изоляции класса нагревостойкости В (130°C). Режим отверждения: 10-16 часов при температуре 160°C. Лента гибкая в условиях комнатной среды. Пригодна для ручной и механизированной намотки.

ЛСК-110ТТ, ЛСК-110СТ представляют собой композицию из стеклоткани, слюдяной бумаги, стеклоткани, пропитанных электроизоляционным компаундом.

Ленты применяются для корпусной изоляции катушечных и стерневых обмоток высоковольтных (6кВ) электрических машин и генераторов в системе изоляции класса нагревостойкости В (130°C). Режим отверждения: 16 часов при температуре 160°C. Лента гибкая в условиях комнатной среды. Пригодна для ручной и механизированной намотки.

ЛСЭК-5ТПл, ЛСЭК-5СПл представляют собой композицию из стеклоткани, слюдяной бумаги, и полиэтилентерефталатной плёнки, пропитанных электроизоляционным компаундом.

Ленты применяются для корпусной и витковой изоляции катушечных обмоток высоковольтных (6кВ) и низковольтных электрических машин в системе изоляции класса нагревостойкости F (155°C). Режим отверждения: 10-16 часов при температуре 160°C. Лента гибкая в условиях комнатной среды. Пригодна для ручной и механизированной намотки.

ЛСЭП-934ТПл, ЛСЭП-934СПл представляет собой композицию из стеклоткани, слюдяной бумаги и полиэтилентерефталатной плёнки, пропитанных эпоксидно-полиэфирным связующим.

Лента применяется для корпусной и витковой изоляции тяговых электрических машин и крупных высоковольтных электрических машин напряжением до 6кВ класса нагревостойкости F (155°C). Лента гибкая в условиях комнатной среды. Пригодна для ручной и механизированной намотки. Заменяет микаленты класса нагревостойкости В и F. Режим отверждения: 10-16 часов при температуре 160°C.

3. ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1 Электрический расчет

Исходные данные:

Выбран кабель ПвП2Г(СЭ) 10 кВ (1х240/35)

$l = 700$ м - длина кабельной линии;

Передаваемая мощность P : 12.5 кВА

Напряжение U : 10 кВ

Экономическая плотность тока $J_э$: 3.1

Определяется величина фазного тока:

$$I_p = \frac{P \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{12,5 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10000 \cdot 0,9} = 802 \quad (1)$$

Далее находится величина сечения ТПЖ из формулы:

$$S_{ж} = \frac{I_p}{J_э} = \frac{801,875}{3,1} = 259 \quad (2)$$

Принимается сечение жилы.

$$S_{н} = 300 \text{ мм}^2 \quad (3)$$

После того как было найдено сечение, определяется диаметр жилы:

$$D_{ж} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{н}}{\pi \cdot 0,88}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 0,88}} = 20,834 \text{ мм} \quad (4)$$

Для СПЭ кабелей на номинальное напряжение 10кВ рекомендуемый диапазон значений 20-25 кВ/мм.

Принимается:

$$E_{пр} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ мм}$$

Толщина изоляции находится из формулы:

$$\Delta_{из} = \frac{U}{E_{пр}} = \frac{10000}{2400} = 4,167 \text{ мм} \quad (5)$$

Толщины элементов кабеля:

$$\Delta_{pc} = 2 \text{ мм}$$

$$\Delta_{тб1} = 0.24 \text{ мм}$$

$$d_{пр} = 1 \text{ мм}$$

$$\Delta_{об} = 3 \text{ мм}$$

Геометрические размеры элементов кабеля определяются по формулам:

$$R_{из} = R_{тб1} + \Delta_{из} = 10.657 + 4.167 = 14.824 \text{ мм} \quad (6)$$

$$R_э = R_{из} + d_{пр} = 14.824 + 1 = 15.824 \text{ мм} \quad (7)$$

$$R_{об} = \Delta_{об} = 3 \text{ мм} \quad (8)$$

$$R_{тб1} = \frac{D_{ж}}{2} + \Delta_{тб1} = \frac{20.834}{2} + 0,24 = 10.657 \text{ мм} \quad (9)$$

3.2 Тепловой расчет без учета термического барьера.

Проводится расчет сопротивления всей жилы, при условии, что максимально допустимая рабочая температура:

$$T_{ж} = 90^{\circ}\text{C}$$

Отсюда:

$$R_t = \frac{\rho_{cu} \cdot [1 + Tk_{cu} \cdot (T_{ж} - 20)]}{S_n \cdot 10^{-6}}$$

$$R_t = \frac{0,0172 \cdot 10^{-6} \cdot [1 + 39 \cdot 10^{-4} \cdot (90 - 20)]}{300 \cdot 10^{-6}} = 7,299 \cdot 10^5 \text{ Ом} \quad (10)$$

Где

$$\rho_{cu} := 0.0172 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad \text{- удельное сопротивление меди}$$

$Tk_{\rho_cu} := 39 \cdot 10^{-4}$
 - температурный коэффициент

Находим тепловые сопротивления элементов кабеля:

$$S_{из} = \frac{\delta_{из}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{R_{т61}}{\frac{D_{ж}}{2}} \right) = \frac{3}{6.28} \cdot \ln \left(\frac{10.657}{10.417} \right) = 0.161 \text{ мм} \quad (11)$$

$$S_{рс} = \frac{\delta_{рс}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{R_{из} + \Delta_{рс}}{R_3} \right) = \frac{5}{6.28} \cdot \ln \left(\frac{14.824 + 4.167}{15.824} \right) = 0.049 \text{ мм} \quad (12)$$

$$S_{об} = \frac{\delta_3}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot L}{R_{об}} \right) = \frac{1.2}{6.28} \cdot \ln \left(\frac{1400}{3} \right) = 0.806 \text{ мм} \quad (13)$$

$$S_{т6} = \frac{\delta_{т61}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{R_{т61}}{\frac{D_{ж}}{2}} \right) = \frac{10.657}{6.28} \cdot \ln \left(\frac{10.657}{10.417} \right) \quad (14)$$

А также их удельные сопротивления

$$\delta_{т61} = 25$$

$$\delta_{из} = 3$$

$$\delta_{рс} = 5$$

$$\delta_{об} = 3$$

$$\delta_3 = 1.2$$

$$L = 700$$

Рассчитывается электрическое сопротивление экрана

$$S_3 := 30 \text{ мм кв}$$

- сечение экрана

$$R_3 = \frac{\rho_{cu} \cdot [1 + Tk_{cu} \cdot (T_{ж} - 40)]}{S_3 \cdot 10^{-6}} \quad (15)$$

$$R_3 = \frac{0,0172 \cdot 10^{-6} \cdot [1 + 39 \cdot 10^{-4} \cdot (90 - 40)]}{35 \cdot 10^{-6}} = 5,873 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}$$

Далее находится коэффициент потерь экрана по формуле:

$$y_3 = \frac{R_{\text{экp}}}{R_t} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{R_{\text{экp}}}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot R_{\text{об}}}{R_3}\right)} \right)^2} \quad (16)$$

$$y_3 = \frac{5,873 \cdot 10^{-4}}{7,299 \cdot 10^5} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{5,873 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot 21,064}{15,824}\right)} \right)^2} = 0,087$$

Максимальный ток нагрузки рассчитывается по формуле: (учитывается расчет без термического барьера, следовательно $St_{б1}$ принимается равным 0. Для всех последующих значений принимается $St_{б1}$ исходя из формулы)

$$I_H = \sqrt{\frac{T_{\text{ж}} - 15}{R_t \cdot [S_{\text{тб1}} + S_{\text{из}} + S_{\text{pc}} + (1 + y_3) \cdot (S_{\text{об}} + S_{\text{oc}})]}} \quad (17)$$

$$I_H = \sqrt{\frac{90 - 15}{7,299 \cdot 10^5 \cdot [0,158 + 0,049 + (1 + 0,087) \cdot (0,073 + 0,802)]}} = 967 \text{ A}$$

3.3. Тепловой расчет с учетом термического барьера

Производится расчет токовой нагрузки с учетом изменения геометрических размеров, то есть толщины барьера. Все результаты сводятся в таблицу.

Определяем температуру барьера в зависимости от температуры жилы исходя из формулы:

$$t_{б} = T_{\text{ж}} - I_H^2 \cdot R_t \cdot S_{\text{тб1}} \quad (18)$$

Температура барьера должна быть меньше либо равная 90 С.

$$I_H = \sqrt{\frac{T_{ж} - 15}{R_t \cdot [S_{тб1} + S_{из} + S_{pc} + (1 + y_э) \cdot (S_{об} + S_{oc})]}} \quad (19)$$

$$I_H = \sqrt{\frac{103 - 15}{7,299 \cdot 10^5 \cdot [0,046 + 0,158 + 0,049 + (1 + 0,087) \cdot (0,073 + 0,802)]}}$$

$$= 968 \text{ A}$$

Таблица - 1 Зависимость тока от геометрических размеров.

ΔБ	Ином	тж	тб
0,12	968	93	89
0,12x4	976	103	90
0,12x8	981	115	90
0,12x10	984	121	90
0,12x16	993	139	90

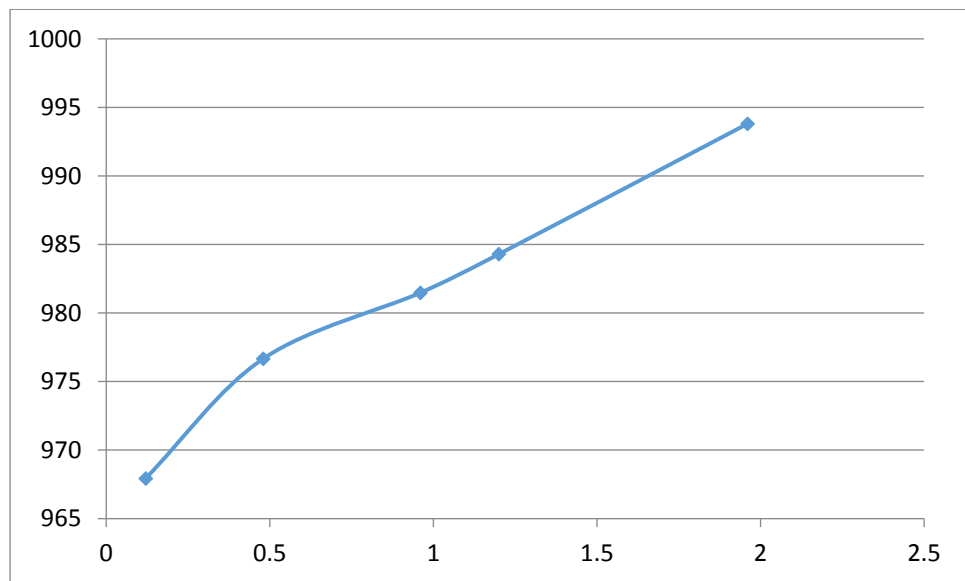


Рисунок - 4 Зависимость номинального тока от толщины барьера

Вывод: по расчетным данным наблюдаем, что при начальном изменении толщины барьера номинальный ток растет незначительно. С дальнейшим увеличением толщины термического барьера функция начинает возрастать сильнее. С каждым шагом толщины барьера ток начинает увеличиваться на большее значение. Толщина барьера значительно меньше радиальных размеров ТПЖ. Дальнейшее возрастание толщины термического барьера увеличивает скорость изменения тока в связи с возможностью создания большего перепада температур в термическом барьере.

Далее производится расчет токовой нагрузки с учетом влияния коэффициента теплопроводности

Марка по средней плотности	Удельная теплоемкость, кДж/(кг× °С)	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м× °С)	Расчетное массовое отношение влаги в материале, %, при условиях эксплуатации		Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации		
			А	Б	теплопроводность, Вт/(м× °С)		паропроницаемость, мг/(м× ч× Па)
150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,060	0,135
200	1,06	0,065	4	8	0,070	0,075	0,120
250	1,06	0,075	4	8	0,085	0,090	0,110
300	1,06	0,085	4	8	0,095	0,105	0,100
350	1,06	0,095	4	8	0,110	0,120	0,090
400	1,06	0,105	4	8	0,120	0,130	0,085
450	1,06	0,115	4	8	0,130	0,140	0,080
500	1,06	0,125	4	8	0,140	0,155	0,075
550	1,06	0,135	4	8	0,155	0,175	0,070
600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,200	0,068

Таблица - 5 Значение коэффициента для слюдосодержащих материалов.

Принимаем первое значение, равное 0,04. Толщина барьера неизменна и равняется 0,12-1,96 мм.

$$\delta_{\tau 61} = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{0,04} = 25 \quad (20)$$

$$I_{H_120\text{MKM}} := \sqrt{\frac{Tvar - 15}{R_t [S_{\tau 61} + S_{\text{ИЗ}} + S_{\text{PC}} + (1 + y_3) \cdot (S_{\text{OB}} + S_{\text{OC}})]}}$$

$$t_{\text{bvar}} := Tvar - (I_{H_120\text{MKM}})^2 \cdot R_t \cdot S_{\tau 61} = \begin{pmatrix} 87.964 \\ 88.924 \\ 89.884 \\ 92.764 \\ 94.684 \end{pmatrix}$$

$$I_{H_120\text{MKM}} = \begin{pmatrix} 955.441 \\ 961.707 \\ 967.931 \\ 986.37 \\ 998.473 \end{pmatrix} \quad Tvar := \begin{pmatrix} 91 \\ 92 \\ 93 \\ 96 \\ 98 \end{pmatrix}$$

Далее изменяем коэффициент теплопроводности в диапазоне от 0,04 до 1,6 и сводим полученные результаты в таблицу.

Таблица - 6 Экспериментальные данные для теплопроводности.

ΔБ	λ	Ин	тж	тб
0,12	0,04	967.931	93	89,884
	0,4	972.673	90	89.689
	0,8	976.481	90	89.979
	1,2	980.680	90	90
	1,6	980.680	90	90
0,48	0,04	970.106	102	89,663
	0,4	975.766	91	89.765
	0,8	980.491	90	89.876
	1,2	984.214	90	89.988
	1,6	984,286	90	89.999
0,96	0,04	972.556	114	89.586
	0,4	977.381	92	89.56
	0,8	982.662	90	89.755

	1,2	986.101	90	89.975
	1,6	986.245	90	89.998
1,2	0,04	975.639	120	89.614
	0,4	980.829	93	89,948
	0,8	986.177	90	89.696
	1,2	989.971	90	89.969
	1,6	989.150	90	89.997
1,96	0,04	980.381	139	89.894
	0,4	986.595	95	90,077
	0,8	990.951	90	89.511
	1,2	992.760	90	89.951
	1,6	992.052	90	89.995

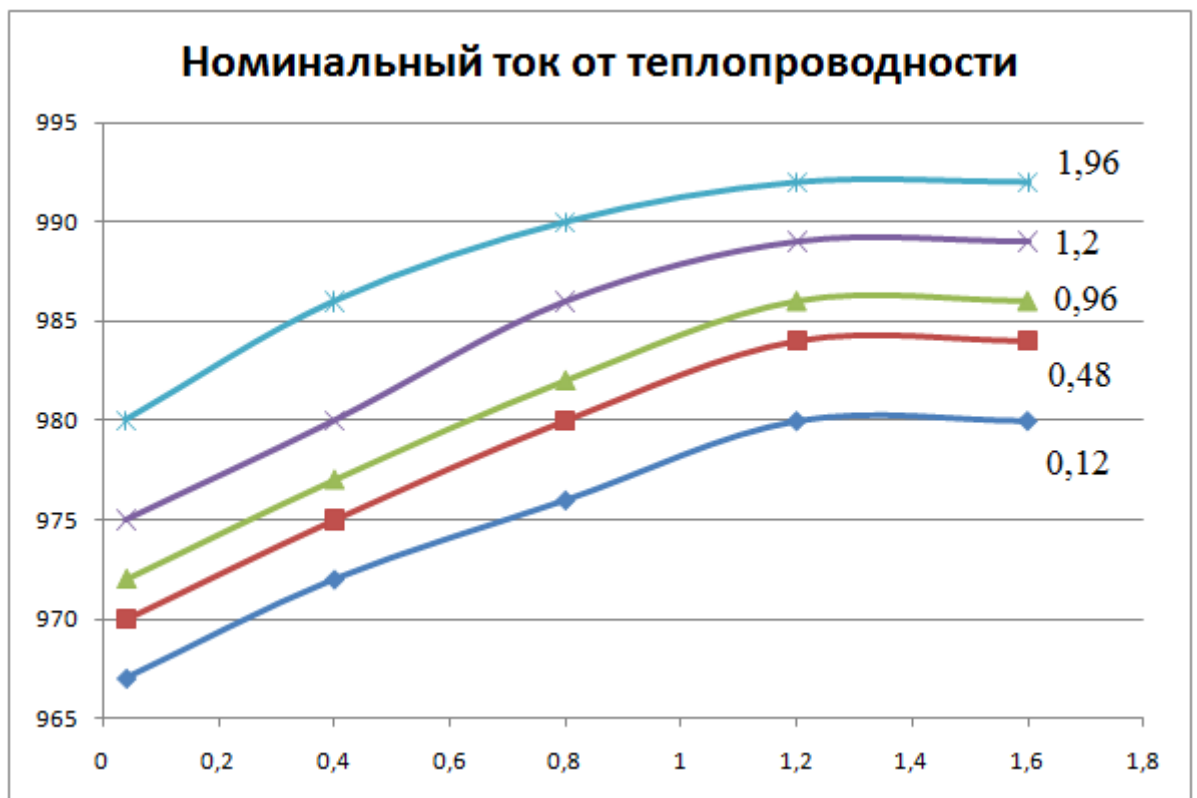


Рисунок - 5 Зависимость номинального тока от коэффициента теплопроводности при разных значениях толщины барьера

Вывод: Исходя из полученных данных можно увидеть, что при увеличении коэффициента теплопроводности номинальный ток начинает возрастать и достигает своего максимума в точке насыщения, после которого он не меняется и дальнейшее увеличение нецелесообразно, так как ток не изменяет своей величины.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность 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. [6]

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Составление SWOT-анализа работы и эксплуатации ремонтно-механического цеха ферросплавного завода
- Планирование технико-конструкторских работ
- Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности проекта.

4.1 Обоснование и SWOT-анализ научного исследования

Научное исследование посвящено изучению влияния электрических и теплофизических свойств проволочного экрана на величину потерь в силовых кабелях. Научная работа имеет безусловный коммерческий потенциал, потому что в настоящее время заводы – изготовители не изменяют технологический процесс при производстве экранов в кабеле, что открывает возможности для введения новых технологий в конструкцию кабеля.

Технический прогресс в различных отраслях народного хозяйства вызвал рост потребности в кабельной продукции и необходимость создания новых типов кабелей и проводов с более высокими характеристиками. Поэтому данная тема актуальна в настоящее время. В качестве модификации конструкции рассмотрена замена стандартного материала для экрана, на другие материалы не сильно отличающиеся по цене, но имеющие другие характеристики. Рассматриваемые материалы: медь, алюминий, латунь, бронза. Так благодаря другим электрическим характеристикам проводниковых материалов номинальный ток и следовательно передаваемая мощность бронзы и латуни был повышен на 10-15% по сравнению с медным экраном.

Благодаря исследованию этой темы можно изготовить принципиально новый кабель с более высокими характеристиками, что несомненно найдет потенциальных потребителей в нашей стране.

Проведем комплексный SWOT- анализ проекта, представляющий собой метод анализа планирования производственной или научной деятельности, разделяющий факторы или явления на следующие категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities (возможности) и threats (угрозы), и состоящий из нескольких этапов.

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

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 1.1.

Таблица 7 - Матрица SWOT

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	<p>С1. Собственная научная и производственная база для разработки новой конструкции.</p> <p>С2. Соответствие новых материалов необходимым электрическим характеристикам..</p> <p>С3. Доработка недостающей информации о свойствах исследуемого материала.</p> <p>С4. Не требует сложного уникального оборудования при производстве нового кабеля.</p> <p>С5. Наличие опытного научного руководителя.</p> <p>С6. Актуальность проблемы.</p>	<p>Сл1. Затраты времени на анализ теоретической части;</p> <p>Сл2. Высокие требования к характеристикам исследуемого материала;</p> <p>Сл3. Расчет новой конструкции в соответствии с ГОСТ-ом;</p> <p>Сл4. Необходимость сравнительного анализа характеристик, полученных в результате расчета.</p>
Возможности:		
<p>В1. Увеличение номинального тока исследуемого объекта.</p> <p>В2. Использование объекта</p>		

<p>испытаний в новых кабельных линиях.</p> <p>В3. Разработка рекомендаций по изготовлению новой конструкции экрана.</p> <p>В4. Рост потребности в обеспечении снижения тепловых потерь в экране кабеля.</p> <p>В5. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских институтов.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на разработанные рекомендации</p> <p>У2. Введение дополнительных требований к материалам экрана</p> <p>У3. Угрозы выхода из строя оборудования в ходе использования разработанных рекомендаций</p>		

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+, -) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Таблица 8 - Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта
-------------	-------------------------

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	+	-	-	-
	B2	+	+	-	0	0	-
	B3	+	+	+	-	+	+
	B4	0	+	+	-	-	+
	B5	+	+	0	+	+	+
Слабые стороны проекта							
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4		
	B1	-	+	-	-		
	B2	-	+	-	+		
	B3	+	-	+	+		
	B4	+	-	+	-		
	B5	-	-	+	-		

Таблица 9 - Интерактивная матрица угроз

	Сильные стороны проекта							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Угрозы	У1	-	+	+	-	0	-	
	У2	+	+	+	-	0	0	
	У3	-	+	+	-	0	0	
	Слабые стороны проекта							
			Сл1	Сл2	Сл3	Сл4		
		У1	-	+	+	-		
		У2	+	+	+	-		
		У3	-	+	+	-		

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 8 и 9, показывает, что число сильных сторон у проекта количественно больше числа слабых. Аналогичная ситуация с количеством возможностей и угроз проведения исследований. Если рассматривать возможности, то можно сделать вывод, что исследование будет эффективным, поскольку их влияние на сильные стороны проекта больше, чем на слабые. Это касается и угроз.

4.2 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.

4.2.1. 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 10.

Таблица 10 - 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	Обзор научной и технической литературы	Студент-дипломник
Проведение испытаний исследуемого объекта	3	Рассмотрение существующих конструкций кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и их материалов	Студент-дипломник
	4	Анализ тепловых потерь в экране	Студент-дипломник
	5	Расчет номинального тока в жиле и термической стойкости экрана	Студент-дипломник
Обсуждение и оценка результатов	6	Оценка результатов исследования	Студент-дипломник, Научный руководитель
Оформление отчета по научному исследованию	7	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник
	8	Проверка выпускной квалификационной работы	Научный руководитель

Продолжение таблицы 1.4

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

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения научного исследования

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

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (21)$$

где $t_{ожі}$ - 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.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (22)$$

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

$t_{ожі}$ - 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 11.

Таблица 11 - 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	Обзор научной и технической литературы	-	7	-	14	-	9,8	-	13
3	Рассмотрение существующих конструкций кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и их материалов	-	1	-	3	-	1,8	-	3
4	Анализ тепловых потерь в экране	-	1	-	4	-	2,2	-	3
5	Расчет номинального тока в жиле и термической стойкости экрана	-	18	-	25	-	21	-	22
6	Оценка результатов исследования	1	2	2	5	1,4	3,2	1	3
7	Составление пояснительной записки	-	10	-	20	-	14	-	18
8	Проверка выпускной квалификационной работы	1	-	3	-	1,8	-	2	-
9	Подготовка к защите ВКР	2	2	5	5	3,2	3,2	3	3
10	Защита ВКР	-	1	-	2	-	1	-	1

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

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

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.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 11 строим план-график

Таблица 12 - Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп-ли	Трл, раб.дн.	Продолжительность выполнения работ, раб. дн.																											
				3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75			
1	Составление и утверждение технического задания	НР	1	■																											
2	Обзор научной и технической литературы	СД	10	■	■	■	■	■	■																						
3	Заготовка образцов исследуемого материала	СД	1					■																							
4	Определение условий испытания	НР	2					■	■																						
		СД	2					■	■																						
5	Испытания образцов в соответствующих условиях	НР	45							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
		СД	45							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
6	Оценка результатов исследования	НР	2																												
		СД	4																												
7	Составление пояснительной записки	СД	6																												
8	Проверка отчета по НИР	НР	2																												
9	Подготовка к защите НИР	НР	3																												
		СД	3																												
10	Защита НИР	СД	1																												

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает порядка 2 месяцев. Продолжительность выполнения технического проекта составит 69 дней. Из них для каждого в отдельности:

- 66 дней - продолжительность выполнения работ студента-дипломника;
- 7 дней - продолжительность выполнения работ научного руководителя.

4.3 Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

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

- накладные расходы.

4.3.1. 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:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (23)$$

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 13.

Таблица 13- Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за кг., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Медь для экрана	10	260	2600
Аллюминий	10	70	700
Латунь	10	145	1450
Бронза	10	160	1600
Перчатки	1	30	35
Маркер	1	60	69
Линейка	1	20	23
Бумага	1	250	288
Ручка	2	15	35
<i>Итого</i>			6800

4.3.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

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

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (24)$$

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:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (25)$$

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

T_p - продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_d}, \quad (26)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ - доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$ - 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 14.

Таблица 14 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{р.к.}}$, руб.	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	17000	2550	5865	25415	1155	55	63525
Студент-дипломник	2600	390	897	3887	177	72	12744
<i>Итого</i>							76269

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (27)$$

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

Расчет полной заработной платы приведен в таблице 1.9.

Таблица 15 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн. руб.}}$	$Z_{\text{доп. руб.}}$	$Z_{\text{полн. руб.}}$
Научный руководитель	0,15	63525	9529	74054
Студент-дипломник	0,12	12744	1529	14273
<i>Итого</i>		<i>76269</i>	<i>3894</i>	<i>88327</i>

4.3.3. 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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{полн}}, \quad (28)$$

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

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:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 88327 = 26675 \text{ руб.}$$

4.3.4. 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.

$$Z_{\text{накл}} = \sum Z \cdot k_{\text{нр}}, \quad (29)$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

4.3.5. Формирование сметы затрат научного исследования

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.

Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 16.

Таблица 16 - Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
Материальные затраты ТП	11,5	7,6
Затраты на оплату труда	88,3	58,7
Отчисления во внебюджетные фонды	26,7	17,7
Накладные расходы	24,1	16,0
<i>Итого</i>	<i>150,6</i>	<i>100,0</i>

Исходя из сметы затрат, на технический проект требуется 150,6 тыс.рублей. Согласно диаграмме Ганта продолжительность всей работы составила 69 рабочих дней.

4.4 Определение ресурсоэффективности исследования

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (30)$$

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 материалу экрана и готовому кабельному изделию:

1. Термическая стойкость - одно из свойств экрана, характеризующее длительное протекание тока при КЗ.
2. Безотказность - это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.
3. Негорючесть - это комплексная характеристика материала или конструкции кабельного изделия противостоять возгоранию и распространению процесса горения.
4. Эластичность - это свойство материала экрана восстанавливать свою форму и размеры после прекращения действия внешних сил. Важный критерий так как экран набирается из медных проволок.
5. Дешевизна - 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 17.

Таблица 17 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка
1. Стойкость	0,20	5
2. Безотказность	0,22	5
3. Негорючесть	0,15	3
4. Эластичность	0,18	4
5. Дешевизна	0,10	3
6. Экологичность	0,15	5
<i>Итого</i>	<i>1,00</i>	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,22 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,18 + 3 \cdot 0,10 + 5 \cdot 0,15 = 4,32$$

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

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

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора научного исследования. Установлено, что технический проект будет эффективным, так как влияние возможностей на сильные стороны научного исследования больше, чем на слабые;
- при планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителей;
- составление сметы научного исследования позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта в размере 150,6 тыс.рублей;

- оценка ресурсоэффективности исследования, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,32 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

5. Производственная безопасность

5.1 Анализ вредных факторов

Существует ряд факторов, которые могут привести к опасности для здоровья во время проведения работ в исследовательских лабораториях. Данные факторы могут привести к возникновению несчастных случаев, профессиональных заболеваний, а также пожаров и взрывов. 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 указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению трудоспособности, вызванные переутомлением, что приводит к развитию профессиональных заболеваний.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке физико-механических свойств оболочки кабельных изделий

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Подготовка образцов к испытанию; 2) Получение заготовок нужной формы на прессе; 3) Испытание на разрывной машине;	1. Микроклимат в закрытом помещении; 2. Шум и вибрации; 3. Испарение летучих продуктов из агрессивных сред.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток. 3. Работа с режущими инструментами	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 [8].

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

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.

Дизельное топливо и трансформаторное масло относятся 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 [14]:

- температура воздуха в помещении, °С;
- относительная влажность воздуха, %;

- подвижность воздуха, м/с;
- тепловое излучение, Вт/м.

Таблица 19 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура Поверхностей, °С
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Ia (до 139)	20-21,9	24,1-25	19-26
	Iб (140-174)	19-20,9	23,1-24	18-25
	IIa (175-232)	17-18,9	21,1-23	16-24
	IIб (233-290)	15-16,9	19,1-22	14-23
	III(более 290)	13-15,9	18,1-21	12-22
Теплый	Ia (до 139)	21-22,9	25,1-28	20-29
	Iб (140-174)	20-21,9	24,1-28	19-29
	IIa (175-232)	18-19,9	22,1-27	17-28
	IIб (233-290)	16-18,9	21,1-27	15-28
	III (более 290)	15-17,9	20,1-26	14-27

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека и определяются согласно [14]. 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 Iб (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.

Для обеспечения чистоты воздуха, выполнения требований норм к его температуре и влажности используются также специальные системы: вентиляции, кондиционирования, отопления.

Способы нормализации микроклимата производственных помещений в исследовательской лаборатории НИНИЦ ООО «Томсккабель»:

- Рациональное размещение оборудования;
- Рациональная тепловая изоляция оборудования;
- Рациональная вентиляция и отопление (воздушный душ);
- Рационализация режимов труда и отдыха (оазисы).

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

Шум

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 [15].

Меры при возможном превышении шума:

- Разработка шумобезопасной техники;
- Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029;
- Применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

Таблица 20 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Вид трудовой деятельности, Рабочее место	Уровень звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука и эквивалентный уровень звука дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия по защите от действия шума (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

Освещение на рабочем месте

Правильно организованное освещение рабочего места обеспечивает сохранность зрения и нормальное состояние нервной системы, а также безопасность в процессе производства. 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 [24] для освещения промышленных предприятий регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест – 200 Лк.

Таблица 21 – Нормы искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
Малой точности	От 1 до 5	IV	а	Малый	Темный	400	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	—	—	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	—	200
			г	Средний Большой	Светлый Средний	—	—	200

Для обеспечения нормативной освещённости необходимо использовать совмещённое 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;

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

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

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

$$h = H - h_p - h_c = 3,2 - 0,8 - 0,2 = 2,2 \text{ м.} \quad (31)$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{48}{2,2 \cdot (8+6)} = 1,56, \quad (32)$$

где A - длина помещения, м;

B - ширина помещения, м;

S - площадь освещаемого помещения:

$$S = A \cdot B = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2. \quad (33)$$

По значению i выбираются коэффициент использования освещённости, $\eta = 0,46$ 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:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2,2 = 2,64 \text{ м}, \quad (34)$$

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

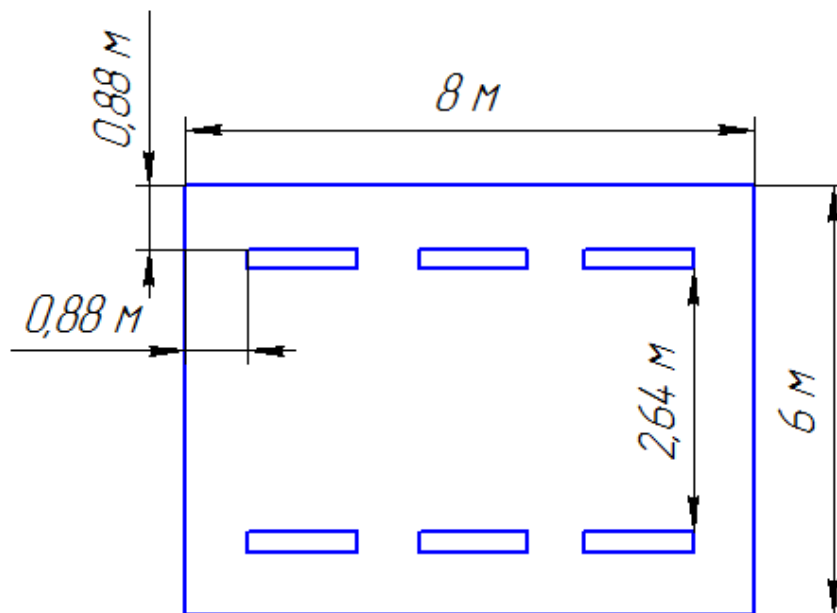


Рисунок 6 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

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

$$F = \frac{E_n \cdot K \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 48 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,46} = 5340 \text{ Лм,}$$

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:

$$P = 12 \cdot 80 = 960 \text{ Вт.}$$

5.2. Анализ опасных факторов

Электробезопасность

Опасное и вредное воздействие на людей электрическим током, электрической дугой и электромагнитным полем проявляется в виде электротравм 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.

Производственные помещения по степени опасности поражения людей электрическим током в соответствии с [12] подразделяется на три категории. Лаборатория НИНИЦ ООО «Томсккабель» относится к третьей категории, т.е. к помещениям без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие «повышенную опасность» и «особую опасность».

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, относится защитное заземление, защитное отключение, выравнивание потенциалов и двойная изоляция [12].

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

Требования к работникам, допускаемым к выполнению работ в электроустановках в соответствии с [25]:

2.1. Работники обязаны проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ в электроустановках.

2.2. Работники должны проходить обучение по оказанию первой помощи пострадавшему на производстве до допуска к самостоятельной работе.

Электротехнический персонал, кроме обучения оказанию первой помощи пострадавшему на производстве, должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока с учетом специфики обслуживаемых (эксплуатируемых) электроустановок.

2.3. Работники, относящиеся к электротехническому и электротехнологическому персоналу, а также государственные инспекторы, осуществляющие контроль и надзор за соблюдением требований безопасности при эксплуатации электроустановок, специалисты по охране труда, контролирующие электроустановки, должны пройти проверку знаний требований Правил и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению работ в электроустановках в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности, требования к которой предусмотрены приложением N 1 к Правилам [25].

Требования Правил, установленные для работников из числа электротехнического персонала, являются обязательными и для работников из числа электротехнологического персонала.

2.4. Работник обязан соблюдать требования Правил, инструкций по охране труда, указания, полученные при целевом инструктаже.

Работникам, указанным в пункте 2.3 Правил и прошедшим проверку знаний требований Правил и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению работ в электроустановках, выдаются удостоверения о проверке знаний правил работы в электроустановках, формы которых предусмотрены приложениями N 2, 3 к Правилам.

Результаты проверки знаний по охране труда в организациях электроэнергетики оформляются протоколом проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 4 к Правилам, и учитываются в журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 5 к Правилам.

Результаты проверки знаний по охране труда для организаций, приобретающих электрическую энергию для собственных бытовых и производственных нужд, фиксируются в журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 6 к Правилам.

2.6. Стажировка, дублирование проводятся под контролем опытного работника, назначенного организационно-распорядительным документом (далее - ОРД).

Допуск к самостоятельной работе должен быть оформлен ОРД организации или обособленного подразделения.

2.7. Работник, в случае, если он не имеет права принять меры по устранению нарушений требований Правил, представляющих опасность для людей, неисправностей электроустановок, машин, механизмов,

приспособлений, инструмента, средств защиты, обязан сообщить об этом своему непосредственному руководителю.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства: защитные оболочки; защитные ограждения (временные или стационарные); безопасное расположение токоведущих частей; изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную); изоляцию рабочего места; малое напряжение; защитное отключение; предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности. [26]

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциала; система защитных проводов; защитное отключение; изоляцию нетоковедущих частей; электрическое разделение сети; малое напряжение; контроль изоляции; компенсация токов замыкания на землю; средства индивидуальной защиты. [26]

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В этом разделе наиболее актуальным будет рассмотрение вида ЧС - пожар, определение категории помещения по пожаровзрывобезопасности в котором происходят испытания, то есть лаборатория НИНИЦ ООО «Томсккабель» и регламентирование мер противопожарной безопасности.

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, организационными и организационно-техническими мероприятиями.

По степени пожарной опасности, согласно [17], лабораторию НИНИЦ ООО «Томсккабель» 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 пожарной опасности.
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 НИНИЦ ООО «Томсккабель» на случай пожара находится огнетушитель ОУ-8, предназначенный для тушения пожаров на электрических установках или оборудовании под напряжением. 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.

Выведение людей из зоны пожара должно производиться по плану эвакуации.

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.

План эвакуации людей при пожаре из помещения, где расположен диспетчерский пункт (пост управления), представлен на рисунке 17.



Рисунок 7 - План эвакуации при пожаре

Ответственность за нарушение Правил пожарной безопасности, согласно действующему федеральному законодательству, несет руководитель объекта.

5.3 Экологическая безопасность

ПВХ-пластикат, полиуретан и ТЭП очень устойчивы и инертны в обычных условиях. Они не вступают в реакцию с пищей, водой и бытовой химией. При попадании в организм эти полимеры абсолютно безвредны. Считается, что данный полимеры потенциально биологически опасен в двух случаях: во время производства и во время перегрева готового полимера. В процессе производства данных полимерных материалов используются токсичные и канцерогенные вещества, которые могут попадать в окружающую среду, как при утечках, так и в виде производственного загрязнения готового продукта. Продукты термического разложения токсичны.

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. Помимо продуктов термического разложения используемых полимеров, согласно [14] среди продуктов горения, негативно сказывающихся на экологии окружающей среды, имеют место углекислый газ (более $0,11 \text{ кг/м}^3$), угарный газ (более $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$), соляная кислота (более $23 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$) и другие.

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.

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.

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Согласно [13] 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 надлежит 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.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Нормы трудового права регулируют любые отношения, связанные с использованием личного труда.

Формы их реализации разнообразны:

- собственно, трудовые отношения;
- организация труда и управление им;
- трудоустройство работников;
- социальное партнерство, коллективные отношения;
- содействие занятости безработных лиц;
- организация профессиональной подготовки и повышения квалификации;
- обеспечение мер по охране труда граждан;
- осуществление контроля и надзора за соблюдением законодательства;
- социальная и правовая защита работников, решение трудовых споров;
- деятельность профессиональных союзов;
- отношения взаимной материальной ответственности работника и работодателя;
- защита прав и интересов работодателей.

Рассмотрим регулирование коллективных отношений.

Настоящий коллективный договор является правовым актом, регулирующим социально-трудовые отношения работников ООО «Томсккабель» 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.

Обеспечивать за счет средств работодателя:

- Проведение инструктажей по охране труда, обучение лиц, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, проведение

периодического обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в период работы.

- Проведение обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников, в том числе женщин в женской консультации, в рабочее время по графику медицинских осмотров, с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров.
- Наличие на производственных участках аптечек для оказания первой помощи пострадавшим и обработки микротравм; наличие в аптечках рекомендованного МЛПУ «Городская клиническая больница №1» перечня средств и медикаментов, их ежегодную замену.
- Выдачу молока работникам Общества в дни фактического выполнения работ, в том числе при выполнении работ временными ремонтными бригадами на местах с наличием вредных факторов в соответствии с медицинскими показаниями в количестве:
 - при длительности смены до 8 часов – 0,5 л (1 талон);
 - при длительности смены 11,5 часов – 0,75 л (3 талона на две смены).
- На горячих участках и участках с вредными условиями труда обеспечивать работников сухим чаем из расчета 8 грамм на одного человека в смену. Списки работников, которым необходимо выдавать чай, утверждаются совместным постановлением работодателя и профкома.
- На работах, связанных с загрязнением, выдавать бесплатно банное мыло по норме 400 грамм на одного человека в месяц.
- Выдачу работникам защитных паст в дни работы на основании перечня, утвержденного совместным постановлением работодателя и профкома.
- Бесплатную выдачу витаминных препаратов работникам, подвергающимся воздействию высокой температуры окружающей среды и интенсивному теплооблучению при выполнении работ с особо

вредными условиями труда в соответствии со списками, утвержденными совместным постановлением работодателя и профкома.

- Дополнительное страхование работников от несчастных случаев на производстве.

Порядок обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты, стирки и дезинфекции устанавливается локальными нормативными актами работодателя, принимаемыми по согласованию с профкомом.

Перечень изменений и дополнений к нормативам, утвержденным законодательством РФ выдачи спецодежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты определяется приложением к коллективному договору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сделать вывод, что термический барьер может использоваться в кабельной технике для увеличения передаваемой мощности, так как барьер удерживает тепло внутри изоляции. Тепло выделяемое при перегрузке остается внутри изоляции и не оказывает на нее влияние. В дипломной работе было рассмотрено влияние двух величин на передаваемую мощность, а именно: толщина барьера и коэффициент теплопроводности. По экспериментальным данным оценено, что необходимо варьировать толщиной барьера с оптимальным коэффициентом теплопроводности для наилучшего увеличения передаваемой мощности. Установлено, что при наличии барьера передаваемая мощность увеличилась примерно на 5-10% в сравнении с начальным значением тока без барьера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Миллер В.В.** Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена и кабельная арматура к ним. Технология сшивки, производство и контроль качества поставляемой продукции. Реконструкция и строительство кабельных сетей в городских условиях. - XIX-е заседание Ассоциации электроснабжения городов России «ПРОГРЕССЭЛЕКТРО», тез. докл., Ханты-Мансийск, 2013.
2. **Боев А.** Сравнение кабелей с БПИ и СПЭ-изоляцией // Кабель-NEWS. - 2010. - № 11.
3. **Ларина, Э. Т.** Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии : учебник для вузов / Э. Т. Ларина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Энергоатомиздат, 1996. — 464 с.: ил.
4. **Ларина Э.Т.** Силовые кабели и кабельные линии: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 368 с
5. **Доклад** по силовым кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 1-10 кВ. - Департамент топливно-энергетических ресурсов г.Москвы, 2005
6. **Привезенцев, В. А.** Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии : учеб. пособие для энергет. и электротехн. вузов / В. А. Привезенцев, Э. Т. Ларина; ред. В. А. Привезенцев. - Москва: Энергия, 1970.
7. **Дмитриев, М.В.** Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6-500 кВ. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 154 с.
8. **ГОСТ Р МЭК 60287-2011** Кабели электрические расчет номинальной токовой нагрузки
9. **ГОСТ Р 55025-2012** Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия.

10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учебно-методическое пособие / Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Гаврикова Н. А. - М.: Издательство ТПУ, 2014. - 36 с.
11. Международный стандарт ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации».
12. ГОСТ 12.1.004-91. "Пожарная безопасность. Общие требования".
13. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
15. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
16. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
17. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
18. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
19. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
20. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
21. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
22. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
23. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
24. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.

25. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
26. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
27. Приказ 328н. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.
28. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.