

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение
Кафедра физических методов и приборов контроля качеств

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Оценка изменения погонной емкости провода на различных этапах производства кабельных изделий |

УДК 621.315.2.002:621.3.001.4:519.673

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 1БЗБ | Цыденов Эрдэм Болотович | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент кафедры ФМПК ИНК ТПУ | Старикова Надежда Сергеевна | | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент кафедры менеджмента | Грахова Е.А. | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| Инженер | Маланова Н.В | к.т.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|----------------------------|--|---------|------|
| Физических методов и приборов контроля качества | Суржиков Анатолий Петрович | Доктор физико-математических наук, профессор | | |

Томск – 2017 г.

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон |
|----------------|---|--|
| | <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| Р1 | Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения | Требования ФГОС (ОК-14, ПК-1,6,7,8,10,11.12,13,17,23,24,27), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р2 | Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа | Требования ФГОС (ОК-5, ПК-14,15,19,20,21,28,29,30,33) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р3 | Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества | Требования ФГОС (ОК-6, ПК-5,18,31,32), Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р4 | Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности | Требования ФГОС (ОК-1,2,8,11,12, ПК-2,9), Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон |
|----------------|--|--|
| P5 | Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе | Требования ФГОС (ПК-3,4,9,16,22,26), Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P6 | Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции | Требования ФГОС (ПК-33), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| | <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P7 | Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности | Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P8 | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы | Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P9 | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности | Требования ФГОС (ОК-13), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P10 | Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду | Требования ФГОС (ОК-4,14,15, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| P11 | Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности | Требования ФГОС (ОК-9), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение
Кафедра физических методов и приборов контроля качеств

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|--------------------------|
| 1БЗБ | Цыденов Эрдэм Болотовичу |

Тема работы:

| | |
|--|--------------------|
| Оценка изменения погонной емкости на различных этапах производства кабельных изделий | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 9687/с от 14.12.15 |

| | |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 05.06.2017 г. |
|--|---------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|--|
| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатраты; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Объект исследования – погонная емкость провода с различными изоляционными материалами.</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки</i></p> | <p>Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области. Проведение испытаний. Анализ результатов Оценка результатов.</p> |

| | |
|---|--|
| <i>техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i> | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность. Выводы по результатам работы. |
| Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) | – |

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|--------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Грахова Е.А. |
| Социальная ответственность | Маланова Н.В. |
| | |
| | |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

| |
|--|
| |
| |
| |

| | |
|---|---------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 02.09.2016 г. |
|---|---------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Ассистент кафедры ФМПК ИНК ТПУ | Старикова Надежда Сергеевна | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| 1БЗБ | Цыденов Эрдэм Болотович | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа 77с., 12рис., 22табл.,

Ключевые слова: погонная емкость, диэлектрическая проницаемость, температура, геометрические размеры, изоляция.

Объектом исследования является погонная емкость провода.

Целью работы было оценить как влияет температура на погонную емкость провода.

В процессе исследования проводился литературный обзор по теме, экспериментальная часть по влиянию температуры на погонную емкость.

В результате исследования были построены графики зависимости емкости от температуры, для каждого провода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: одножильные провода с изоляциями из поливинилхлорида и резины жилой из меди, с различными сечениями провода.

Область применения: кабельное производство

Экономическая эффективность/значимость работы: Данная работа позволит более точно оценить погонную емкость провода и, таким образом, повысит качество контроля изоляции в технологическом процессе.

Определения

Диэлектрическая проницаемость — величина, характеризующая диэлектрические свойства среды — её реакцию на электрическое поле.

Кабельные изделия, это различные разновидности изолированных либо не изолированных электрических проводников, которые служат для передачи или преобразования электроэнергии. Они применяются для передачи цифровой и аналоговой информации, используются в тех или иных преобразователях электроэнергии, в радиоэлектронных устройствах и т.д. К подобным кабельным изделиям можно отнести различные изолированные и не изолированные провода, кабели, ленты, шины, электрические шнуры и даже оптоволоконные кабели.

электроёмкость: Физическая величина, численно равная заряду, который необходимо сообщить проводнику для того, чтобы изменить его потенциал на единицу.

Температура — физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

Цилиндрический конденсатор – система из двух соосных проводящих цилиндров радиусов R_1 и R_2 и длины L . Ёмкости этих конденсаторов, заполненных диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ , выражаются формулами:

Оглавление

| | |
|---|----|
| Реферат | 6 |
| Определения | 7 |
| Введение..... | 9 |
| Глава 1 | 10 |
| 1. Контроль состояния изоляции кабельных изделий..... | 10 |
| 1.1. Классификация кабельных изделий | 10 |
| 1.2. Основные конструктивные элементы кабельных изделий | 12 |
| 1.3. Производство кабельных изделий | 20 |
| 1.4. Технологические дефекты изоляции | 22 |
| 1.5. Методы контроля состояния изоляции | 26 |
| 1.5.1. Электроискровой метод измерения..... | 26 |
| 1.5.2. Метод измерения емкости в охлаждающей ванне..... | 27 |
| 1.5.3. Контроль емкости при высоковольтных испытаниях | 28 |
| Глава 2 | 30 |
| 2. Оценка влияния температуры на величину емкости провода | 30 |
| 2.1. Изменение температуры кабельного изделия в процессе производства 30 | |
| 2.2. Влияние температуры на параметры кабельного изделия | 31 |
| 2.3. Зависимость емкости провода от температуры..... | 32 |
| 3. «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» | 33 |
| 4. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»..... | 60 |
| Заключение..... | 73 |
| Список используемых источников..... | 74 |

Введение

Кабельные изделия широко применяются в различных сферах. Без них сложно представить современную жизнь: они используются для передачи и распределения электрической энергии, обеспечения телефонной и телеграфной связи, для радио- и телевидения, соединения различной аппаратуры и т.д. С каждым годом растет потребность в кабельных изделиях в энергетике, системе передачи информации, в различных областях науки и техники, а также и в быту. Потребители кабельных изделий с каждым годом завышают требования к их качеству.

Высокие требования потребителей к качеству кабельных изделий приводит к необходимости контролировать как геометрические, так и электрические параметры провода. По изменению погонной емкости можно свидетельствовать об изменении каких-либо геометрических параметров провода или электрических характеристик изоляции.

На сегодня выходной контроль емкости кабеля проводится в соответствии с ГОСТ 27893-88. Если у кабеля нет металлической оболочки, то для того чтобы измерить емкость, кабель погружают в ванну с водой. Повышение температуры воды ванне ведет влиянию на емкость.

Главными элементами провода или кабеля являются токопроводящая жила и изоляция. Токопроводящая жила – это элемент кабельного изделия, предназначенный для прохождения электрического тока, изготавливаемый обычно из металла с большой проводимостью (алюминия, меди, серебра или их сплавов). Изоляция выполняется в виде сплошного слоя диэлектрика (пластмассы, резины и др.), предназначенного для создания электрически прочного диэлектрического промежутка между токопроводящими жилами и другими заземленными элементами кабельного изделия. Целостность изоляции является основным параметром качества кабельных изделий.

Целью данной работы является выявить влияние температуры на погонную емкость провода. Также, посмотреть на какие еще параметры влияет температура.

Глава 1

1. Контроль состояния изоляции кабельных изделий

1.1. Классификация кабельных изделий

Кабельные изделия предназначены для передачи и распределения электрической энергии и сигналов связи и информации, выполнения электрических соединений в различных электротехнических устройствах, изготовления обмоток электрических машин, аппаратов и приборов. Среди всех классификаций кабельных изделий наиболее понятной является классификация кабелей и проводов по назначению, или по другому, по области применения. Ниже приводятся важнейшие группы кабельных изделий и некоторые типы кабелей и проводов, входящих в состав этих групп:

1. Неизолированные провода используются при строительстве воздушных линий электропередачи. Жилы провода состоят из меди, алюминия, бронзы, а также сочетающий (стальной сердечник, поверх которого накладывается один или несколько изгибов алюминиевой проволоки).

2. Силовые кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии. Кабель состоит из медной и алюминиевой жилы с изоляцией из бумажных лент, пропитанных маслом или специальными составами, а также с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката, полиэтилена, сшитого полиэтилена, резины. Диапазон переменных напряжений силовых кабелей — от 660 В до 500 кВ. Кабели имеют свинцовые, алюминиевые или пластмассовые оболочки.

3. Кабель связи нужен для передачи сигнала связи и информации. Жилу кабеля делают из меди, а изоляцию бумажной или пластмассовой. В качестве пластмасс используются полиэтилен, поливинилхлоридный пластикат, полистирол. Комбинированные виды изоляции могут быть: воздушно-бумажной или воздушно-полиэтиленовой. Кабели имеют свинцовые,

алюминиевые, стальные, пластмассовые или металлопластмассовые оболочки. Кабели связи делятся на высокочастотные и низкочастотные. Высокочастотные кабели - это предназначены для дальней связи, низкочастотные – для местной связи (городские телефонные, внутрирайонные и т. п.).

4. Для питания приборов используют контрольные кабели, аппаратов и других электротехнических устройств и используются в цепях контроля. Токопроводящие жилы для контрольных кабелей делают из меди, биметалла алюминий-медь, алюминия. Изоляция - из полиэтилена и поливинилхлоридного пластика. Также в качестве изоляции используется резина.

5. В цепях дистанционного управления используют кабели управления и применяют медные жилы. В качестве изоляции используются полиэтилен, поливинилхлоридный пластикат, фторопласт, резина. Число токопроводящих жил — от 3 до 108. Токопроводящие жилы могут быть экранированы все или отдельно. Оболочки кабелей — пластмассовые. Также в качестве брони поверх оболочки накладывают стальной проволокой. Форму кабеля может быть круглой или плоской.

6. Для выполнения групповых соединений применяют монтажные провода, т. е. для межблочного и внутриблочного монтажа аппаратуры. В качестве токопроводящие жилы применяется медь, в том числе с покрытиями из серебра, никеля и олова, изоляция — полиэтилен, поливинилхлоридный пластикат, фторопласты. На монтажные провода налаживают изоляцию на основе стекловолокна, волокон лавсана и капрон, наложенной методом обмотки, с поверхностным лаковым покрытием. Монтажные провода выпускают также как и кабели управления, выполняются не только круглыми, но ленточными.

7. Установочные провода распределяют электрическую энергию в силовых и осветительных сетях на открытом воздухе и внутри помещений. Провода выпускаются одножильными и многожильными (до 30), с

напряжением в проводе до 3 кВ. В установочных проводах применяются в качестве токопроводящей жилы - алюминий, медь, биметалла, алюминий-медь. Изоляция — поливинилхлоридный пластикат, полиэтилен, резина, асбест, стекловолокно, резиностеклоткань.

8. Обмоточные провода применяются для создания обмоток электрических машин, аппаратов и приборов. Токопроводящие жилы — из меди, алюминия, сплавов сопротивления (нихром, манганин, константан). В качестве изоляции применяются эмалевые покрытия на основе синтетических лаков, пропитанное лаками стекловолокно, натуральный шелк, синтетическая хлопчатобумажная пряжа, пленки, бумага, пластмассы.

9. Радиочастотные кабели применяются для передачи высокочастотной энергии между антеннами и различными радиотехническими и электронными устройствами, а также для соединений внутри этих устройств. Жилы может быть — медной, а в качестве изоляции — из полиэтилена, фторопласта или полувоздушизя (пористые пластмассы, шайбы, кордель и т. п.). Сверху изоляции идет наложение экрана и защитной оболочки из полиэтилена или поливинилхлоридного пластиката [3].

1.2. Основные конструктивные элементы кабельных изделий

В список основных элементов кабельных изделий относятся: токопроводящие жилы, изоляция, электрические экраны, оболочки и защитные покровы. И ниже они разобраны.

Токопроводящие жилы предназначены для проведения потока ЭМ энергии или информации. Для токопроводящих жил используется медная, алюминиевая и стальная проволока, а также проволока из сплавов низкого и высокого сопротивления. Диаметры кабельной проволоки могут быть от нескольких микрометров до 10 мм. Все жилы кабелей, проводов и шнуров общепромышленного назначения выпускаются согласно нормативному

документу ГОСТ 22483-77. Требования - высокая проводимость, низкая стоимость, стойкость к коррозии, гибкость без надломов.

Изоляция

Изоляцию применяют для создания электрически прочного диэлектрического промежутка между токопроводящими жилами и между жилами и другими заземленными элементами (экранами, металлическими оболочками). Материал, толщина и форма изоляции определяют максимальное значение рабочего напряжения данного кабельного изделия. Изоляционные покровы могут изготавливаться:

- из поливинилхлоридного;
- из электроизоляционной резины;
- из кремнийорганической резины;
- из сшитого полиэтилена;
- из пропитанной кабельной бумаги;
- из полиэтилена;
- из политетрафторэтилена.

Изоляция поливинилхлоридного пластиката

Изоляция из данного материала имеет высокое электрическое сопротивление при комнатной температуре, но при повышении температуры до +70⁰С оно снижается на 3 порядка. В связи с этим свойством, рабочая температура токопроводящей жилы составляет +70⁰С, а это влияет на номинальную токовую нагрузку.

Кабель изготовлен с использованием ПВХ изоляции и ПВХ оболочки (оболочка и изоляция выполнены в негорючем исполнении для групповой прокладки, индекс «нг»).

Резиновая изоляция

Резиновая изоляция может применяться только с шланговой резиновой оболочкой. Так как резина из натурального каучука достаточно дорогостоящая, то практически вся применяемая резина в кабельной промышленности является искусственной. К каучуку добавляют:

- вулканизирующие вещества (элементы позволяющие преобразовать линейные связи в каучуке в пространственные связи в изоляции, например, сера);
- ускорители вулканизации (снижают расход времени);
- наполнители (снижают цену материала без существенного снижения технических характеристик);
- мягчители (повышают пластические свойства);
- противостарители (добавляются для оболочек с целью стойкости к солнечной радиации);
- красители (для придания нужного цвета).

Резина позволяет назначать большие радиусы изгиба кабельных изделий, поэтому совместно с многопроволочной жилой применяется в проводниках для подвижного присоединения.

Кремнийорганическая изоляция

Кремнийорганическая изоляция обладает стойкостью к пониженным и повышенным температурам (ориентировочный эксплуатационный диапазон от -60 до $+180^{\circ}\text{C}$). Благодаря силоксановым связям их большому числу проявляется термостойкость, а также стойкость к окислителям. Предел прочности кремнийорганических резин при доведении температуры до $+250^{\circ}\text{C}$ понижается в 2 раза, для органических резин это значение упадёт в 8 раз. Разрушительное влияние оказывают щёлочи и кислоты.

Электрическая прочность не меняется при старении в температуре +275°C в течение 135 дней и снижается всего на 10% при восьмимесячном кипячении в воде.

Учитывая описанные свойства, нашла главное применение в термостойких проводах, фотография такого провода представлена слева, на ней представлен разбор конструкции.

Изоляция из сшитого полиэтилена

Сшитый полиэтилен (аббревиатура СПЭ) современный материал, который помимо связи молекул в цепи имеет связи между соседними цепями. Применяется в высоковольтных кабелях для стационарной прокладки в земле.

Снизу представлена фотография кабеля марки АПвЭВ, на которой указываются все конструктивные элементы: жила, изоляция, экран, поясная изоляция, герметичная оболочка.

Бумажно-пропитанная изоляция

Бумажно-пропитанная изоляция изготавливается из лент кабельной бумаги, которая пропитывается вязким составом либо нестекающим составом (для прокладки кабелей практически без перепада высоты до 25 метров или с незначительным перепадом по вертикали соответственно).

Накладывается ограничение по поводу совпадения лент, которые накладываются одна на другую – не более 3 совпадений и не больше 2 совпадений при непосредственном прилегании нижней ленты к жиле либо экрану. Итоговая толщина изоляции меняется в зависимости от сечения жилы.

Основное применение – высоковольтные кабели для прокладки в грунте. Более современной разработкой для тех же целей, являются высоковольтные проводники с изоляцией из сшитого полиэтилена.

О высоковольтных кабелях с бумажной изоляцией подробно описывается в стандарте ГОСТ 18410-73

Полиэтиленовая изоляция

Существует два вида полиэтилена, которые применяются для кабельных изделий в композициях:

- полиэтилен низкой плотности (ПЭНП);
- полиэтилен высокой плотности (ПЭВП).

Производятся при высоком и низком давлении соответственно в трубчатых реакторах.

Перечислим разницу в свойствах ПЭНП и ПЭВП соответственно:

- размягчение происходит при 105°C и 140°C;
- влагопроницаемость хуже в 3 раза для ПЭ низкой плотности;
- предел текучести до 1130 и 245 мПа.

При +20° полимер не растворяется ни в одном растворителе. При повышении температуры до +70°C растворяется в четырёххлористом углероде, толуоле, хлороформе и ксилоле. Большинство агрессивных сред не наносит никакого вреда.

Полиизобутилен совмещённый с полиэтиленом, стеариновой кислотой и ацетиленовой сажой применяют для создания экранов (электропроводящая композиция).

Политетрафторэтиленовая изоляция

Политетрафторэтилен (аббревиатура ПТФЭ) при +20°C на 90% состоит из кристаллической фазы, оставшаяся часть – аморфное состояние

(молекулы расположены в хаосе). Обладает хорошими механическими характеристиками при различных температурных условиях от -90 до $+250^{\circ}\text{C}$. При растяжении кристаллы перестраиваются по направлению усилия. Повышение температуры до $+327^{\circ}\text{C}$ приводит к увеличению объема на 25% из-за перехода части молекул в аморфную фазу. При достижении $+400^{\circ}\text{C}$ начинается разложение с образованием ядовитых газов. Прекрасно противостоит большей части химических реагентов. При рабочих температурах вступает в реакцию только с расплавленным калием, натрием и несколькими фтористыми соединениями.

Экран

Экраны применяют в кабелях напряжением выше 1 кВ для защиты внешних цепей от влияния электромагнитных полей токов, проходящих по кабелю, и для обеспечения симметрии электрического поля вокруг жил кабеля. Чаще всего экраны выполняют из медных лент и медной проволоки. В основном задействованы в высоковольтных кабелях и кабелях управления. Производятся:

- из металлизированной бумаги (при бумажно-пропитанной изоляции);
- из медных проволок (при изоляции их ПВХ и резины);
- из электропроводящей резины (при резиновой изоляции);
- из оцинкованной стальной проволоки (единовременное бронирование и экран).

Экран может быть обособленным (для каждой жилы) либо общим (защищает пучок жил).

У одножильных кабелей экран накладывают поверх изоляции жил, а у многожильных кабелей общий экран – поверх всех изолированных жил кабеля или свой экран – поверх каждой изолированной жилы в отдельности.

Оболочка

Кабельная оболочка – целая металлическая или неметаллическая трубка, расположенная поверх сердечника (сердечник - совокупность изолированных жил, возможно, с поясной изоляцией и экраном) и она защищает жилу от влаги и внешних воздействий (кислот, газов и т. п.). Чаще всего у силовых кабелей оболочка изготавливается алюминиевой, свинцовой, пластмассовой или резиновой. Алюминиевая и свинцовая оболочки встречаются чаще всего у кабелей с бумажной изоляцией, пластмассовые оболочки – у кабелей с пластмассовой изоляцией,

Алюминиевую оболочку силовых кабелей на напряжение до 1 кВ допускается использовать в качестве нулевой жилы в четырехпроводных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью. Свинцовые оболочки бронированных кабелей проложенных в земле используют в качестве естественных заземлителей..

Алюминиевая оболочка по сравнению со свинцовой имеет более высокую допустимую механическую нагрузку, вибростойкость, однако более подвержена разрушению от коррозии.

У алюминиевой оболочки высокая допустимая механическая нагрузка, чем у свинцовой. Но, она имеет склонность к разрушению от коррозии.

Защитные покровы

Защитный кабельный покров – это элемент, наложенный поверх изоляции, оболочку или экран кабельного изделия и применяется для дополнительной защиты от внешних воздействий.

В число защитных покровов входят следующие элементы конструкции кабеля: кабельная броня, кабельная подушка, наружный кабельный покров.

Подушка – внутренняя часть защитного покрова, наложенная под броней с целью предотвращения находящегося под ней элемента (например, оболочки) от коррозии и механических повреждений лентами или проволоками брони. Подушка состоит из слоев пропитанной кабельной пряжи, поливинилхлоридных, полиамидных и других равноценных лент, крепированной бумаги, битумного состава или битума.

Броня представляет собой часть защитного покрова (или защитный покров в целом) в виде металлических лент или одного или нескольких повивов металлической проволоки. Она предназначена для защиты от внешних механических и электрических воздействий. Броня чаще всего изготавливается стальной, но применяют также и алюминиевую броню.

Броня состоящая из металлических плоских лент служит для защиты провода от механических повреждений. Броня из металлических жил принимает и растягивающие усилия. Усилия возбуждающих в кабелях: при их вертикальной прокладке на большую высоту или при прокладке по крутонаклонным трассам, при прокладке кабелей в насыпных, болотистых и пучинистых грунтах, а также в воде.

Наружный кабельный покров является внешней частью защитного кабельного покрова, который накладывается поверх брони для защиты её от коррозии и механических воздействий. Наружный покров изготавливают: из битума; из слоя кабельной пряжи и стеклянной пряжи, пропитанной битумным составом; а также из ПВХ пластиката или полиэтилена.

В некоторых конструкциях кабелей в качестве защитного покрова или его наружной части используется защитный шланг, который представляет собой выпрессованную трубку из пластмассы или резины, расположенную поверх металлической оболочки или брони кабельного изделия [4].

1.3. Производство кабельных изделий

Весь процесс изготовления кабеля состоит из нескольких этапов. Структурная схема производства приведена ниже.



Рисунок 1 – структурная схема технологического процесса

На начальном этапе производится обработка медной катанки, из которой затем изготовят токопроводящие жилы. Катанка – это форма металла, представляющая собой прутья толщиной до 10 мм, из которых затем изготавливают проволоку. Обработка катанки производится с помощью волочильных станов (волоков) – специальных машин, которые под давлением протягивают катанку через отверстие, сечение которого меньше поперечного сечения катанки. В результате сечение проволоки уменьшается, а длина – увеличивается. Сама же операция называется волочением.

При волочении ухудшается пластичность металла и его токопроводимость. Поэтому, чтобы получить гибкую проволоку, ее нагревают в вакуумных печах, выдерживают в течение определенного времени и затем охлаждают до комнатной температуры. Температура и продолжительность нагрева зависят от характеристик проволоки. Эта операция называется отжигом.

Далее проволоки подаются на крутильные машины, которые скручивают их в стренгу – заготовку, из которой будут изготовлены многопроволочные токопроводящие жилы. Существует несколько видов скрутки – правильная, пучковая, шнуровая. Направление скрутки может быть левой или правой. Конкретный тип скрутки и направление определяются необходимыми эксплуатационными характеристиками производимого кабеля – требуемой гибкостью, прочностью на растяжение и т.д.

Далее, после скрутки идет этап наложения изоляции на токопроводящую жилу. С установленной на отдатчике катушки кабельная жила подается на экструзионную линию – комплекс, который используется для наложения изоляции и оболочки на кабельную жилу. Комплекс состоит из отдающего и принимающего устройств, экструдера, охлаждающей ванны и контрольной аппаратуры.

Сам процесс экструдирования проходит следующим образом. Отдающее устройство подают стренгу или кабельную жилу на экструдер, обеспечивая при этом постоянное равномерное натяжение. Установленное перед головкой экструдера нагревательное устройство электрическим током разогревает подаваемую жилу до температуры 100-150°C. Это нужно для того, чтобы исключить вероятность образования воздушных в изоляции. В самом экструдере расплавленная до этого пластмасса выдавливается через кольцевой зазор и накладывается на жилу [5] [6].

После экструдера находится охлаждающая ванна с водой, Длина ванны составляет 9 м [7], а иногда (при увеличенной толщине слоя изоляции) 30 м и более. Это нужно для того чтобы кабельная жила успевала охладиться до цеховой температуры при нормальной скорости экструдирования. Недостаточное охлаждение жилы приведет к деформации изоляции или смещению жилы [7].

Уже готовые кабельные изделия, покрытые изоляцией, подвергаются испытаниям. Наиболее функциональным считается испытание электрическим разрядом, т.е. готовый провод с нанесенной изоляцией пропускают через электрическое поле высокого напряжения. Если обнаруживаются дефекты в покрытии (трещины, местное утонение), то электрическая цепь замыкается и фиксируется световым или звуковым сигналом. Диаметр провода контролируется с помощью механических, электрических, фотоэлектрических устройств. Больше всего используются фотоэлектрические устройства, в которых изолированный провод проходит через два перекрещивающихся световые луча. Линии, которые образуются

при этом, попадают на чувствительный элемент. Контролирующий прибор регистрирует изменение диаметра изоляции и автоматически подает сигнал на работу привода экструдера [7].

Далее жилы сушат, проверяют качество изоляции повышенным напряжением и подают на тяговое устройство.

Следующий этап – это, снова, скрутка, уже изолированные жилы скручиваются в окончательную продукцию, кабель. Если направление скрутки жил такое же, как и направление скрутки проволок в наружном повороте самих жил, то такую скрутку называют скруткой в закрутку. Если же эти направления противоположны, то, соответственно, скруткой в раскрутку. Вся операция, по скручиванию готовых и не готовых проводов, выполняется с помощью крутильных машин [6].

После скрутки заготовка кабеля снова поступает на экструзионную линию, где на нее накладывается общая оболочка. После этого уже готовый кабель подается на бухтовку – кабельный барабан. В ОТК кабель снова проходит испытание на пробой изоляции, также проверяется соответствие измеренного сопротивления кабеля значению, указанному в ГОСТ. После успешного прохождения испытания кабель маркируется, упаковывается и поступает на склад.

1.4. Технологические дефекты изоляции

Продолжительность срока службы кабеля зависит от технологии производства. Полиэтиленовую изоляцию кабелей наносят на экструдерах. Один из важных требований к технологии, при наложении изоляции: должна быть цельной, категорически не должно содержаться посторонних включений и пустот. Кабели на среднее и высокое напряжения содержат экраны из полупроводящего полиэтилена. (Рисунок 2). Между изоляцией и полупроводящим экраном не должно быть отслоения, если каким-то образом образовалась пустота, то возникнет ионизация. Хорошее сцепление между

полупроводящим экраном и изоляцией достигает их одновременным наложением.

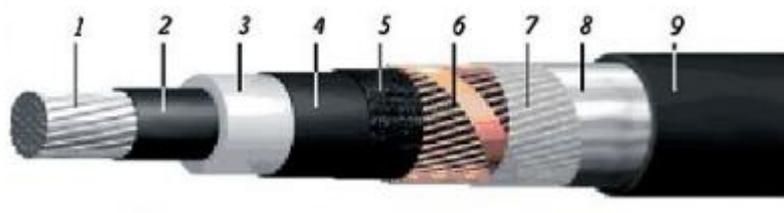


Рисунок 2 - Кабель на напряжение 10 кВ.

- 1 - алюминиевая 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 электропроводящей водоблокирующей ленты;
- 6 - экран из медных проволок;
- 7 - разделительный слой из водоблокирующей ленты;
- 8 - слой алюмополимерной ленты;
- 9 - полиэтиленовая оболочка;

Гранулы полиэтилена, всегда должны быть сухими, при подаче в экструдер. На Рисунке 3 и Рисунке 4 видно случай, когда гранулы полиэтилена были влажными. Происходит вскипание воды, вследствие которого образуется полость в полупроводящем экране (Рисунок 3) и отслоение изоляции от полупроводящего экрана (Рисунок 4) [1].

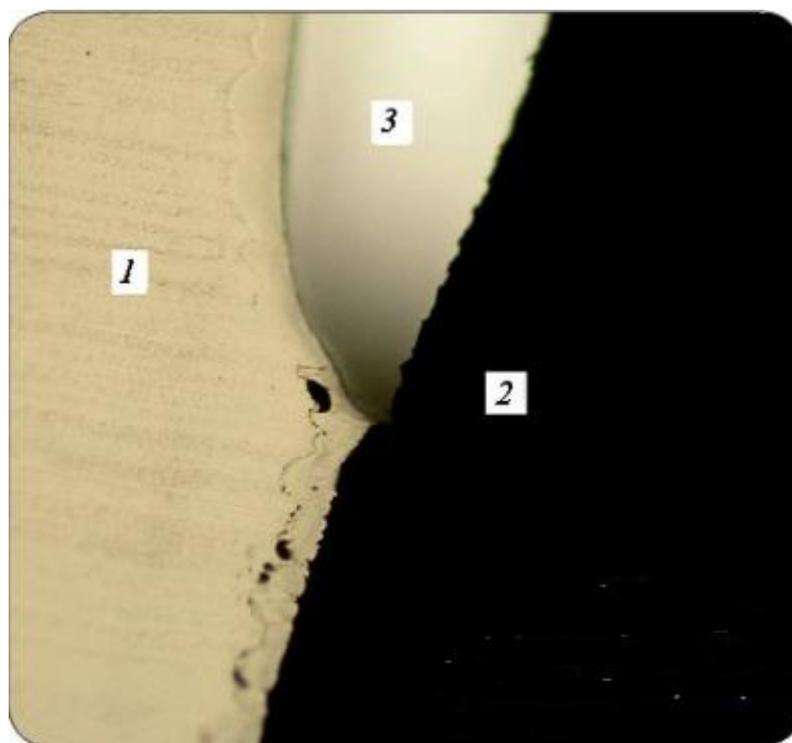


Рисунок 3 - Полость в полупроводящем экране.

- 1 – изоляция;
- 2 – полупроводящий экран;
- 3 – полость;

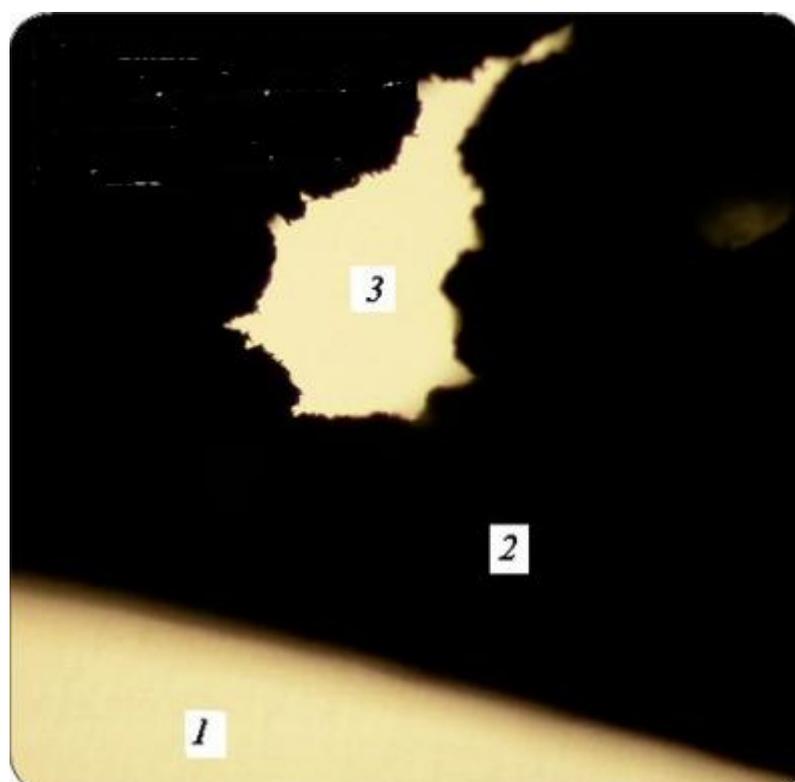


Рисунок 4 - Отслоение изоляции от полупроводящего экрана

- 1 – изоляция
- 2 – полупроводящий экран

3 - полость

Главное значение играет чистота первоначального материала, при наложении изоляции. Грязь может проникнуть в полиэтилен как при полимеризации и изготовлении гранул, так и при загрузке в экструдер. Более того, при не правильном технологическом режиме работы экструдера возможно подгорание полиэтилена.

Еще одним видом дефекта является недостаточное расплавление гранул полиэтилена (Рисунок 5). На этой неоднородности собираются объемные заряды, которые повышают напряженность электрического поля и ускоряют старение изоляции. Дефекты подобного рода, не образуются при правильном расчете режима экструдера [1].

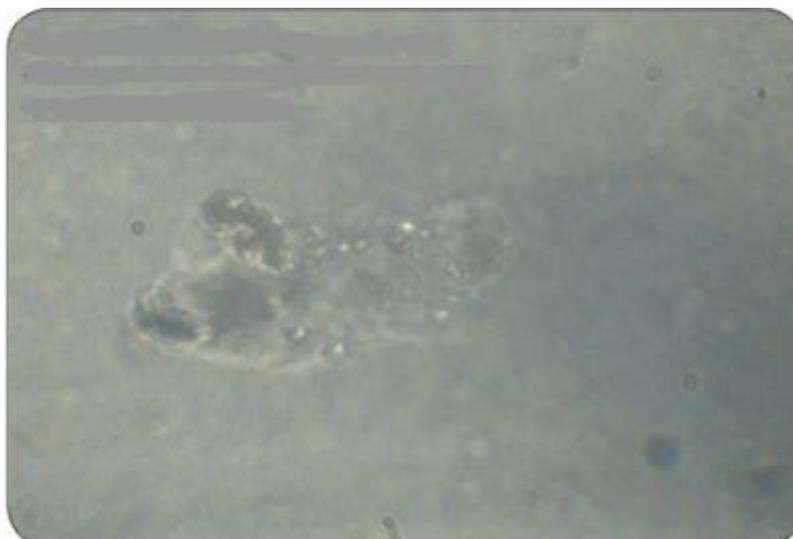


Рисунок 5 - Неоднородность изоляции, вызванная не полным расплавлением гранул полиэтилена.

Полиэтиленовая изоляция на токопроводящие жилы кабелей, которые используют для питания электродвигателей погруженных нефтенасосов, складывается два слоя. В случае неправильного обращения возможно загрязнение поверхности изоляции после первого слоя (Рисунок 6). Кабель такого рода дефектом быстро выходит из строя [9].

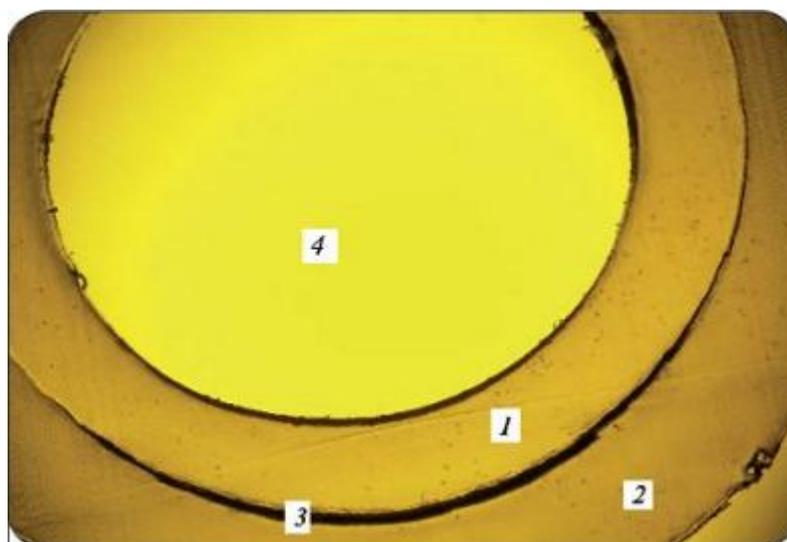


Рисунок 6 - Загрязнение поверхности изоляции после наложения первого слоя.

- 1 – первый слой;
- 2 – второй слой;
- 3 – загрязнение;
- 4 – токопроводящая жила;

1.5. Методы контроля состояния изоляции

Одним из основных параметров качества кабельных изделий, определяющих их эксплуатационные характеристики, является целостность изоляции. Главным требованием, к качеству изоляции является отсутствие включений, засоров, пор, трещин и других нарушений однородности и целостности, ведущих к отказу кабельного изделий в эксплуатации. Поэтому в конце после наложения изоляции, обязательно нужна проверка качества и конечно, устранение обнаруженных дефектов.

1.5.1. Электроискровой метод измерения

Все кабельные изделия отвечают многочисленным и разным требованиям в отношении характеристик изоляции и их стабильности во времени: механической прочности, электропроводности токопроводящих жил, герметичности металлических оболочек коррозионной стойкости и т.д.

Для обеспечения качества продукции кабельных изделий в процессе производства подвергаются контролю электроискровым методом. Суть метода заключается в том, что при движении изделия по технологической линии к поверхности его изоляции прикладывается высокое напряжение посредством специального электрода, а токопроводящая жила, броня или экран заземляется. При попадании дефектного участка изоляции кабельного изделия в поле контроля происходит искровой разряд, что регистрируется электроискровым дефектоскопом, качественная изоляция при этом остается неизменной.

Электроискровой контроль должен производиться посредством установки, включающей источник напряжения, регулирующее устройство, измерительные приборы, световую сигнализацию, указывающую на наличие высокого напряжения в испытательном поле, блокировку, обеспечивающую безопасность персонала автоматическим отключением напряжения при заходе на испытательное поле путем размыкания цепи питания установки [1].

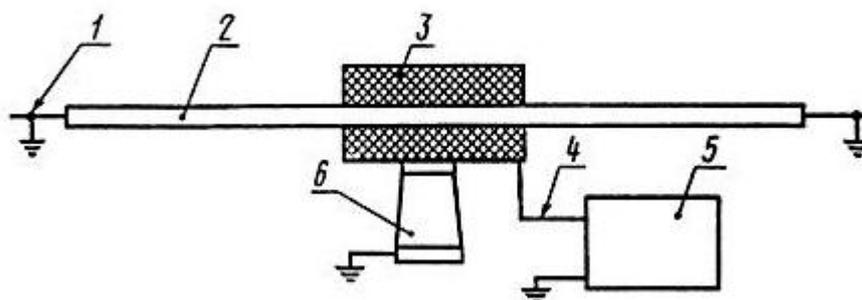


Рисунок 7 – Схема установки

1.5.2. Метод измерения емкости в охлаждающей ванне

Для постоянного контроля емкости провода в процессе его производства используется измерительный преобразователь в виде

трубчатого электрода, погруженного в проводящую жидкость, в качестве которой используется вода в охлаждающей ванне[2].

Метод измерения емкости провода заключается в создании переменного электрического поля между участком поверхности изоляции провода и заземленной электропроводящей жилой с помощью трубчатого измерительного преобразователя, помещенного в воду. Значение силы тока, протекающего через измерительный электрод, при известных амплитуде и частоте приложенного к электродам гармонического напряжения определяет значение емкости провода. Контроль осуществляют непосредственно в технологическом процессе изготовления электрических проводов на стадии нанесения на электропроводящую жилу изоляционной оболочки методом экструзии. Измерительный преобразователь с участком контролируемого провода погружается в воду охлаждающей ванны экструзионной линии. Таким образом, в процессе контроля измеряется емкость цилиндрического конденсатора, одной из обкладок которого является электропроводящая жила провода, а другой – вода, окружающая его изоляционную оболочку и находящаяся в электрическом контакте с трубчатым электродом, через который непрерывно движется контролируемый провод [2].

Метод измерения в охлаждающей ванне, им только можно измерить емкость, из представленных методов в данном разделе.

1.5.3. Контроль емкости при высоковольтных испытаниях

По отдельности выше представленные методы, не могли выявить некоторые виды дефектов, тем саамы, снижают проводимость контроля.

Для повышения достоверности, было решено объединить два метода.

Данный метод контроля измеряет погонную емкость при электроискровых испытаниях.

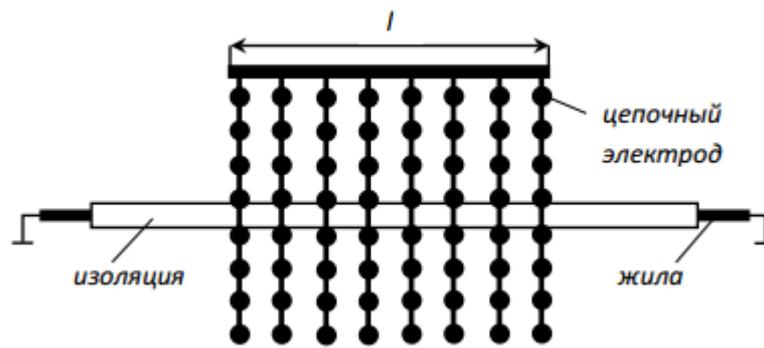


Рисунок 8 – Теоретическая модель комплексного метода контроля

Для того чтобы достоверность измерений повысить необходимо, чтобы напряжение было на всей поверхности изоляции. Это возможно осуществить только за счет высокого напряжения.

Суть метода заключается в том, что набор цепочек создают в зоне контроля неоднородное электрическое поле. В данном электрическом поле возникает скользящий разряд. Длину скользящего разряда определяют по эмпирической формуле Теплера:

$$l_{ск} = k * C^2 * U^5 \sqrt{\frac{dU}{dt}} \quad (1)$$

где k – коэффициент, определяемый опытным путем, C – удельная поверхностная емкость, U – напряжение. Таким образом, можно отметить, что согласно формуле Теплера на длину скользящего разряда оказывает значительное влияние величина напряжения и удельная поверхностная емкость. При проведении экспериментов были получены зависимости распределения испытательного напряжения по поверхности изоляции (рисунок 9).

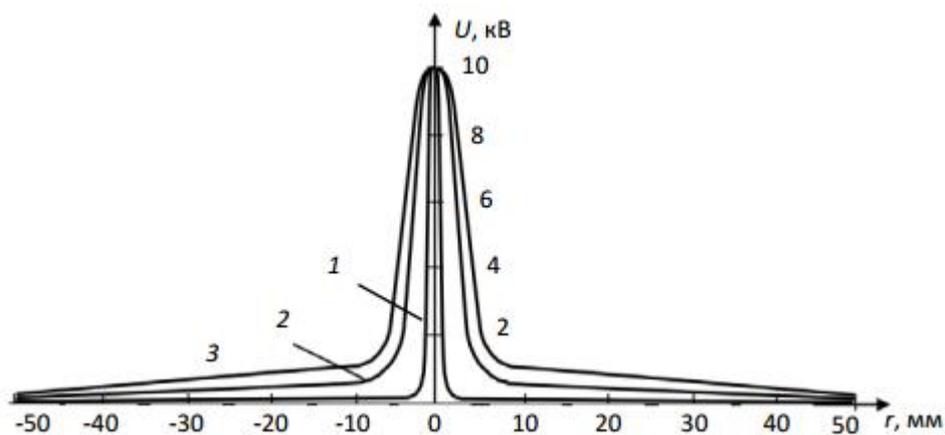


Рисунок 9 – Распределение напряжения по поверхности изоляции при постоянном напряжении (1). При переменном напряжении с частотой 50 Гц (2), 1 кГц (3).

При анализе полученных зависимостей для испытательных напряжений величиной 3, 10 и 15 кВ можно отметить, что заметное распределение потенциала по поверхности изоляция присутствует только при переменном напряжении. Это возникает за счет удельной поверхностной емкости изоляционного материала, что подтверждает формула Теплера. На распространение разряда при постоянном испытательном напряжении удельная поверхностная емкость не оказывает значительного влияния и разряд, возникающий в данном случае, является схожим с разрядом в воздушном промежутке [9].

Глава 2

2. Оценка влияния температуры на величину емкости провода

2.1. Изменение температуры кабельного изделия в процессе производства

На всех этапах производства кабельных изделий, разные температурные диапазоны. И эти температуры отличаются, зависят какого рода материал. И на каком этапе, есть такие: волочение, отжиг, скрутка,

изолирование и т.д. После этапа наложения изоляции у провода появляется такая характеристика как электрическая емкость. Таким образом имеет смысл проводить анализ, только после этапа наложения изоляции.

Наложение изоляции

Предварительный нагрев гранул позволяет повысить производительность экструдера на 38-49%. Перед наложением полиэтилена или поливинилхлорид, жилы нагреваются до 110-150 °С. Так, в зависимости от типа материала температура заготовки должна быть 120-280 °С. При недостаточном нагреве ухудшается качество изоляции и снижается стойкость к растрескиванию.

Охлаждающая ванна имеет три зоны, в которых провод последовательно охлаждается водой при температурах 65-85 °С, 25-55 °С и нормальной. В зоны охлаждения вода поступает из термостатов, автоматически поддерживающих заданную температуру. Если не до конца охладить провод, происходит смещение жилы или изменение геометрических параметров изоляции и оболочки.

2.2. Влияние температуры на параметры кабельного изделия

В ходе рассмотрения данного раздела, представили провод в виде цилиндрического конденсатора и рассмотрели влияние температуры на его параметры.

В виде него представил провод, длина провода равна l , радиусы R и r . Длины проводов l много раз больше, чем зазор между ними.(смотрите рисунок 8).

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon l}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} \quad (2)$$

ε - диэлектрическая проницаемость

R – радиус изоляции провода

r – радиус токопроводящей жилы

l – длина провода

Проанализировав формулу емкости цилиндрического конденсатора (1) можем сказать, что температура может повлиять на геометрические параметры в виде геометрического расширения изоляции и на диэлектрическую проницаемость. Влияние температуры на геометрический параметр рассчитан.

Геометрическое расширение рассчитывается формуле

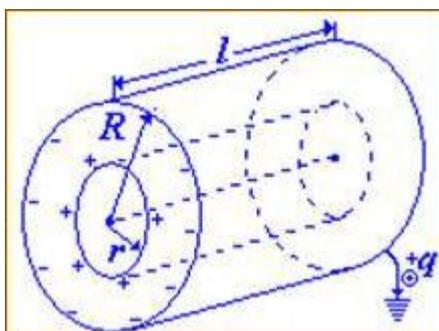


Рисунок 10 – Вид цилиндрического конденсатора

Диэлектриком в кабельных изделиях является материал изоляции с соответствующей диэлектрической проницаемостью.

2.3. Зависимость емкости провода от температуры

В данной экспериментальной части была собрана экспериментальная установка состоящая: измерителя RLC E7-22 (1), лабораторного ртутного термометра (2), пластмассовой ванны (3) и нагревательного элемента (4).

3. «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | |
|--------|-------------------------|
| Группа | ФИО |
| 1БЗБ | Цыденов Эрдэм Болотович |

| | | | |
|---------------------|----------|---------------------------|-----------------|
| Институт | ИНК | Кафедра | ФМПК |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Приборостроение |

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

| | |
|---|--|
| <i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <ul style="list-style-type: none"> -Проект выполняется в лаборатории контроля неэлектрических величин. 18 корпуса, №408. -Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 200 рублей -В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, студент-дипломник |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | <ul style="list-style-type: none"> -Данная НИР новая, следовательно нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют -Минимальный размер оплаты труда (на 2017 год) составляет 7500руб |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | <ul style="list-style-type: none"> -Согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению - Отчисления во внебюджетные фонды – 30 % от ФОТ |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| <i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследовательской работы</i> | <ul style="list-style-type: none"> -Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы - SWOT-анализ |
| <i>2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i> | -Планирование работ по научно-техническому исследованию; |
| <i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Оценка научно-технического уровня следования, - Оценка рисков |

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НИР
 2. Матрица SWOT
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 1БЗБ | Цыденов Эрдэм Болотович | | |

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании погонной емкости на различных этапах производства кабельных изделий. Объектом исследования при ее выполнении являются провода с различными изоляционными материалами.

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

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НТИ;
- Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- Рассчитать бюджет затрат на исследования;
- Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

Технико-экономическое обоснование НИР

В настоящее время трудно представить выпуск высококачественной и конкурентоспособной продукции без эффективного использования технологического оборудования. При этом неременным условием для достижения данного результата является обеспечение высокой и стабильной

работоспособности используемых металлообрабатывающих станков. Работоспособное состояние станка определяется установленными значениями совокупности параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции в соответствии со значениями выходных параметров, определенных требованиями нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной документации). При этом под выходными параметрами станка следует понимать числовые показатели его технических характеристик, которые определяют состояние машины и её возможности по выполнению заданных функций.

Для эффективного использования металлообрабатывающего оборудования необходимо обладать информацией о его работоспособности не только в процессе эксплуатации, но и в некоторый момент времени в будущем, что составляет задачу прогнозирования работоспособности.

Коммерческого потенциала у данного исследования нет, поскольку оно выполняется в рамках ВКР и в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов.

Произведем также в данном разделе SWOT-анализ НТИ, позволяющий оценить факторы и явления способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. [5] В таблице 4.4. описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НТИ, которые могут появиться в его внешней среде.

Таблица 1 – SWOT-анализ НИР

| Сильные стороны | Возможности во внешней среде |
|---|--|
| С1. Метод измерения, погонной емкости С2. Метод, описанный в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С3. Возможность применения данного метода, для любых; С4. Актуальность метода; С5. Наличие опытного руководителя. | В1. Простая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Большой потенциал применения метода в России и других странах; |
| Слабые стороны | Угрозы внешней среды |
| Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом | У1. Отсутствие спроса на новый метод; У2. Закрытие машиностроительных предприятий на территории РФ. |

Далее выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 2 – сильные стороны проекта

| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|
| | B1 | + | - | + | + | - |
| B2 | + | + | + | - | - | |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1С3С4, В2С1С2С3.

Таблица 3 – слабые стороны проекта

| Возможности проекта | | Сл1 |
|---------------------|----|-----|
| | B1 | 0 |
| B2 | 0 | |

Таблица 4 – сильные стороны проекта

| Угрозы | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|--------|----|----|----|----|----|----|
| | У1 | + | + | 0 | - | 0 |
| У2 | + | 0 | 0 | + | 0 | |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С1С2, У2С1С4.

Таблица 5 – слабые стороны проекта

| | | |
|------------------------|----|-----|
| Возможности проекта | | Сл1 |
| | У1 | - |
| | У2 | 0 |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить, что коррелирующих слабых сторон нет.

Итак, самой большой угрозой для проекта является отсутствие спроса, что на данном этапе не прогнозируется, поскольку аналогов данному методу нет. Также среди угроз можно отметить низкий темп роста, ведущих отраслей машиностроения, что в свою очередь может привести к закрытию некоторых машиностроительных предприятий.

Что касается слабых сторон, то для данного метода, во избежание их влияния, требуется привлечение опытных кадров, обеспечить обучение нового персонала со знаниями станкостроения, механики и физики.

Таким образом, несмотря на то, что коммерческого потенциала у данного исследования нет и оно в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов, результаты НИИ актуальны для предприятий, заинтересованных в познании срока службы деталей машин в разных режимах работы и возможном предотвращении поломки в будущем.

Планирование работ по научно-техническому исследованию

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.

3. Проведение численного эксперимента

4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.

5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования. Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы (Таблица 1):

- а) Разработка задания на НИР;
- б) Выбор направления исследования;
- в) Теоретические и экспериментальные исследования;
- г) Обобщение и оценка результатов;
- д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: руководитель, студент-дипломник.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 4.1:

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № работы | Содержание работы | Пер |
|---------------------------|----------|---------------------------------------|---|
| Разработка задания на НИР | 1 | Составление и утверждение задания НИР | Старикова Н.С. – руководитель; Цыденов Э.Б. – студент-дипломник. |
| Проведение НИР | | | |
| Выбор направления | 2 | Изучение методов измерения | Цыденов Э.Б. |

| | | | |
|--|----|--|--|
| исследования | | расхода жидкости. | |
| | 3 | Разработка метода диагностики, на основе имитирующего устройства | Старикова Н.С. Цыденов Э.Б. |
| | 4 | Календарное планирование работ | Старикова Н.С. Цыденов Э.Б. |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 5 | Планирование проведения численных экспериментов | Старикова Н.С. Цыденов Э.Б. |
| | 6 | Снятие показаний | Старикова Н.С. Цыденов Э.Б. Цыденов Э.Б. |
| | 7 | Обработка полученных данных | Старикова Н.С. Цыденов Э.Б. |
| Обобщение и оценка результатов | 8 | Анализ полученных результатов, выводы | Цыденов Э.Б. |
| | 9 | Оценка эффективности полученных результатов | Старикова Н.С. Цыденов Э.Б. |
| Оформление отчета НИР | 10 | Составление пояснительной записки | Цыденов Э.Б. |

Определение трудоемкости этапов НИР

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

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (3)$$

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

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

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

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Техническая готовность темы

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

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

$$Y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где Y_i – удельное значение каждой работы в %;

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

T_p – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Тогда техническую готовность темы Γ_i , можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1}^{pi} T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\sum T_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Таблица 7 – Временные показатели проведения НИР

| № раб. | Исполнители | Продолжительность работ | | | | | | |
|--------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|----------------|
| | | t_{\min} чел-дн. | t_{\max} чел-дн | $t_{\text{ож}}$ чел-дн | $T_{\text{раб.}}$ дн | $T_{\text{ккал.}}$ дн | Y_i , % | Γ_i , % |
| 1 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 1 | 5 | 2,6 | 1,3 | 2 | 2,20 | 0,02 |
| 2 | Цыденов Э.Б. | 5 | 15 | 9 | 9 | 39 | 15,20 | 17,40 |
| 3 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 16 | 30 | 21,6 | 10,8 | 4 | 18,24 | 35,64 |
| 4 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 4 | 12 | 7,2 | 3,6 | 5 | 6,08 | 41,72 |
| 5 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 12 | 16 | 13,6 | 6,8 | 2 | 11,49 | 53,21 |
| 6 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 6 | 12 | 8,4 | 4,2 | 6 | 7,09 | 60,30 |
| 7 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 6 | 9 | 7,2 | 3,6 | 5 | 6,08 | 66,39 |
| 8 | Цыденов Э.Б. | 5 | 9 | 6,6 | 6,6 | 3 | 11,15 | 77,53 |
| 9 | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 7 | 15 | 10,2 | 5,1 | 4 | 8,61 | 86,15 |
| 10 | Цыденов Э.Б. | 5 | 13 | 8,2 | 8,2 | 9 | 13,85 | 100,00 |
| ИТОГО | | | | | 59,2 | 79 | | |

Построение графика работ

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

[2]

Таблица 8 – Календарный график проведения НИР

| Этапы | Вид работы | Исполнители | T _k | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь |
|-------|---|--------------------------------|----------------|---------|------|--------|-----|------|
| 1 | Составление и утверждение задания НИР | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 3 | | | | | |
| 2 | Изучение методов учета расхода воды на объектах | Цыденов Э.Б. | 39 | | | | | |
| 3 | Разработка метода учета расхода воды, на основе физической модели | Старикова Н.С Цыденов Э.Б.. | 4 | | | | | |
| 4 | Календарное планирование работ | Старикова Н.С Цыденов Э.Б.. | 5 | | | | | |
| 5 | Планирование проведения численных экспериментов | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 2 | | | | | |
| 6 | Снятие показаний | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 6 | | | | | |
| 7 | Обработка полученных данных | Старикова Н.С Цыденов Э.Б.. | 5 | | | | | |
| 8 | Анализ полученных результатов, выводы | Цыденов Э.Б. | 3 | | | | | |
| 9 | Оценка эффективности полученных результатов | Старикова Н.С Цыденов Э.Б. | 4 | | | | | |
| 10 | Составление пояснительной записки, Сдача результатов НИР | Цыденов Э.Б. | 9 | | | | | |

 - руководитель,  - студент-дипломник.

В результате видно, что для выполнения работы требуется всего 2 человека и работа выполняется в течении 79 дней.

Смета затрат на разработку проекта

Затраты представляют собой все производственные формы потребления денег и измеримых в денежном измерении материальных ценностей, которые служат непосредственной производственной целью.

Рассчитываем смету расходов, включая затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам.техн}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}}$$

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. [2]

Для проведения научно-исследовательской работы требуется установка, которая состоит из трех расходомеров и одного циркуляционного насоса.

Рассчитываем материальные затраты;

| № | Наименование оборудования | Количество | Цена единицы оборудования, руб. |
|---|-------------------------------|------------|---------------------------------|
| 1 | Батареи «Крон» | 1 | 50 |
| 2 | Кабель, с резиновой изоляцией | 3 | 66 |
| 3 | Кабель, с ПВХ изоляцией | 3 | 66 |

Итого: стоимость всего оборудования составляет 188 руб.

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная

исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году. [2]

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{\text{ам.обор}}$, по следующей формуле

$$I_{\text{ам.обор}} = \left(\frac{T_{\text{исп.обор}}}{365} \right) \times K_{\text{обор}} \times H_a,$$

где $T_{\text{исп.обор}}$ – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с.обор}}},$$

где $T_{\text{с.с.обор}}$ – срок службы оборудования

$$I_{\text{ам.комп}} = \left(\frac{T_{\text{исп.комп}}}{365} \right) \cdot K_{\text{комп}} \cdot H_a = \left(\frac{70}{365} \right) \cdot 188 \cdot \frac{1}{30} = 1.2$$

Так как для исследования нужен только компьютер, то $I_{\text{ам.комп}} = I_{\text{ам.обор}}$

Расчет заработной платы – заработная плата рассчитывается в соответствии с занятостью исполнителей, с учетом районного и тарифного коэффициентов исполнителей.

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты по районным коэффициентам;
- компенсации за неиспользованный отпуск;
- другие виды выплат. [4]

Примем, что полный фонд заработной платы ($\Phi_{\text{зп}}$):

$$\Phi_{\text{зп}} = 25000$$

Отчисления на социальные нужды выражаются в виде единого социального налога, который включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Единый социальный налог – 30%.

Рассчитываем отчисления на социальные нужды ($I_{\text{соц.отч.}}$):

$$I_{\text{соц.отч.}} = \text{ЕСН} = 0,3 \cdot \Phi_{\text{зп}} = 0,3 \cdot 25000 = 7500$$

Накладные расходы используют на следующее:

- 1) затраты на текущий ремонт;
- 2) амортизацию основных производственных фондов;
- 3) затраты на охрану труда и пожарную безопасность.

Для проектных отделов накладные затраты составляют 200% от полного фонда заработной платы тогда: $I_{\text{накл.расх}} = 2 \cdot \Phi_{\text{зп}} = 2 \cdot 25000 = 50000$

Рассчитываем себестоимость проекта ($K_{\text{проекта}}$).

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{ам.обор}} + \Phi_{\text{зп}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{соц.отч.}} = 432 + 25000 + 50000 + 7500 = 82932$$

Рассчитываем плановые накопления (ПР). Стоимость проекта включает в себя 30% прибыли, таким образом:

$$PP = 0,3 \cdot K_{\text{проекта}} = 0,3 \cdot 82932 = 24879,6$$

Рассчитываем стоимость проекта (Ц).

$$Ц = K_{\text{проекта}} + PP = K_{\text{проекта}} + PP = 82932 + 24879,6 = 107811,6$$

Таблица 9 - Смета затрат на научно-исследовательскую работу

| Виды затрат | Обозначение | Сумма затрат, руб. |
|--------------------------------|------------------------|--------------------|
| Амортизация оборудования | $I_{\text{ам.обор}}$ | 432 |
| Затраты на оплату труда | ЗП | 25000 |
| Отчисления на социальные нужды | $I_{\text{соц.отч}}$ | 7500 |
| Накладные расходы | $I_{\text{накл.расх}}$ | 50000 |
| Себестоимость проекта | $K_{\text{проекта}}$ | 82932 |

| | | |
|-------------------------------|----|----------|
| Плановые накопления (прибыль) | ПР | 24879,6 |
| Стоимость проекта (цена) | Ц | 107811,6 |

Исходя из расчетов и полученных результатов приведенных в таблице 4, можно сделать вывод, что данная научно исследовательская работа входит в обозначенные бюджетные ограничения, так как стоимость проекта равная 107811,6 рублей, меньше приблизительной суммы затрат равной 200 тысяч рублей.

Оценка целесообразности исследования

Оценка научно-технического уровня следования

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i * П_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

$П_i$ – количественная оценка i – го признака.

Таблица 10 - Весовые коэффициенты НТУ

| Признаки НТУ | Весовой коэффициент |
|------------------------|---------------------|
| Уровень новизны | 0,7 |
| Теоретический уровень | 0,6 |
| Возможность реализации | 0,5 |

Таблица 4.3.2 - Шкала оценки новизны

| Баллы | Уровень |
|-------|--------------------------|
| 1-4 | Низкий НТУ |
| 5-7 | Средний НТУ |
| 8-10 | Сравнительно высокий НТУ |
| 11-14 | Высокий НТУ |

Таблица 11 - Значимость теоретических уровней

| Характеристика значимости теоретических уровней | Баллы |
|--|-------|
| Разработка новогометода | 10 |
| Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ | 8 |
| Разработка численных экспериментов | 6 |
| Элементарный анализ результатов исследования | 3 |

Таблица 12 - Возможность реализации по времени и масштабам

| Время реализации | Баллы |
|----------------------|-------|
| В течение первых лет | 10 |
| От 5 до 10 лет | 5 |
| Свыше 10 лет | 3 |

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 0,5$;

$\Pi_1 = 9$; $\Pi_2 = 6$; $\Pi_3 = 4$;

$$\text{НТУ} = 0,7*9+0,6*6+0,5*4 = 11,9.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне исследования, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Оценка возможных рисков

Произведем оценку рисков. Определение рисков является одним из важнейших моментов при создании проекта. Учет рисков даст возможность избежать опасные факторы, которые негативно отражаются на внедрении в жизнь проекта.

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не

наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблицах 1.2-1.6.

Таблица 13 – Социальные риски

| № | Риски | P_i | b_i | w_i | $P_i \cdot w_i$ |
|---|---|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 | Низкая квалификация персонала | 0 | 2 | 0,061 | 0 |
| 2 | Непросвещенность предприятий о данном метод | 50 | 4 | 0,168 | 8,928 |
| 3 | Несоблюдение техники безопасности | 25 | 6 | 0,23 | 6,25 |
| 4 | Увеличение нагрузки на персонал | 50 | 4 | 0,168 | 8,928 |
| | Сумма | | 16 | 0,627 | 24,1 |

Таблица 14 – Экономические риски

| № | Риски | P_i | b_i | w_i | $P_i \cdot w_i$ |
|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 | Инфляция | 100 | 2 | 0,029 | 1,960 |
| 2 | Экономический кризис | 25 | 3 | 0,049 | 0,980 |
| 3 | Непредвиденные расходы в плане работ | 25 | 5 | 0,126 | 5,862 |
| 4 | Сложность выхода на мировой рынок | 75 | 6 | 0,136 | 10,29 |
| | Сумма | | 16 | 0,34 | 19,92 |

Таблица 15 – Технологические риски

| № | Риски | P_i | b_i | w_i | $P_i \cdot w_i$ |
|---|--|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 | Возможность поломки оборудования | 25 | 6 | 0,24 | 5,25 |
| 2 | Низкое качество поставленного оборудования | 25 | 8 | 0,313 | 7,0357 |
| | Сумма | | 14 | 0,553 | 12,2857 |

Таблица 16 – Научно-технические риски

| № | Риски | P_i | b_i | w_i | $P_i \cdot w_i$ |
|---|---|-------|-------|-------|-----------------|
| 1 | Развитие конкурентных методов | 50 | 5 | 0,135 | 8,936 |
| 2 | Отсутствие результата в установленные сроки | 25 | 6 | 0,123 | 6,25 |
| 3 | Несвоевременное патентование | 25 | 8 | 0,176 | 3,657 |
| | Сумма | | 19 | 0,434 | 18,843 |

Таблица 17 – Общие риски

| № п/п | Риски | b_i | w_i | $b_i * w_i$ |
|-------|--------------------|-------|-------|-------------|
| 1 | Социальные | 16 | 0,627 | 10,03 |
| 2 | Экономические | 16 | 0,34 | 5,44 |
| 3 | Технологические | 14 | 0,553 | 7,742 |
| 4 | Научно-технические | 19 | 0,434 | 8,246 |
| Итого | | | | 31,458 |

Расчет рисков дает общую оценку в 31,458. Эта цифра говорит, что проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен вероятных препятствий.

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

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики.

2) Определен полный перечень работ, проводимых при компьютерном моделировании. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента-исполнителя составила 95 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 79 календарных дней.

3) Суммарный бюджет затрат НИР составил – 107811,6рублей.

4) Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом, проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.