

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

ЕСИН ПАВЕЛ АНАТОЛЬЕВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Направление 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль «Электроснабжение»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Никитина
Елена Николаевна

Проверено

15.03.2019 Зачтено Библиотека

Комсомольск-на-Амуре

Работа выполнена на кафедре «Электромеханика» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (КнАГУ).

Научный руководитель

Доктор технических наук, доцент.
Иванов Сергей Николаевич

Рецензент

Главный научный сотрудник, к.т.н.
начальник НПБ УТР Филиала
«Компания Сухой»
«КнААЗ им. Ю.А. Гагарина»
Кандидат технических наук, доцент.
Крупский Роман Фаддеевич

Защита состоится «15» марта 2019 года в 09 часов 00 минут на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013 г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина 27, ауд. 203/3.

Автореферат разослан __ марта 2019 г.

Секретарь ГЭК

Н.Н. Мельникова

В пятой главе приведены результаты имитационное моделирование влияния добавки Al_2O_3 в изоляцию на теплопроводность в программном комплексе ELCUT 6.3. В качестве основных проектных параметров выбраны долевое соотношение модифицирующего материала и связующего, а также топологических характеристик композита.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что при сравнительной оценке визуализации полей температур, изменение топологии и процентного содержания легирующей добавки оксида алюминия, приводит к изменению эквивалентного теплового и температурного сопротивления модифицируемого материала, что в свою очередь влияет на вероятность безотказной работы. Повышение надежности за счет улучшения теплового режима работы обеспечивается введением модификатора композитного материала. Определяющим проектным параметром по результатам имитационного моделирования является топология легирующих элементов в направлении температурного градиента, вторым значимым параметром является процентное соотношение легирующего материала.

Публикации. По результатам исследований имеются публикации:

1 Есин П. А. Эффективность применения композитных материалов в электротехнических установках./П. А. Есин, С. Н. Иванов, Д. К. Шестопалько.// Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2017. - № III - 1(31). – С.14-18.

2 Есин П. А. Эффективность применения композитных материалов в электротехнических установках/ П.А. Есин, С. Н. Иванов, К. К. Ким // Электротехнические комплексы и системы: материалы международной научно-практической конференции.19 октября 2017 г. В 2 т. / Уфимский государственный авиационный технический университет. - Уфа: РИК УГАТУ, 2017. – Т. 1. – С.56-60.

3 Есин П. А. Оценка применимости изоляционных материалов методом имитационного моделирования. // П.А. Есин, С. Н. Иванов, А. А. Просолович //Дальневосточный энергопотребитель. Технологии. – 2018 – №2

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Надежность передачи и распределения электрической энергии зависит непосредственно от надежности составляющих элементов системы, прогнозируемой долговечности отдельных составляющих этих элементов. Кабели используемые для передачи электрической энергии являются важнейшей частью системы генерации, распределения и использования электрической энергии и характеризуются высокой сложностью конструкции, включающей в себя систему электроизоляционных элементов. С ростом спроса и устойчивой тенденцией развития систем электроснабжения, требования к безотказности и долговечности электроизоляционных материалов постоянно возрастают. Использование новых и усовершенствование старых изоляционных материалов позволяет улучшить технические характеристики, определяющие их долговечность и работоспособность в различных условиях, но в целом эта задача остается чрезвычайно актуальной.

Степень разработанности. В процессе работы над диссертацией был произведен обзор существующих методов моделирования параметров изоляции, а также проведено моделирование температурных полей в программном комплексе ELCUT 6.3.

Объектом исследования являются современные кабельные линии электропередач с изоляцией из сшитого полиэтилена напряжением до 35 кВ.

Предмет исследования - тепловые процессы в изоляции жил, применяемой в этих кабелях.

Цель исследования - повышение энергоэффективности и надежности линий электропередач на основе кабелей из сшитого полиэтилена на напряжение до 35 кВ.

Задачей исследования является анализ теоретических и практических исследований о влиянии внесения оксида алюминия (Al_2O_3) в качестве легирующей добавки в изоляцию жилы в кабелях напряжением до 35 кВ из сшитого полиэтилена применяемой для повышения теплопроводности материала изоляции жилы и улучшения условий работы.

Личный вклад заключается в обзоре теоретических и практических исследований методов расчета старения изоляционных материалов при воздействии повышенных температур, произведении моделирования изменений теплопроводности в изоляции из сшитого полиэтилена, применяемой в кабелях среднего напряжения при внесении Al_2O_3 в качестве добавки.

Публикации. Основные положения и результаты исследований отражены в 3 научных работах: в 2 статьях в научных журналах и 1 сборнике трудов конференции.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка источников из 69 названий, содержит 90 стр. основного текста, 30 рисунков, 15 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены особенности процесса производства, передачи и потребления электроэнергии. Показана структура потерь при передаче электроэнергии. Приведены основания преимущества возможностей кабельных линий перед воздушными линиями электропередач. Приведена информация об уровне нормативных потерь электроэнергии. Рассмотрено соотношение воздушных линий электропередач и кабельных линий электропередач на примере Комсомольского городского сетевого района (КГСР) находящегося в структуре Муниципального производственного предприятия электрических сетей (МУППЭС) города Комсомольска-на-Амуре. Обоснована актуальность темы диссертации, обозначена цель и сформулированы задачи исследования.

В первой главе приводятся результаты технико-экономического сравнения кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) с кабелями с бумажной пропитанной изоляцией. Рассмотрена конструкция кабеля в однофазном исполнении с полиэтиленовой изоляцией (рисунок 1) и свойства материалов применяемых при изготовлении кабелей. Приведены свойства Al_2O_3 и обоснован выбор его в качестве легирующей присадки для повышения теплопроводности изоляции жил кабеля на среднее напряжение из сшитого полиэтилена.



Рисунок 1 – Внешний вид кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена

Во второй главе рассматриваются проблемы эксплуатации кабельных линий на среднее напряжение. Приведены основные причины повреждений кабельных линий в классах напряжения 0,4-110 (220) кВ по данным ОАО «Россети». Показано, что основной проблемой при эксплуатации кабеля на среднее напряжение с учетом последовательности и взаимосвязи процессов, обуславливающих электрическое старение и пробой изоляции, являются протекающие при нагреве в изоляции термохимические реакции, обуславливающие процессы теплового старения, приводящие к постепенному и необратимому изменению структуры и свойств материалов составляющих изоляцию и, как следствие, к ухудшению свойств изоляции в целом. Также рассмотрены процессы влияние параметров окружающей среды на тепловой баланс кабельных линий на среднее напряжение из сшитого полиэтилена.

В третьей главе исследованы вопросы теплового старения изоляции из сшитого полиэтилена силового кабеля. Обоснованы методы определения показателей надежности с учетом процессов теплового старения полимерных материалов применительно к изоляции из сшитого полиэтилена. Разработана методика исследования с помощью программного комплекса ELCUT 6.3 распределения теплового поля в кабелях с СПЭ изоляцией при вариации основных проектных параметров.

В четвертой главе рассмотрены общие подходы к исследованию теплообмена в кабельных линиях с помощью программного комплекса ELCUT 6.3 и анализа визуализации распределения температурного поля силового кабеля. Проведена проверка адекватности алгоритма работы программы и математической модели.

