

## **Отзыв**

официального оппонента, доктора технических наук,  
**Таджибаева Алексея Ибрагимовича**  
на диссертационную работу **Грешнякова Георгия Викторовича**  
**«Комплексная оценка технических и эксплуатационных характеристик XLPE – кабельных систем среднего и высокого напряжения»**,  
представленную на соискание учёной степени доктора технических наук  
по специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия

### **1. Актуальность темы**

В диссертационной работе решается комплекс проблем.

1.1. Характерной особенностью современных систем электроснабжения является значительное увеличение плотности передачи и потребления электрической энергии. Это обстоятельство с одной стороны требует глубокого исследования и обоснования конструктивного исполнения кабельных линий, а с другой стороны совершенствования технологий эксплуатации, которые бы обеспечили необходимый уровень надежности, безопасности и эффективности кабельных систем.

1.2. Одним из важнейших направлений обеспечения надежности кабельных систем является организация управления техническим состоянием на основе технической диагностики, что указано в значительном числе отечественных и зарубежных информационных источниках и нормативных документах.

1.3. Особую актуальность в современных условиях эксплуатации кабельных линий представляет оценка технического состояния на основе комплексного анализа, что требует ряда исследований требующих глубоких научных разработок.

1.4. Важнейшим аспектом эксплуатации кабельных линий являются проблемы электромагнитной совместимости, что задачу решения комплекса проблем для учета воздействия электромагнитных полей на средства автоматизации и человека.

Указанные проблемы, решаемые в рецензируемой диссертационной работе, актуальны в теоретических и прикладных задачах научных разработок, проектирования, монтажа и эксплуатации силовых электрических кабелей и кабельных систем.

## **2. Новизна, достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов**

В диссертационной работе выдвинуты на защиту следующие научные результаты.

В соответствии с п. 1 Заключения указано: «Разработана новая методика оценки нагрузочной способности силовых XLPE –кабельных системна базе анализа комплексных численных моделей, учитывающих условия и способы прокладки, монтажа, наличие проводящих элементов как в конструкции, так и находящихся в зоне влияния полей». Новизной этого положения является учет тепловых и магнитных свойств материалов, сред, воздействие сторонних источников влияющих на когнитивный теплообмен. Оригинальность разработки основана на использовании моделей, позволяющих связать задачи анализа магнитного и температурного полей. Достоверность результата связана в диссертации с многочисленными примерами реальных расчетов и их сравнение с известными данными. Положение актуально при проведении научных исследований и для принятия проектных решений.

В соответствии с п. 2 Заключения указано: «Разработаны новые (триаксиальные) конструкции силовых низкоиндуктивных импульсных кабелей среднего напряжения с двухслойной XLPE – изоляцией и разными сечениями проводников, для их использования, в качестве вспомогательных, в составе опытного образца термоядерного реактора (программа ITER). Разработаны конструкции концевых испытательных муфт». Новизной положения является исследование и реализация силовых низкоиндуктивных кабелей, от проектирования до производства, и разработка новой конструкции концевых испытательных муфт. Оригинальность положения основана на сочетании геометрического и рефракционного способа усиления изоляции. Достоверность и обоснованность подтверждена использованием положения, для решения задач изготовления и испытаний низкоиндуктивных кабелей в системе оперативного и аварийного вывода энергии.

В соответствии с п. 3 и п. 4 Заключения указано: «Разработан перспективный емкостной метод снижения неравномерности распределения электрического поля в усиливающей изоляции кабельных муфт» и «Сформулированы основные принципы, снижения неравномерности поля в

усиливающей изоляцию муфт класса 110 кВ». Новизной положений является использование сочетаний геометрического и рефракционного способа усиления изоляции, и новых принципов выравнивания поля в концевых и соединительных муфтах. Оригинальность связана с обоснованием применения емкостно-резистивного метода выравнивания поля и применения термоусаживаемой трубки-регулятора. Достоверность и обоснованность подтверждается макетированием и результатами испытаний концевых и соединительных муфт.

В соответствии с п. 5 и п. 6 Заключения указано: «Систематически исследованы чувствительные параметры XLPE-изоляции, характеризующие процессы старения, и обоснован вывод о выборе в качестве основного – тангенса угла диэлектрических потерь»; «Предложены варианты контроля  $\text{tg}\delta$  изоляции КЛ как функции от частоты питающего напряжения в процессе эксплуатации». Новизной положений является обоснование новых методов исследования, развитие процессов старения и оценки технического состояния XLPE-изоляции. Оригинальность заключается в совершенствовании метода измерения и анализа тангенса угла диэлектрических потерь в определенном частотном диапазоне. Достоверность и обоснованность результатов подтверждается результатами физических испытаний и исследований диагностических параметров.

В соответствии с п. 7 Заключения указано: «Теоретически обоснованы, сконструированы, изготовлены и испытаны в составе КЛ макеты магнитных экранов специальной конструкции (концентраторов магнитного поля) для выполнения требований по ЭМС и электромагнитной экологии трёхфазных кабельных линий, проложенных группой однофазных кабелей». Новизной положения является совершенствование метода экранирования магнитного поля. Достоверность и обоснованность положения подтверждена испытаниями разработанных магнитных экранов.

### **3. Практическое значение результатов**

Практическая значимость результатов диссертационной работы связана с апробацией и внедрением в практику основных положений.

3.1. Обоснованные подходы к совершенствованию частотного анализа  $\text{tg}\delta$ , которые подтверждены апробацией и использованием на практике.

3.2. Емкостной метод изменения электрического поля на основе геометрического и рефракционного способов подтвержден испытаниями лабораторных образцов.

3.3. Обоснован и рекомендован к промышленному использованию регулирующий элемент в виде трубки-регулятора.

3.4. Разработана конструкция силовых низкоиндуктивных импульсных кабелей на основе применения коаксиальной конструкции рекомендованных к промышленному применению.

3.5. Обоснованные магнитные экраны, обеспечивающие выполнения требований электромагнитной совместимости, прошли испытания и рекомендованы к применению на практике.

В диссертационной работе приводятся соответствующие документы об испытаниях, апробации и внедрению в практику.

#### **4. Оценка соответствия содержания диссертации и автореферата и полнота их отражений в печатных работах**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений, оформленных в виде тома № 2.

**Во введении** сформулированы цели, задачи, актуальность решаемых проблем, сформулированы научная новизна, практическая ценность и личное участие соискателя.

**В первой главе** проведено исследование задач комплексной оценки состояния кабельных систем. Обоснована необходимость: совершенствование кабельных муфт с целью повышения их ресурса; повышение достоверности и эффективности расчета токовых нагрузок с целью оптимизации ресурсных свойств; развивать методику оценки технического состояния кабельных линий сверхнизкой частотой; обосновать совершенствование способов экранирования магнитного поля.

**Во второй главе** обоснована методика расчета нагрузочной способности и совершенствования методов испытания сверхнизкой чистоты кабельных сетей. Исследование во второй главе позволило обосновать научное положение, отраженное в п.1 Заключения.

**В третьей главе разработаны и обоснованы** конструкционные решения по оптимизации XLPE – кабелей для импульсных систем среднего

напряжения, что явилось основой второго научного положения диссертационной работы

**В четвёртой главе** обоснован подход снижения неравномерности электрического поля изоляции кабельных муфт. Проанализированы ресурсные свойства кабельных линий. По результатам исследований обоснованы 3, 4, 5 и 6 научные положения.

**В пятой главе** исследованы методы и технические средства электромагнитной совместимости кабельных линий на основе совершенствования магнитных экранов. Результатом исследования стало 7 научное положение диссертационной работы.

**В заключении** приводятся выводы по работе.

**Список литературы** указаны 136 отечественных и зарубежных литературных источников, на которые приведены ссылки в диссертационной работе.

8 приложений к диссертационной работе на 97 стр. изложенных в Том 2.

Автореферат и диссертация Георгия Викторовича Грешнякова оформлены в соответствии с требованиями к докторской диссертации.

Автореферат по своему содержанию соответствует материалам, приведенным в диссертации.

Положения и результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в печатных работах соискателя, в том числе в 12 статьях в изданиях рекомендованных ВАК, в 3 патентах на полезные модели, в тезисах двух докладов, опубликованных в изданиях, входящих в систему цитирования Scopus, в 10 научных докладах.

## **5. Рекомендации по использованию результатов и выводов**

Результаты, полученные в диссертационной работе, получили применение в научно-исследовательских организациях и на предприятиях, и могут быть рекомендованы для применения при разработке новых конструкций кабельных линий, при управлении техническим состоянием кабельных сетей.

Результаты проведенных исследований могут быть полезны при обучении студентов, аспирантов и слушателей образовательной системы повышения квалификации.

## 6. Замечания, вопросы по диссертационной работе

1. Из каких соображений выбиралась толщина изоляции СНИК (Глава 3 Раздел 3.1, рис.3.1,3.2) учитывая тот факт, что данные кабели разрабатывались для импульсных режимов работы? Как влияет толщина изоляции на ресурсные свойства СНИК? Как меняется в зависимости от толщины изоляции параметры частичных разрядов при одинаковых свойствах локальных дефектов?

2. При проведении экспериментальных исследований по увеличению теплопроводности трубки-регулятора (Глава 4, раздел 4.4.5) в исходный материал (ПЭНП Borealis 4423) вводились примеси из углеродных нановолокон. Рассматривались какие то другие варианты добавок? Если нет – почему выбор был сделан в пользу углеродных нановолокон.

3. В 3 главе автором предлагается модель анализа свойств изоляции кабеля на основе воздействия импульсов специальной формы, где использовались параметры, характеризующие тепловые процессы. Однако в реальных условиях дегазационные процессы изоляции определяются не только тепловыми воздействиями. Более того, при определенных условиях тепловые воздействия не являются доминирующими при старении изоляции. Возможно ли введение соответствующих корректив в предлагаемые модели, которые бы учитывали комплекс реальных эксплуатационных воздействий (температура, влажность, механические усилия и др.)?

4. В 5 главе приводятся результаты исследования температурного поля кабеля с экраном и без экрана. Однако в реальных условиях эксплуатации, например, при пересечении кабеля с энными коммуникациями температурное поле может существенно искажаться, увеличивая его локальный уровень до температур разрушения конструктивных элементов кабеля. Проводились ли исследования влияния коммуникаций на изменения не только электромагнитных, но тепловых полей? Не приведет ли использование предлагаемых магнитных экранов к недопустимому, с точки зрения надежности, изменению тепловых полей? Возможно ли использование магнитных экранов специальной конструкции для ослабления процессов электрохимической коррозии самого кабеля и смежных с ним коммуникаций?

Приведенные замечания не снижают научную, практическую значимость диссертационной работы Грешнякова Г.В.

## **7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней**

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия, является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, обладает актуальностью, новизной, практической значимостью и внутренним единством. Научные положения, выдвинутые в работе, выводы и рекомендации обладают новизной, обоснованы и достоверны. Научные результаты апробированы на международных и российских конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

На основании выполненных автором исследований решена научно-техническая проблема, имеющая важное хозяйственное значение, заключающиеся в комплексном обосновании методов оценки технического состояния, совершенствовании конструкций и режимов работы кабельных систем.

В результате анализа диссертации и опубликованных работ исследование полученных результатов их новизны и практической значимости диссертационная работа «Комплексная оценка технических и эксплуатационных характеристик XLPE – кабельных систем среднего и высокого напряжения» Грешнякова Георгия Викторовича удовлетворяет критериям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание учёной степени доктора технических наук, согласно п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении учёных степеней», а её автор, Георгий Викторович Грешняков, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 05.09.02 – Электротехнические материалы и изделия.

Официальный оппонент: доктор технических наук (специальность 05.09.03), доцент, заведующий кафедры «Диагностика и управление техническим состоянием энергетического оборудования», Федерального

государственного автономного образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования «Петербургский  
энергетический институт повышения квалификации»

*А. Ибрагимович*

Таджибаев Алексей Ибрагимович

« 20 » августа 2018 г.

Почтовый адрес: 1961354, г. Санкт-Петербург,

ул. Авиационная, 23, [www.peipk.spb.ru](http://www.peipk.spb.ru)

Телефон: +7 (812) 373-90-20

Электронный адрес: [ies@peipk.ru](mailto:ies@peipk.ru)

Подпись Таджибаева Алексея Ибрагимовича заверяю

