

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук, профессора Назарычева Александра Николаевича на диссертационную работу Мусихина Алексея Сергеевича на тему «Электроискровой контроль сплошности и недопустимых утонений диэлектрических покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.9. – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Предметом исследования представленной диссертационной работы является электроискровой метод неразрушающего контроля, который широко применяется при контроле целостности защитных диэлектрических покрытий на трубопроводах и другом технологическом оборудовании различного назначения. Выбор электроискрового метода обусловлен его высокой производительностью по сравнению с другими методами при контроле изделий с большой площадью поверхности и протяженных объектов. Однако, существующая нормативная документация регламентирует достаточно ограниченный перечень задач контроля покрытий.

Решению вопросов расширения области применения и повышения достоверности электроискрового контроля покрытий посвящена представленная диссертационная работа, Мусихина А. С.

Предлагаемые автором научные, методические и конструктивные решения позволяют расширить номенклатуру и диапазон контроля толщин защитных контролируемых покрытий, а также выявлять дефекты, ранее не доступные при использовании данного метода. Все вышесказанное обуславливает актуальность выбранной темы диссертации.

2. СТРУКТУРА И ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационная работа Мусихина Алексея Сергеевича состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 93 наименования, и трех приложений. Объем диссертационной работы составляет 139 страницы машинописного текста, включая в себя 69 рисунков и 7 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, степень её разработанности, сформулирована цель работы, которая заключается в повышении информативности электроискрового контроля и увеличении достоверности результатов контроля. Поставлены задачи исследования, которые соответствуют цели, сформулированы положения, выносимые на защиту, показаны теоретическая и практическая значимость, научная новизна.

Первая глава «Современное состояние электроискрового неразрушающего контроля диэлектрических покрытий» представляет собой обзор современных методов и приборов неразрушающего контроля, позволяющих выявлять дефекты, ухудшающие сплошность покрытий, даны основные сведения о параметрах, влияющих на результаты электроискрового неразрушающего контроля (НК). Также приведен обзор объектов контроля и дефектов, которые могут быть выявлены электроискровым методом.

Вторая глава «Формирование однородных и сильнонеоднородных электрических полей и расчет испытательных напряжений при электроискровом контроле диэлектрических покрытий в расширенном диапазоне толщин» подробно описывает методику расчета напряжения формирования искрового разряда в воздушном межэлектродном зазоре и в твердом диэлектрике. Показаны преимущества и недостатки расчетного определения напряжения разряда, указано что для многокомпонентных систем пробивное напряжение покрытия следует определять экспериментально на образце покрытия идентичном контролируемому. Построены картины распределения напряженности электрического поля в межэлектродном промежутке для электродов различной формы. Выделены информативные и мешающие параметры, определяющие достоверность определения местоположения дефекта покрытия.

В третьей главе «Методические и конструктивные принципы повышения чувствительности и расширения диапазона толщин контролируемых диэлектрических покрытий при использовании импульсного электроискрового метода НК» исследовано влияние неоднородности распределения электрического поля и его полярности в контролируемой области покрытия на пробивное напряжение воздушных межэлектродных промежутков.

Показано, что увеличение неоднородности распределения напряженности электрического поля в межэлектродном промежутке приводит к снижению пробивного напряжения воздушного промежутка, что позволяет выявлять сквозные дефекты в покрытиях толщиной от 50 мкм.

На основании проведенного эксперимента по определению пробивного напряжения лакокрасочного покрытия различной толщины подтверждена возможность выявления недопустимых утонений диэлектрических покрытий электроискровым методом НК.

Четвертая глава «Разработка конструкции, алгоритмов работы и методик применения электроискровых импульсных дефектоскопов, обеспечивающих увеличение информативности и достоверности электроискрового контроля диэлектрических покрытий» описывает методику оценки вероятности выявления недопустимых утонений, основанную на алгоритме с численным откликом и регрессионной аппроксимацией значений пробивного напряжения покрытий различной толщины.

В главе разработаны конструкции плоских резиновых и дисковых внутритрубных электродов, а также общие рекомендации к конструкции электродов, позволяющие повысить неоднородность электрического поля в

контролируемой области покрытия. Рассчитана и разработана схема формирования одиночного импульса испытательного напряжения, при этом импульс имеет меньшую длительность и значительно меньшую амплитуду последующих колебаний.

В пятой главе «Разработка и исследование приборов и методики импульсного электроискрового НК диэлектрических покрытий» автор приводит проект методики выявления недопустимых утонений и сквозных дефектов покрытий, учитывающей основные теоретические положения, и рекомендации к разработке оборудования, реализующего результат исследований. Кроме того, в главе приведены результаты экспериментального определения электрической прочности сквозных дефектов покрытия, подтверждающие вышеприведенные результаты исследования.

В заключении представлены обобщающие выводы по диссертационной работе, где показано, что разработанные подходы по решению актуальной научно-технической задачи повышения эффективности и достоверности электроискрового контроля диэлектрических покрытий, нанесенных на электропроводящее основание, путем совершенствования методических принципов электроискрового метода НК, основанных на разработке моделей распределения напряженности электрического поля в области бездефектных и дефектных участков покрытия, оптимизации режимов формирования и приложения импульсного испытательного напряжения, обработки первичной измерительной информации, также применении новых схмотехнических и конструктивных решений.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Личный вклад соискателя заключается в теоретическом анализе процессов искрообразования в воздухе и твердом теле диэлектрических покрытий, получении расчетных и экспериментальных данных, выполнении статистической обработки, проведении анализа параметров объекта контроля, выбора метода и оборудования для получения результатов контроля.

Автором было выявлено влияние неоднородности и полярности электрического поля в межэлектродном промежутке на пробивное напряжение сквозных дефектов покрытия, проведено математическое моделирование распределения напряженности электрического поля в сквозных и несквозных дефектах покрытия для электродов разной формы, предложены общие конструктивные принципы создания контролируемых электродов для электроискровых дефектоскопов, было предложено перейти от индикаторной оценки результатов контроля к оценке вероятности обнаружения дефекта покрытия с заданной остаточной толщиной покрытия. Автором была разработана методика экспериментальной оценки вероятности обнаружения

дефекта в покрытии известной толщиной при заданном испытательном напряжении на основании стандартного образца.

Научной новизной в представленной Мусихиным Алексем Сергеевичем диссертационной работе обладают следующие результаты:

– Впервые проведено численное моделирование напряженности электрического поля в контролируемой области покрытия при проведении электроискрового контроля электродами различной конструкции, позволяющее оптимизировать существующие конструкции электродов.

– Впервые показано, что при проведении электроискрового контроля минимальное контрольное напряжение можно понизить, сформировав в межэлектродном промежутке сильно однородное электрическое поле.

– Полученные расчетные и экспериментальные зависимости электрической прочности промышленных диэлектрических покрытий от межэлектродного расстояния, позволяют выявлять в покрытиях новые виды дефектов.

4. ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОБОСНОВАННОСТЬ ВЫВОДОВ

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов и разработанных моделей, выводов и рекомендаций базируются на строгом теоретическом подходе, корректном использовании физико-математических моделей, теоретическим и экспериментальным обоснованием процесса искрообразования в газах и твердых тела, совпадением результатов с результатами опубликованных исследований других авторов, заключениями протоколов испытаний и положениями нормативных документов.

Обоснованность теоретических положений и выводов диссертации вытекает из строгости применяемых экспериментальных и математических методов. Представленные в диссертационной работе основные научные положения, выводы по главам, заключительные выводы и рекомендации являются в целом обоснованными.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Диссертационная работа Мусихина А.С. имеет конкретную практическую направленность. Наиболее значимыми новыми результатами, имеющими практическую значимость являются:

– Автором предложены конструкции электродов, позволяющих формировать в области контроля резконеоднородное электрическое поле, снижая тем самым пробивное напряжение сквозного дефекта и как следствие снижая минимальное испытательное напряжение метода для заданной толщины покрытия.

– Разработана методика подготовки и проведения электроискрового контроля защитных покрытий на электропроводящих основаниях, позволяющая выявлять сквозные и несквозные дефекты в покрытиях толщиной от 50 мкм.

– Разработан узел формирования импульсного испытательного напряжения, реализованный в серии промышленных электроискровых дефектоскопов, и позволяющий формировать импульсы испытательного напряжения длительностью до 30 мкс со снижением эффекта реверберации.

– Полученные практические результаты использованы при разработке серии ручных и автоматизированных электроискровых дефектоскопов «Корона», производимых ООО «Константа».

Внедрение результатов диссертационного исследования Мусихина А.С. подтверждено актом внедрения ООО «Константа» (Приложение А).

6. СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ УСТАНОВЛЕННЫМ КРИТЕРИЯМ

Диссертационная работа Мусихина А.С. отвечает критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020). В ней соблюдены следующие принципы соответствия:

6.1. Указанная соискателем цель работы – повышение эффективности электроискрового контроля, а также достоверности электроискрового НК, характеризуемой вероятностью обнаружения дефекта для заданных параметров испытательного напряжения, при контроле диэлектрических покрытий, нанесенных на электропроводящее основание, путем совершенствования методических принципов электроискрового метода контроля, разработки моделей процессов контроля, а также оптимизации конструктивных решений и режимов работы оборудования. – достигнута в рамках представленной диссертационной работы. В целом диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, так как содержит решение научной и практической задачи, имеющей существенное значение для неразрушающего контроля, заключающегося в расширении номенклатуры и диапазона толщин контролируемых покрытий, увеличение количества типов выявляемых дефектов (п. 9).

6.2. Диссертация написана соискателем самостоятельно, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе ее автора в науку. Кроме того, в диссертации имеются сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов (акт о внедрении результатов исследования в ООО «Константа» (Приложение А)). Предложенные соискателем научно-практические решения аргументированы и сопоставлены с результатами экспериментальных и аналитических исследований других авторов (п. 10).

6.3. Научные публикации Мусихина А.С. – 6 печатных научных работ, в том числе: 3 статьи в изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов ВАК РФ по специальности 2.5.9; 2 статьи – в научных изданиях, индексируемых наукометрической базой Scopus; 1 патент на полезную модель. Основные научные положения и результаты диссертации рассматривались на 8 международных и Всероссийских научных конференциях (п.п. 11-13).

6.4. В диссертационной работе Мусихина А.С. сделаны необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов (п. 14).

6.5. Тема и содержание диссертации Мусихина Алексея Сергеевича соответствует п. 1 перечня направлений исследований паспорта специальности 2.5.9. – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды», так как посвящены усовершенствованию электроискрового метода неразрушающего контроля диэлектрических покрытий на электропроводящих основаниях.

7. ВОПРОСЫ И ЗАМЕЧАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ

При ознакомлении с диссертационной работой и авторефератом Мусихина Алексея Сергеевича возникли следующие вопросы и замечания:

1. В диссертации подробно описан процесс возникновения и выявления частичных разрядов в контролируемом объекте. Однако в поной мере не рассмотрены вопросы как учесть влияние частичных разрядов при поиске дефектов в диэлектрических покрытиях, и каким образом выполняется подавление этого мешающего явления при выполнении неразрушающего контроля?

2. В главе 3 на рисунке 3.5.4 не учтена индуктивность соединительных проводов, длина которых при проведении электроискрового контроля трубопровода в полевых условиях может достигать до 50 м. Соответственно, соотношение амплитуд сигналов основных разрядов и частичных разрядов, изображенных на рисунке 3.5.8, отвечает только тем параметрам индуктивности проводов, при которых производилось измерение.

3. В главе 4 в разделе 4.1, посвященном разработке формирователя импульса контрольного напряжения, приведена структурная схема, которая не дает полного представления о способе формирования испытательного напряжения и требует пояснения.

Приведенные замечания и вопросы не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, поскольку существенно не влияют на основные выводы, а также полученные научные и практические результаты.

8. ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная диссертационная работа Мусихина Алексея Сергеевича является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, обладающей как актуальностью и научной новизной, так и практической значимостью полученных результатов. В диссертационной работе решена важная научная и практическая задача повышения эффективности и достоверности электроискрового контроля диэлектрических покрытий, нанесенных на электропроводящее основание, что имеет существенное значение для неразрушающего контроля для большого класса промышленных объектов.

Содержание диссертационной работы соответствует поставленным задачам и подробно отражает последовательность их решения. Текст диссертационной работы изложен доступным языком, корректным в научном и техническом отношении. Материалы диссертационного исследования представлены в объеме, достаточном для понимания, доступно и репрезентативно. Сделанные в диссертационной работе выводы и сформулированные рекомендации аргументированы.

Автореферат диссертации Мусихина Алексея Сергеевича соответствует диссертационной работе по основным квалификационным признакам: цель, задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, актуальность, научная новизна, практическая значимость полученных результатов.

Основные научные и практические результаты диссертационной работы Мусихина Алексея Сергеевича изложены с достаточной полнотой в 6 научных публикациях, в том числе в 3 статьях в изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов ВАК РФ по специальности 2.5.9., в 2 статьях – в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus, получен 1 патент на полезную модель.

В целом диссертационная работа Мусихина Алексея Сергеевича на тему «Электроискровой контроль сплошности и недопустимых утонений диэлектрических покрытий», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является актуальной, обладает научной новизной и практической значимостью, соответствует паспорту специальности 2.5.9. – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды». Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а ее автор Мусихина Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.9. –

«Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Даю согласие на обработку персональных данных.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

доктор технических наук, профессор,
заместитель проректора по подготовке научных кадров
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»,
профессор кафедры «Электроэнергетика и электромеханика»


Александр Николаевич Назарычев

12 мая 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
Почтовый адрес: 199106, Россия, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21-я
линия, дом 2.

Тел. (моб): +7(921) 961-41-34

E-mail: Nazarychev_AN@pers.spmi.ru



Письмо
на имя: А.И. Назарычева

Управления делопроизводства
и документооборота



Е.Р. Яновицкая

12.05.2023

С отзывом согласен

24.05.2023


Иванов И.И.

Сведения об официальном оппоненте
по диссертации Мусихина Алексея Сергеевича на тему «Электроискровой контроль
сплошности и недопустимых утонений диэлектрических покрытий»
по специальности 2.5.9. – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,
веществ и природной среды»

Ф.И.О. полностью	Назарычев Александр Николаевич
Гражданство	Российская Федерация
Ученая степень	Доктор технических наук
Шифр и название специальности, по которой защищена диссертация оппонента, отрасль науки	05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», технические науки
Ученое звание	Профессор
Основное место работы:	
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
Сокращенное наименование организации	СПГУ, Горный университет
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования РФ
Почтовый адрес организации	199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д. 2
Телефон организации	+7 (812) 328-82-00, +7 (812) 328-86-05
Наименование подразделения организации	Аппарат проректора по подготовке научных кадров
Должность в организации	Заместитель проректора


Список основных публикаций по теме оппонируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1.	Контроль и управление качеством электроэнергии, диагностика и надежность оборудования энергетических систем: монография / А.Н. Назарычев , А.И. Потапов, А.В. Майоров и др. – Т. 1: Диагностика, ресурс, надежность объектов энергетики. – СПб.: Политехника Сервис, 2022. – 612 с.
2.	Контроль и управление качеством электроэнергии, диагностика и надежность оборудования энергетических систем: монография / А.Н. Назарычев , А.И. Потапов, А.В. Майоров и др. – Т. 2: Интеллектуальные системы и цифровизация в электроэнергетике. – СПб.: Политехника Сервис, 2023. – 652 с.
3.	Назарычев А.Н. Техническая диагностика оборудования в системе управления рисками электросетевых компаний // Электроэнергия. Передача и распределение. 2023. – № 2 (77). – С. 134 – 141.
4.	Назарычев А.Н. , Страхов А.С., Новоселов Е.М., Колобов А.Б., Полкошников Д.А., Захаров М.А., Сулыненков И.Н., Скоробогатов А.А. Оценка состояния двигателей электростанций при применении комплекса методов диагностики. – Электрические станции, 2023, № 4, С. 23 – 30.

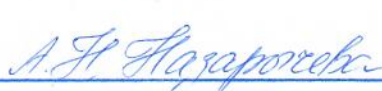
5.	Назарычев А.Н. , Страхов А.С., Скоробогатов А.А. Методика контроля обмоток роторов высоковольтных асинхронных двигателей системы электроснабжения собственных нужд электростанций в режиме пуска. // Энергия единой сети, 2023 № 1 (68) – С. 4 – 10.
6.	Назарычев А.Н. , Мельникова О.С., Сулыненков И.Н. Диагностика главной изоляции силовых трансформаторов по статистическому критерию электрической прочности масла. – Электричество, 2022, № 9, С. 22–32.
7.	Melnikova, O.; Nazarychev, A. ; Suslov, K. Enhancement of the Technique for Calculation and Assessment of the Condition of Major Insulation of Power Transformers. Energies 2022, 15, 1572. https://doi.org/10.3390/en15041572
8.	Оценка последствий отказа асинхронных электродвигателей вследствие обрывов стержней короткозамкнутых обмоток роторов / Назарычев А.Н. , Страхов А.С., Новоселов Е.М., Полкошников Д.А., Морозов А.Н., Скоробогатов А.А. // Электричество. 2021. № 9. С. 12-20.
9.	Надёжность и оценка технического состояния оборудования систем электроснабжения / Назарычев А.Н. , Крупенёв Д.С. Новосибирск, Наука, 2020. – 224 с.
10.	Experimental determination of diagnostic signs of damage to the rotor windings of high-voltage power plant motors in startup mode // Nazarychev A.N. , Pugachev A.A., Novoselov E.M., Polkoshnikov D.A., Strakhov A.S., Skorobogatov A.A. Russian Journal of Nondestructive Testing. 2020. Т. 56. № 5. С. 408-416.
11.	A method for monitoring the condition of rotor windings in induction motors during startup based on stator current / Nazarychev A.N. , Novoselov E.M., Polkoshnikov D.A., Strakhov A.S., Skorobogatov A.A. Russian Journal of Nondestructive Testing. 2020. Т. 56. № 8. С. 661-667.
12.	Риск-ориентированное управление эксплуатацией электрооборудования с учетом его технического состояния / Назарычев А.Н. , Пугачев А.А., Андреев Д.А. Электроэнергия. Передача и распределение. 2020. № 6 (63). С. 134-135.
13.	Совершенствование методики определения индекса технического состояния электрооборудования / Назарычев А.Н. , Андреев Д.А. В сборнике: Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. в 2-х книгах. Ответственный редактор Воропай Н.И., 2019. С. 316-326.
14.	A technique for calculation of life limits of electrical network equipment / Nazarychev A. , Andreev D. Energy Systems Research. 2019. Т. 2. № 2 (6). С. 73-78.


Даю согласие на обработку персональных данных.

«23» 05 2023 г.

 Назарычев Александр Николаевич



Подпись 
 Искренне
 веряю:
 Начальник управления делопроизводства
 контроля документооборота

 Е.Р. Яновицкая
 23 МАЙ 2023