

ОТЗЫВ

официального оппонента Смелкова Германа Ивановича

на диссертационную работу Мокряка Андрея Юрьевича
«Установление природы оплавлений медных проводников и латунных
токоведущих изделий при экспертизе пожаров на объектах энергетики»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность
(отрасль - энергетика)

Актуальность темы исследования

Провода и кабели, обеспечивающие доставку электроэнергии до потребителя, относятся к числу наиболее пожароопасных изделий, поскольку в них одновременно сочетаются источники зажигания и горючая среда при работе электрооборудования в аварийных режимах. В России доля пожаров от электротехнических изделий в 2017 году составляла треть от всех пожаров. По всем видам электротехнической продукции первое место по числу пожаров с большим опережением занимают провода и кабели (электропроводки и кабельные линии).

Основными источниками зажигания, приводящими к возникновению загораний кабельных изделий, являются электродуговые разряды, а также перегрев токопроводящих жил (ТПЖ) при перегрузках и в контактных соединениях («плохой контакт»). Наиболее изученным электрическим пожароопасным режимом, как с пожарно-профилактической, так и экспертно-криминалистической точек зрения, является КЗ. Методика исследования дуговых оплавлений медных проводников является одной из самых востребованных в лабораториях экспертных подразделений МЧС и МВД России, поскольку версия о причастности к возникновению горения аварийных режимов в электропроводке отрабатывается практически на каждом пожаре. Однако, как показывает практика расследования пожаров, данная экспертная методика часто дает неоднозначные результаты и к настоящему времени нуждается в усовершенствовании.

См. л. 6/92 от 1 27.04.2018

Латунь широко применяется в электротехнике для изготовления контактов и других деталей электроустановочных и коммутационных изделий. Именно в этих изделиях существует повышенный риск возникновения электрических аварийных режимов. При этом сложный элементный состав латуни обуславливает неоднозначность их поведения при электрических дуговых процессах. В настоящий момент экспертные методики анализа оплавлений проводников, выполненных из латуни, в судебной пожарно-технической экспертизе отсутствуют.

Цель исследования в диссертации

Целью диссертационной работы являлась разработка методов экспертного исследования (после пожара) оплавлений медных проводников токами перегрузки, а также латунных токоведущих изделий и расширение, таким образом, аналитических возможностей комплекса инструментальных методов, используемых при установлении причин пожаров.

Для достижения поставленной цели соискателем были решены следующие задачи:

- разработан и введен в эксплуатацию экспериментальный электротехнический стенд для моделирования пожароопасных аварийных режимов работы электросети;
- на основе анализа экспертной практики выбраны объекты исследования;
- осуществлено моделирование пожароопасных аварийных режимов работы электросети при условиях, характерных для пожара и до пожарной обстановки;
- проведен анализ различными инструментальными методами образцов, полученных в ходе проведения экспериментов, систематизированы признаки, указывающие на природу и условия формирования оплавлений токоведущих металлоизделий из меди и латуни;

- предложены аналитические схемы экспертного исследования оплавлений медных проводников и латунных токоведущих изделий после пожара;
- полученные результаты апробированы на реальных пожарах.

Общая оценка содержания диссертации и ее завершенности

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы. Список использованной литературы включает 110 наименований.

Во введении обоснована актуальность работы, ее научная новизна, степень разработанности. Определены цель и задачи исследования. Приведены основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту.

В первой главе Мокряком А.Ю. систематизированы актуальные сведения о пожароопасных аварийных электрических режимах, которые могут возникать в электросетях. При этом, основное внимание уделено электродуговому процессу КЗ и токовой перегрузки. Проанализированы существующие на данный момент в пожарно-технической экспертной литературе инструментальные методики исследования оплавлений металлических проводников тока. Данные методики являются одними из наиболее востребованных и широко используемых в СПТЭ. Показаны основные существенные недостатки данных методик.

Методик экспертного анализа после пожара электротехнических изделий, выполненных из латуни, в пожарно-технической экспертизе не существует. Сложность разработки таких методик, в первую очередь связана с большей, по сравнению, с медью номенклатурой металлоизделий из латуни, с вариациями возможных типов медно-цинковых сплавов и их микроструктур.

Во второй главе соискателем приведено описание устройства экспериментального электротехнического стенда, разработанного и изготовленного в рамках диссертационного исследования. Данная установка позволяет моделировать аварийные электрические режимы работы электросети переменного и постоянного тока, напряжением 12 и 220 В - короткое замыкание и токовая перегрузка при сверхтоках до 1000 А, воспроизводить условия пожара – задымленную атмосферу, внешнее тепловое воздействие на образец до 800 °С, контролировать газовый состав атмосферы газоанализатором. Кроме того, в данной главе описаны условия проведения экспериментов, а также обоснован выбор объектов исследования.

В третьей главе Мокряком А.Ю. приводятся результаты экспериментов по моделированию токовой перегрузки на медных проводниках. Проведен морфологический анализ следов, образующихся при токовой перегрузки различной кратности. Установлено, что морфология таких оплавлений сходна с последствиями воздействия на проводник электрической дуги КЗ. При определенных значениях кратности тока перегрузки на проводниках возникали специфические дефекты: вздутия, утолщения и утончения, поверхностные оплавления. Установлено, что вздутия образуются только на проводниках в изоляции, что является криминалистически важным признаком. Проведен металлографический анализ следов, образующихся при токовой перегрузке. Выполнена оценка содержания кислорода в оплавлении медного проводника, образовавшегося в результате токовой перегрузки, концентрация которого, как выяснилось, зависит от кратности сверхтока, а так же от момента его возникновения (первично-вторично). Рассмотрено влияние отжига при температурах до 1100 °С на сохранность признаков токовой перегрузки, выявляемых методом металлографии. Исследована сохранность признаков, дифференцирующих ПКЗ-ВКЗ, методом СЭМ. Рентгенофазовый анализ оплавлений медных проводников, возникших в результате токовой перегрузки, показал, что данный метод непригоден для дифференциации условий формирования подобных оплавлений.

В четвертой главе приведены дифференцирующие признаки КЗ и внешнего теплового воздействия для проводников тока из латуни различными инструментальными методами исследования. Данные признаки выявляются при морфологическом анализе методом СЭМ, металлографическом анализе, а также элементном анализе рентгенофлюоресцентным методом. Показано влияние отжига при различных температурных воздействиях на сохранность обнаруженных признаков. В ходе работы установлено, что при КЗ между парами металлов и сплавов: латунь-латунь, латунь-медь, латунь-сталь и латунь-алюминий, наблюдается процесс массопереноса химических элементов. При определении металла, с которым произошло взаимодействие латунного изделия, наиболее информативным является элементный анализ поверхности, прилегающей к месту оплавления. Вероятность диагностирования посторонних элементов во внутреннем объеме оплавления достаточно мала.

В пятой главе диссертационной работы предложена методика экспертного исследования оплавлений медных проводников после пожара. Даны признаки, характерные для оплавлений медных проводников различной природы, а также методы их обнаружения, приведена схема экспертного исследования медных токоведущих изделий после пожара в лабораторных условиях. Также в данной главе предложены методические основы экспертного анализа токоведущих металлоизделий из латуни. Приведены примеры экспертного исследования латунных элементов электросети, изъятых с мест реальных пожаров.

В разделе «Заключение» приведены основные результаты диссертационной работы.

Научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость не вызывают сомнений.

Новизна заключается в следующем:

- выявлены и классифицированы признаки, характеризующие протекание сверхтока по медным проводникам. Проведена количественная оценка зависимости таких признаков от кратности сверхтока;
- получена зависимость содержания кислорода в оплавлении медного проводника от кратности сверхтока;
- усовершенствована аналитическая схема экспертного анализа (после пожара) оплавлений медных проводников;
- выявлены диагностические критерии, позволяющие определить причину разрушения при пожаре латунных контактов (дифференцирующие электродуговой процесс и внешнее тепловое воздействие).

Теоретическая значимость работы заключается в возможности использования ее результатов для объяснения механизма протекания физических процессов, формирующих оплавления медных проводников и латунных токоведущих изделий, научного обоснования применяемых в пожарно-технической экспертизе инструментальных методик, обоснования выводов эксперта.

Практическая значимость работы заключается в ее использовании как непосредственно в экспертной практике, так и в последующей разработке экспертных методик. Результаты диссертационной работы, судя по актам внедрения, в настоящее время используются на практике судебно-экспертными учреждениями МЧС России, а также в учебном процессе университета ГПС МЧС России, характеризует ценность полученных результатов.

Рекомендации по использованию результатов работы:

На основании полученных данных рекомендуется в дальнейшем разработать и внедрить в практику судебно-экспертных учреждения МЧС России комплексную методику экспертного исследования после пожара оплавлений токоведущих изделий.

Степень проработанности темы исследования:

Диссертация А.Ю. Мокряка является законченным научным исследованием, в котором решены поставленные задачи, а результат представляет научную и практическую ценность.

К положительным сторонам работы необходимо отнести большой объём проведенных автором диссертации экспериментальных исследований, систематизацию и анализ полученных результатов. Результаты диссертационной работы в полной мере отражены в 13 опубликованных статьях, 5 из которых входит в перечень, рекомендованный ВАК Минобрнауки РФ.

Замечания по диссертационной работе:

По результатам ознакомления с диссертационной работой необходимо сделать следующие замечания:

1. В диссертации приведены результаты исследования и разработана методика дифференциации момента возникновения аварийного режима в сетях переменного тока напряжением 220 В. Но не указаны границы применения методики. Например, сейчас очень востребована такая методика для бортовой сети автотранспорта, где напряжение 12 или 24 В постоянного тока.
2. Автором впервые выявлены диагностические критерии, позволяющие определить причину разрушения на пожаре латунных контактов для одной

марки латуни. Хотелось бы подтвердить применимость этих критериев и на других марках электротехнической латуни.

3. Не рассмотрен вопрос о влиянии типа изоляции на структуру и свойства медных проводников, подвергающихся воздействию сверх токов и вторичному отжигу в ходе пожара.

4. Есть ряд замечаний по тексту диссертации:

- опечатки (стр. 7, 75, 81);

- неправильно сделаны ссылки на рисунки и несоответствие рисунков ссылке в таблице (стр. 81).

- имеет место использование различного рода испытаний (ПКЗ, ВКЗ, СЭМ и др.) без их расшифровки.

5. В качестве рекомендации было бы целесообразно дать физическое объяснение явлению образований вздутий металла на медных жилах изолированных проводников при аварийных режимах, т.к. этот признак используется в дальнейшем в качестве одного из дифференцирующих критериев.

Указанные замечания не снижают в целом положительной оценки диссертации и не умаляют научной ценности и прикладного значения выполненных автором исследований. Замечания целесообразно учесть при продолжении соискателем научной работы в этом направлении.

Заключение

Диссертация Мокряка А.Ю. выполнена на высоком научном уровне, с широким экспериментальным обоснованием полученных результатов и представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решены задачи, имеющие значение для создания методов и проведения криминалистических пожарно-электротехнических экспертиз.

Работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям в соответствии с Положением «О порядке присуждения ученых степеней» утвержденным Постановлением Правительства Российской

Федерации от 24 сентября 2013г., № 842, а её автор Мокряк Андрей Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность (отрасль энергетика, технические науки).

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник отдела пожарной безопасности электрических изделий Научно-исследовательского центра нормативно-технических проблем пожарной безопасности ФГБУ ВНИИПО МЧС России
доктор технических наук, профессор
заслуженный деятель науки РФ

 Смелков Г.И.

«27» сентября 2018 г.

Подпись оппонента
Смелкова Германа Ивановича
Заверяю

Заместитель начальника отдела ученого секретаря
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
кандидат технических наук

 Скибневская Т.Г.

«22» октября 2018 г.

Рабочий адрес:

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»
143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12,
Тел.: +7 (495) 521-81-31, +7 (495) 521-23-33
E-Mail: vniipo@mail.ru