

УДК 614.84

В.А. ПЕХОТИКОВ, вед. науч. сотр., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.; А.И. РЯБИКОВ, нач. отд.; А.А. НАЗАРОВ, зам. нач. отд.; О.И. ГРУЗИНОВА, ст. науч. сотр. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

КОМПЛЕКС ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье представлена информация о новых разработках в области предупреждения пожаров от эксплуатируемых электроустановок. Актуальность проблемы диктуется статистическими данными по пожарам от электротехнических изделий: в 2018 году каждый третий пожар от всех зарегистрированных в стране произошел по электротехническим причинам. Проведенный анализ показывает, что пожарная безопасность зданий и сооружений в значительной степени зависит от состояния электрических сетей. Рассматриваются три новых направления в данной области. Первое – применение нового вида электрической защиты от искрения, который активно продвигается в развитых западных странах и, в отличие от автоматических выключателей и устройств защитного отключения дифференциального тока, имеет исключительно противопожарное назначение, отмечается активная работа нескольких организаций по его практическому применению в России. Второе – применение оригинального решения, реализуемого газоаналитическим методом обнаружения и основанного на контроле перегрева с помощью специальной термоактивируемой газовыделяющей наклейки. Третье эффективное направление – внедрение в практику обследований электроустановок теплового метода неразрушающего контроля, который основан на применении приборов инфракрасной диагностики.

Ключевые слова: пожарная безопасность электроустановок, статистика пожаров, предупреждение, новые способы, устройства защиты от дугового разряда, термоактивируемые газовыделяющие наклейки, тепловизионный контроль

В соответствии с основами государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года [1] разработка и внедрение инновационных технологий обнаружения пожаров в начальной фазе их возникновения является одним из мероприятий по выработке и реализации государственной научно-технической политики в области пожарной безопасности.

Одним из актуальных направлений в области обеспечения пожарной безопасности является профилактика пожаров от электроустановок. Так, в России в 2018 году произошло по электротехническим причинам более 44 тысяч пожаров, что составляет около 33 % от всех зарегистрированных в стране пожаров. Анализ причин загораний показывает, что пожарная безопасность жилых и общественных зданий в значительной степени зависит от состояния электрических сетей. Электрические сети могут быть причиной пожаров, когда в процессе их проектирования, монтажа и эксплуатации не выполняются необходимые требования, нормы и правила.

К сожалению, приходится констатировать, что на сегодняшний день уровень пожарной профилактики эксплуатируемых электроустановок не высок, а основными методами профилактики действующих электроустановок зданий являются визуальные осмотры сетей, аппаратов защиты, включая проверку их калибровки, других элементов электросхем.

Действительно, при расследовании причин возникновения загораний, как правило, одной из основных версий называется неисправность электропроводки и других электроизделий. Причем наибольшее количество таких пожаров возникает от кабелей, проводов и электроустановочных изделий сетей электроснабжения. Поэтому снижение пожарной опасности электрических сетей является одной из основных задач в профилактике пожаров.

Многочисленными нормами и правилами предусматривается периодическая поверка электрооборудования, протяжка электрических контактных соединений, измерение сопротивления электрической изоляции, сопротивления контура заземления и некоторые другие меры. ПТЭ и ПТБ устанавливают сроки таких проверок для различных видов электрооборудования с периодом до трех лет. Реально же электрооборудование жилого фонда, а также общественных зданий, как правило, обслуживается при возникновении неисправностей. При этом нормативными документами совершенно справедливо жестко регламентируется порядок проведения профилактических и ремонтных работ.

В последнее время в стране появились инновационные решения, позволяющие, на наш взгляд, существенно снизить риск возникновения пожаров от электроустановок.

В настоящее время в продаже появились электрические аппараты защиты от дугового пробоя (УЗДП). Некоторыми разработчиками этих изделий применяется также термин «устройство защиты от искрения» (УЗИс). Это совершенно новый вид защиты, который активно продвигается в развитых западных странах и имеющий, в отличие от автоматических выключателей (АВ) и устройств защитного отключения дифференциального тока (АВДТ), исключительно противопожарное назначение. Основной задачей УЗДП является своевременное распознать возникновение пожароопасного искрения и отключить защищаемую электрическую цепь. Существует ряд причин возникновения дуг – это ухудшение контактных соединений, повреждение кабелей, дефекты изоляции или преднамеренные контактные точки, которые могут возникать из-за механических или тепловых нагрузок, старения, а также загрязнения. Типичными случаями являются просверленные кабели и недопустимые радиусы их изгиба, вибрации, повреждения кабелей грызунами и т. п. [2–5].

Таким образом, цель применения устройств защиты – это предупреждение пожаров, возникающих в помещениях, зданиях и сооружениях по причине неисправности электрооборудования, проявляющейся в виде дугового пробоя (искрения), а результатом является повышение уровня пожарной безопасности.

В настоящее время в ВНИИПО МЧС России ведутся активные работы по практической апробации этих устройств и внедрению их в электромонтажную практику. Параллельно техническими комитетами ТК 274 «Пожарная безопасность» и ТК 337 «Электроустановки зданий» готовится соответствующая нормативная база [6].

Одной из наиболее распространенных причин аварий на электросетевых участках является перегрев контактных соединений. Эти неисправности зачастую возникают вследствие повышения переходного контактного сопротивле-

ния. Большое переходное сопротивление способно привести к ускоренному старению электроизоляционных материалов, в ходе которого резко ухудшаются их диэлектрические свойства с последующим развитием аварийной ситуации. По данным ВНИИПО МЧС России, для воспламенения изоляции необходимо воздействие мощности от 40 Вт. При этом основанием для вывода оборудования в ремонт является температура контактного соединения 90–120 °С при номинальном токе в зависимости от типа материала. В этом контексте становится актуальным поиск решений, обеспечивающих непрерывное диагностирование электрооборудования в реальном времени, как меры, направленной на повышение надежности распределительной сети, а в случае обеспечения удаленного обнаружения перегревов элементов электрооборудования – пожарной безопасности объектов энергетической отрасли, промышленных и социальных объектов.

Специалистами ООО «Термоэлектрика» (Лесив А.В.) и ВНИИПО МЧС России (Здор В.Л. и Копылов С.Н.) предложены оригинальные решения [7], реализуемые системой «ТермоСенсор» газоаналитическим методом обнаружения, основанным на контроле перегрева с помощью специальной термоактивируемой газовыделяющей наклейки, изготовленной из полимерного композиционного материала. Материал наклейки содержит крупные замкнутые поры, заполненные специальной жидкостью. При нагревании происходит рост давления внутри поры и разрыв терморезистивной полимерной оболочки. Каждое такое вскрытие приводит к высвобождению от 5 до 30 % от общего количества сигнального вещества. При нагреве контактного соединения выше установленной температуры (80–120 °С) из наклейки выделяется сигнальный газ, который регистрируется специализированным газовым датчиком. Так, 1 мл материала наклейки при нагреве выделяет более 100 мл сигнального газа, что обеспечивает уверенное срабатывание датчика даже в вентилируемом объеме. При этом сигнальный газ является негорючим и нетоксичным. Кроме того, при нагревании выше 50–90 °С индикаторные метки необратимо меняют свои цвета, что является важным моментом для визуального определения предаварийной ситуации.

Обнаружение неисправности, равно как и пожароопасной ситуации, системой «ТермоСенсор» происходит задолго до возникновения аварийного отключения или возгорания.

Преимущество системы «ТермоСенсор» – это раннее обнаружение перегрева контактной системы электрооборудования в режиме реального времени, которое позволяет выявлять как точное место локализации единичных нагревов, так и определять время возникновения их аварийного перегрева, что в ряде случаев является важной информацией при решении вопроса о причинах появления дефекта.

Производство системы «ТермоСенсор» находится на территории Российской Федерации, защищено патентами. В настоящее время система прошла широкую практическую апробацию и показала положительные результаты. При участии ВНИИПО были проведены испытания системы «ТермоСенсор» на внешние воздействия: климатические, вибрационные, электромагнитные, по результатам которых в 2017 году изданы «Рекомендации по применению извещателя пожарного теплового локального перегрева «ТермоСенсор».

Для электрооборудования, объем которого не позволяет установить систему «ТермоСенсор» ООО «Термоэлектрика» предлагает решение в виде термоиндикаторных наклеек. Они меняют свой цвет при превышении установленного значения температуры. При этом для профилактики пожарной безопасности

электрооборудования необходимо проводить периодические осмотры в целях выявления перегретых элементов.

Аналогичные индикаторные наклейки производятся и другими компаниями, как за рубежом, так и в России.

Третьим важным направлением в вопросе обеспечения пожарной безопасности электроустановок жилых и общественных зданий муниципальных образований является действенная профилактика электротехнических устройств в процессе их эксплуатации. Прежде всего это касается вводно-распределительных шкафов, аппаратов электрической защиты, электроустановочных и светотехнических изделий. Так, каждый четвертый пожар в стране от общего числа пожаров возникает вследствие загорания электротехнических изделий при различного рода неисправностях, а также от перегрузок и коротких замыканий в электросетях.

В результате анализа возможности применения различных методов для оценки пожарной опасности эксплуатируемого электрооборудования наиболее перспективным показал себя тепловой метод неразрушающего контроля, который основан на применении приборов инфракрасной диагностики.

Неоспоримыми преимуществами тепловизионного обследования являются: объективность и точность получаемых данных, безопасность (применяется бесконтактный метод), не требуется отключение электрооборудования и подготовка рабочего места. При этом метод высокопроизводителен, к тому же он дает возможность практически мгновенно, «с первого взгляда», указать место дефекта, предварительно определить степень дефектности. Кроме того, метод отличается простотой документирования и возможностью определения дефектов на ранней стадии развития [8].

Проведенные специалистами ВНИИПО МЧС России исследования позволили разработать Методику тепловизионного обследования эксплуатируемого электрооборудования на пожарную опасность, которая дает возможность по превышению температуры элементов электрооборудования дифференцировать различные режимы работы, как нормальные, аварийные и пожароопасные. Предложенный метод тепловизионной диагностики является экспресс-методом оценки пожарной безопасности эксплуатируемого электрооборудования.

Были разработаны и сформулированы критерии оценки состояния контактных соединений электроустановочных изделий по температуре на их поверхности, т. е. для оценки пожарной опасности не требуется снимать корпуса изделий, что является преимуществом перед термоиндикаторными наклейками.

В методике сформулированы критерии оценки пожарной опасности, требования к средствам измерения (тепловизорам), погрешностям, а также условия и порядок проведения теплового неразрушающего контроля.

Для более полной классификации состояния контактных соединений и определения степени их дефектности в зависимости от протекающего тока можно воспользоваться расчетным методом, представленным в Руководящем документе [9].

В свою очередь, применение тепловизионной диагностики требует нахождения электрооборудования под нагрузкой, по возможности максимальной, которая может быть в процессе эксплуатации. Это условие обуславливает необходимость проведения диагностики во время максимального электропотребления или предварительного включения всех электроприемников перед проверкой.

В результате проведенной работы можно с уверенностью констатировать, что мониторинг пожарной опасности электрооборудования жилых и общественных зданий с применением тепловизора является современным высокоэффективным способом контроля и прогнозирования, обеспечивающим выявление дефектов электрооборудования на ранней стадии их развития. Его применение позволит с большей эффективностью предупреждать пожароопасные ситуации и снизить количество пожаров от электроустановок. В настоящее время методика прошла практическую апробацию и ее целесообразно рекомендовать для широкого внедрения посредством введения соответствующих требований в действующие нормативные документы.

Выводы

Существуют средства для профилактики и предупреждения пожаров от электроустановок, основанные на современных инновационных технологиях.

Применение устройств защиты от дугового пробоя, наряду с существующими автоматическими выключателями и устройствами защиты дифференциального тока, в электрических сетях жилых и общественных зданий позволит снизить вероятность пожара от еще одной причины – дугового пробоя (пожароопасного искрения).

Также необходимо широко внедрять методы профилактики пожаров от электроустановок путем применения тепловизионной диагностики, термоиндикаторов, автоматической системы контроля температуры. Метод профилактики может быть выбран в зависимости от конкретного объекта.

Комплексное применение современных аппаратов защиты и средств профилактики позволит снизить количество пожаров от электрооборудования.

Список литературы

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: утв. указом Президента Российской Федерации от 1 янв. 2018 г. № 2.
2. *Nishida Y.* Ignition Hazard by Short Circuit between Element Wires of a Stranded Cord, Reports of the National Research Institute of Police Science 45:4, 57 (Nov. 1992).
3. *Wagner R.V., Boden P.J., Skuggevig W. and Davidson R.J.* Technology for Detecting and Monitoring Conditions That Could Cause Electrical Wiring System Fires (UL Project NC233, 94ME78760), Underwriters Laboratories Inc., Northbrook IL (1995).
4. Electrical Arcing of Aged Aircraft Wire (Report N191-RPT4AU99), Report to NTSB under Order No. NTSB18-99-SP0127, Electromechanical Design Co., Sterling VA (1999).
5. *Billings M.J., Smith A. and Wilkins R.* Tracking in Polymeric Insulation, IEEE Trans. Elec. Insul. IE-2, 131-137 (Dec. 1967).
6. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа.
7. Руководство по проектированию и монтажу. Система обнаружения предаварийных и предожарных ситуаций «ТермоСенсор». РПМ 40416503-2016. Версия 1.1 от 27.11.2017 г. 18 с.
8. К вопросу обеспечения пожарной безопасности электроустановок жилых и общественных зданий с применением методов тепловизионного контроля / *В.А. Пехотиков, А.А. Назаров, А.В. Горбачев, А.В. Деревянко* // Пожарная безопасность. 2011. № 1.

9. Проверка пожарной опасности жилых и общественных зданий с помощью тепловизора: метод. рекомендации / А.А. Назаров, В.А. Пехотиков, А.И. Ряби-ков, О.И. Грузинова. М.: ВНИИПО, 2014. 28 с.

Материал поступил в редакцию 27.06.2019 г.

Пехотиков Виктор Александрович – ведущий научный сотрудник, канди-дат технических наук, старший научный сотрудник; **Рябиков Алексей Ивано-вич** – начальник отдела; **Назаров Антон Александрович** – заместитель на-чальника отдела; **Грузинова Ольга Ивановна** – старший научный сотрудник (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Адрес: мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903, Россия.

V.A. Pekhotikov, A.I. Ryabikov, A.A. Nazarov, O.I. Gruzina

A SET OF INNOVATIVE SOLUTIONS TO IMPROVE THE FIRE SAFETY OF ELECTRICAL EQUIPMENT DURING ITS OPERATION

The article provides information about new developments in the field of prevention of fires caused by operated electrical installations. This problem is very important because statistical data on fires from electrical equipment show that in 2018 every third fire occurred for electrical reasons. The analysis shows that fire safety of buildings and structures mostly depends on the state of electrical networks. Three new directions in this area are being considered. The first is the use of a new type of electrical protection from sparking, which is being actively promoted in developed western countries. It has exclusively fire protection function unlike automatic switches and protective devices for switching off the differential current. The second one is the use of original solution, implemented by the gas analysis detection method, based on the control of overheating with help of the special thermo-activated gas-releasing sticker. The third effective direction is practical application of surveys for electrical installations of a thermal method of non-destructive testing, which is based on the use of infrared diagnostic devices.

Key words: *fire safety of electrical installations, fire statistics, warning, new methods, devices for arc discharge protection, thermo-activated gas-releasing stickers, heat monitoring*

Pekhotikov Victor Alexandrovich – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher; **Ryabikov Alexey Ivanovich** – Head of Department; **Nazarov Anton Alexandrovich** – Deputy Head of Department; **Gruzina Olga Ivanovna** – Senior Researcher (FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia).

Address: mkr. VNIIPPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russia.