

С развитием энергетики и электрификации страны возрастает и актуальность работ по обеспечению пожарной безопасности электроустановок.

Пожарная профилактика электроустановок – комплексное понятие, включающее следующие основные направления деятельности:

анализ статистических данных, изучение отечественного и зарубежного опыта с целью выбора наиболее актуальных направлений исследования;

разработка методов определения пожарной опасности электротехнических изделий и включение их в государственные и международные стандарты;

разработка пожарно-профилактических рекомендаций и противопожарных требований к электротехническим изделиям для отраслевых и общесоюзных нормативных документов;

разработка научно обоснованных методов определения причастности к пожарам аварийных режимов в электроустановках;

оказание научно-методической и практической помощи отраслевым организациям в создании пожаробезопасных электротехнических изделий и огнезащитных покрытий для них.

Выполнение научно-исследовательских работ по указанным направлениям осуществляются в тесном взаимодействии с ведущими научно-исследовательскими и учебными организациями страны: Московским энергетическим институтом, ВНИИ кабельной промышленности, ВНИИпроектэлектромонтажом, ВНИИ судебных экспертиз, Ленинградским электротехническим институтом имени Ульянова-Ленина и др.

Анализ статистических данных о пожарах позволяет правильно выбрать направление исследований в области пожарной профилактики электроустановок.

Ежегодно количество пожаров от электроустановок и радиоэлектронной аппаратуры составляет 28-30% общего числа пожаров в стране [1]. Среди электрорадиоизделий наибольшую пожарную опасность представляют: электропроводки и кабельные линии – около 50%; бытовые электроприборы – более 20%; телевизоры – 12%.

Распределение количества пожаров и последствий от них (ущерб, число погибших людей) за годы одиннадцатой пятилетки для населенных пунктов городского и сельского типов оставалось примерно одинаковым: в 1984 г. число пожаров в сельской местности составило 52%, ущерб – 58%, а число погибших на пожарах – 49%.

Вероятностно-статистическая оценка пожарной опасности электрорадиоизделий, выполненная в свете требований ГОСТ12.1.004-85, является более объективным показателем, так как наряду с количеством пожаров учитывает и число изделий, находящихся в эксплуатации. Полученные данные показывают, что наиболее пожароопасны электроплитки, у которых фактическая вероятность пожара в 75 раз превышает допустимую по ГОСТу, а также телевизоры (в 57 раз), электрокамины (в 30 раз) и т.д.

Для проводов и кабелей принято оценивать частоту возникновения пожара на единицу длины их прокладки. В 1984 г. эта частота составляла для проводов $2,3 \cdot 10^{-4}$ пож/км, для кабелей $4 \cdot 10^{-6}$ пож/км.

Тенденция увеличения ущерба от пожаров объясняется концепцией материальных ценностей, вызванной повышением благосостояния трудящихся, а также усложнением технологии производства и внедрением долговостоящей техники и оборудования. Рост числа пожаров имеет как объективные причины (ежегодное увеличение количества изделий, поступающих в эксплуатацию), так и субъективные (организационные, инженерно-технические и эксплуатационные). Анализ статистических данных позволил выявить ряд изделий, проблема снижения пожароопасности которых еще не решена: холодильники, штепсельные соединения, радиоприемники, распаячные коробки и др.

В настоящее время в институте разработано и внедрено более 20 методик и методических указаний по оценке пожарной опасности различных видов электроустановок, из них около 10 – за годы одиннадцатой пятилетки. Среди внедренных можно отметить методы исследования пожарной опасности электрических кабелей в коробах и на лотах, герметичных кабельных вводов для реакторов АЭС, светильников бытового и общепромышленного назначения, электросварочных работ, кабельных проходов через стены и перекрытия, электронагревательных приборов, электрических воздухо- и водонагревателей для объектов агропромышленного комплекса, бытовых стабилизаторов напряжения и др.

Правильный выбор метода испытаний позволяет существенно приблизиться к истинной оценке пожарной опасности того или иного электротехнического изделия. Разработанные впервые в отечественной практике методы оценки пожарной опасности электроустановок и, в частности, электропроводок унифицированы: часть из них защищена авторскими свидетельствами [3-5]. Основой унификации является использование вероятностно-статистического метода оценки пожарной опасности электротехнических изделий исходя из стохастичности явлений вызывающих их отказ и возгорание.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-85 условие пожаробезопасности электротехнического изделия имеет вид

$$Q_{п} = Q_{гв} Q_{пр} Q_{пз} Q_{нз} Q_{в} \leq 10^{-6},$$

где $Q_{п}$ - вероятность возникновения пожара от электротехнического изделия; $Q_{гв}$ – вероятность сосредоточения в изделии (или возле него) горючих веществ, представляющих пожарную опасность; $Q_{пр}$ – вероятность возникновения характерного пожароопасного режима в составной части изделия (КЗ, перегрузок и т.д.); $Q_{пз}$ – вероятность нахождения характерного электротехнического параметра (тока, переходного сопротивления и др.) в диапазоне пожароопасных значений; $Q_{нз}$ – вероятности неисправности или неправильного выбора (загрубления) защиты (электрической, тепловой и т.п.); $Q_{в}$ – вероятность воспламенения сгораемого материала при тепловом воздействии тока.

Примеры и порядок использования вероятностно-статистических методов для оценки пожарной опасности конкретных видов электротехнических изделий изложены в [6].

Полученные данные о фактических вероятностях возникновения пожаров сравнивают с нормативной величиной (10^{-6} в год в расчете на одно изделие). Изделие считается пожаробезопасным, если фактическая или расчетная (для новых изделий) вероятность возникновения пожара не превышает нормативной.

Наряду с вероятностными используются и детерминистические методы оценки пожарной опасности электротехнических изделий, основанные на сопоставлении максимальных значений энергетических параметров источников зажигания, возникающих в изделиях (температура, энергия, плотность, теплового потока и др.), с соответствующими показателями, характеризующими пожарную опасность веществ и материалов [3].

Инженерной основой пожарной профилактики является разработка нормативной документации, имеющей необходимое технико-экономическое обоснование. В связи с этим в институте в последние годы разработаны и внедрены рекомендации по областям применения пластмассовых труб в электропроводках, согласованные с ГУПО МВД СССР и Главгосэнергонадзором Минэнерго СССР. Они использованы при подготовке постановлений Госстроя СССР по корректировке СНиП III-33-76 в части изменения области применения электропроводок в пластмассовых трубах. Использование полимерных труб в электропроводках дает годовой экономический эффект более 0,5 млн. руб.

В сотрудничестве с ВНИИПроектэлектромонтажом разработан Технический циркуляр на выполнение электромонтажных работ в электропроводках со стальными трубами и электропроводок, прокладываемых на лотках и коробках. Расширение области применения этих видов электропроводок с учетом новых данных об их пожарной опасности и при условии выполнения предложенных средств снижения этой опасности дает ежегодно около 1 млн. руб. экономии.

Рекомендации по снижению пожарной опасности электросетей в части искрообразования при коротких замыканиях (М.: ВНИИПО, 1977) согласованы с ГУПО МВД СССР и введены в действие решением Главгосэнергонадзора. Основные положения этих рекомендаций, регламентирующие выбор безопасных расстояний от электропроводок, выполненных голыми и изолированными проводами, до мест складирования сгораемых материалов, включены в новую редакцию гл. VII-4 Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Одной из наиболее крупных работ в области нормирования противопожарных требований, предъявляемых к электроустановкам, следует считать разработку дополнительного раздела в ГОСТ 12.2.007.0-75 (с изм.) «ССБТ. Изделия электротехнические. Требования безопасности». Совместно с ГУПО МВД СССР и Главгосэнергонадзором разработаны рекомендации «О предупреждении пожаров от тепловых проявлений электрического тока на вводах электрических

сетей в зданиях» (М.: ГУПО МВД СССР, сер. 71984). Актуальность этих работ связана с увеличением количества пожаров в зданиях, особенно на сельхозобъектах.

Активное внедрение рекомендаций, проведенное ИПЛ г. Куйбышева совместно с работниками госпожнадзора, позволило в 1984 г. полностью исключить пожары на вводах в животноводческих помещениях во всех обследованных районах Куйбышевской обл.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам обеспечения пожарной безопасности кабельных линий на объектах энергетики, в том числе на АЭС. В этом направлении разработаны рекомендации по огнезащите кабельных трасс систем безопасности АЭС с требуемым пределом огнестойкости, рекомендации по применению огнезащитного покрытия ОПК для снижения пожарной опасности кабелей, классификатор электрических кабелей по огнестойкости и нераспространению горения.

Принятые рекомендации используются для снижения пожарной опасности кабельных трасс и создания огнестойких и не распространяющих горение кабельных изделий.

Наиболее эффективным направлением пожарно-профилактической работы с электротехническими изделиями следует считать внедрение противопожарных требований к ним и методов испытания в стандарты и технические условия.

Ряд нормативных предложений ВНИИПО МВД СССР, включенных в ведомственные циркуляры, прошли согласование и рекомендованы для включения в ПУЭ. Указанные здесь требования, а также противопожарные требования, предъявляемые к другим электрорадиотехническим изделиям, постоянно используются в работе ВНИИПО МВД СССР в процессе его участия в комиссии при Главэлектромонтаже по электротехническим правилам и нормам и в работе Госстандарта (в качестве согласующей организации по отечественным стандартам на электротехнические устройства), а также в деятельности подкомитета ПК 50Д Международной электротехнической комиссии по защите интересов государства в области международной стандартизации противопожарных требований и методов исследования пожарной опасности электротехнических устройств.

Наряду с разработкой технических и нормативных рекомендаций проводится большая работа по созданию совместно с отраслевыми научно-исследовательскими организациями электротехнических изделий пониженной пожарной опасности.

Совместно с ВНИИ кабельной промышленности разработаны и внедрены кабели пониженной горючести типа ААБнлГ и ААБглГ, которые рекомендованы для применения в наиболее пожароопасных производствах народного хозяйства. Ожидаемый экономический эффект при широком внедрении этих кабелей составит 1,5 млн. руб.

Совместно с КБ по железобетону (Москва) осуществлены исследования электропроводок в деревянных электротехнических плинтусах и даны рекомендации по их пожаробезопасному применению в жилищном строительстве. Ожидаемый экономический эффект составит 150 тыс. руб.

Совместно с институтом Атомтеплоэлектропроект и трестом Электросибмонтаж разработан новый вспучивающийся огнезащитный состав для устройства огнепреграждающих перегородок в коробах и туннелях.

Новые герметичные кабельные вводы для атомных реакторов АЭС (ВГ, ВГУ, ВГУ-м) были разработаны совместно с ВНИИ электрокерамики. Вводы экспонировались на международной выставке «Электро-82» и получили положительную оценку. Сейчас они внедряются на вновь строящихся атомных электростанциях у нас в стране и за рубежом.

Важным достижением института является разработка в 1981 г. совместно с ВПО Союзраска нового огнезащитного покрытия для кабелей (ОПК) [17]. На определенном этапе удалось с помощью ОПК решить проблему защиты кабелей на АЭС. Следующий этап – разработка кабелей, огнестойких и не распространяющих горение. В работе кроме ВНИИПО участвуют ВНИИ кабельной промышленности и некоторые организации Минхимпрома СССР.

Можно назвать и целый ряд совместных разработок института, успешное внедрение которых в народное хозяйство дает ощутимый экономический эффект. Общая сумма его за годы XI пятилетки составила около 10 млн. руб.

В институте (одновременно с оказанием помощи отраслевым министерствам по снижению пожарной опасности объектов народного хозяйства) начиная с 1969 г. была проведена большая работа по изысканию и научному обоснованию новых инженерных методов исследования электротехнических устройств, изымаемых с пожаров в качестве вещественных доказательств с целью определения причастности их к причине пожара.

В принципе для этих целей могут быть использованы все разработанные методы оценки пожарной опасности электроустановок различных видов, когда требуется установить возможность возникновения пожара от них в конкретных условиях.

Специально по заданию министерства были разработаны и внедрены криминалистические методы определения причастности к пожарам коротких замыканий в медных и алюминиевых проводах, ламп накаливания, частиц металла при коротких замыканиях, коротких замыканий в электропроводах со стальными защитными оболочками [8].

Все методы опубликованы, о них неоднократно докладывалось на всесоюзных совещаниях работников следственных аппаратов и юстиции, кроме того, они были включены в программу курсов по подготовке пожарных экспертов по линии экспертно-криминалистического управления МВД СССР. В настоящее время эти методы являются, по существу, единственными в стране документами по выполнению пожарно-электротехнических экспертиз. Определение причастности коротких замыканий в проводах с медными и алюминиевыми токопроводящими жилами к пожарам на объектах производится по моменту возникновения КЗ относительно пожара: короткие замыкания, Предшествующие пожару, называются первичными, а возникшие в ходе его развития – вторичными.

Первичность (вторичность) КЗ в проводах с медными жилами устанавливаются путем рентгеноструктурного анализа оплавленного током КЗ участка проводника и эталонного образца на содержание характерных химических соединений (в данном случае Cu_2O и CuO), а также на изменение структуры кристаллической решетки меди. По соотношению химических параметров на рентгенограммах, снятых с оплавленного образца и эталона, судят о характере среды в момент КЗ, а по соотношению физических параметров – о степени нагрева провода.

Физическая сущность дифференциации, например, первичных коротких замыканий заключается в следующем: зона оплавления провода в момент КЗ не задымлена, в результате чего оксидов меди в оплавлении образуется больше, чем при вторичных КЗ; структура матричной меди в зоне оплавления мелкозернистая, так как тепловой импульс КЗ воздействует на относительно холодный металл токопроводящей жилы (из-за значительного температурного градиента зерно дробится).

При вторичных КЗ, когда атмосфера задымлена, а содержание кислорода снижено, оксидов меди в оплавленных током КЗ жилах проводов образуется мало; структура медной фазы оплавленного провода крупнозернистая.

В методике определения возможности возникновения пожаров от ламп накаливания в качестве признака непричастности лампы к пожару служит физическое явление – пробой стекла лопатки, которой возможен только в случае, когда колба нагрета более 300°C , что может иметь место в условиях пожара.

Сущность метода дифференциации момента короткого замыкания электропроводки в металлических оболочках заключается в сравнительном рентгеновском анализе оплавленного и неоплавленного участков металлической оболочки, при котором исследуется степень искажения кристаллической решетки стали, связанная со скоростью температурного воздействия токов КЗ на оболочку и темпами ее остывания.

В условиях ускорения научно-технического прогресса, неуклонного расширения производства всех отраслей народного хозяйства, в том числе электротехнической промышленности, существенно возрастает роль пожарной профилактики в разработке новых методов исследования пожарной опасности и предупреждения пожаров от электроустановок.

В двенадцатой пятилетке будет завершена крупнейшая в истории института научно-исследовательская тема по комплексной противопожарной защите АЭС. Будут разработаны конкретные автоматические устройства по предупреждению и тушению пожаров от загораний телевизоров. Будет решена важнейшая народнохозяйственная проблема снижения горючести электрических кабелей, касающаяся обеспечения пожарной безопасности многих отраслей промышленности, сельского хозяйства, объектов энергетики. Это будет достигнуто благодаря освоению выпуска отечественных огнестойких кабелей, не распространяющих горение и имеющих пониженное дымовыделение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов В.П., Игнатов Л.Н., Кабанец Е.Е. Статистика пожаров.//Экон. и управление в пож. охране: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО, 1985. - С. 85-93.

2. Смелков Г.И., Кирюханцев Е.Е. Пожарная опасность электроустановок: Информ. сб. – М.: ГУПО МВД СССР, 1986.-25 с.
3. А.с. 949456 СССР, МКИ G0125/50. Способ определения пожарной опасности материалов.
4. А.с. 834484 СССР, МКИ G0125/50. Способ определения пожарной опасности частиц металла.
5. А.с. 871048 СССР, МКИ G0125/28. Способ определения горючести электрических кабелей.
6. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок при аварийных режимах. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 184 с.
7. Рекомендации по применению огнезащитного покрытия ОПК для снижения пожарной опасности электрических кабелей. – М.: ВНИИПО, 1985. – 28с.
8. Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электротехнических устройствах – М.: Стройиздат, 1980. – 59с.