Научное издание

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. СПАСЕНИЕ. ПОМОЩЬ
(современность и инновации)

МАТЕРИАЛЫ
XXI Международной научно-практической конференции
научно-педагогического состава и обучающихся,
9 марта 2011 года
(Сборник тезисов)
Химки: АГЗ МЧС России. – 2011. – 160 с.

Подписано в печать 05.03.2011	Заказ № 111	Формат 21х 1/16
Печ. л. 10,0	Бумага офисная	Тираж 150 экз.

Адрес издательства: 141435, Моск. Обл., Химки, мкр. Новогорск.
Тел./факс. 8-498-699-06-01 (05-86)

© ФГОУ ВПО «АГЗ МЧС России», 2011

Полученные результаты подтверждают мнение практических работников о сложности расчетов, трудности их экспертной проверки и необходимости разработки упрощенных методов оценки риска. Кроме того, применение утвержденных методик требует их дополнительного информационно-методического обеспечения стандартными справочными данными.

Е.С. Корляков, Е.В. Русских, С.В. Широбоков
ГОУ ВПО «ИГЗ и ПБ УР» ООО «ИжРапид»

МЕТОД РЕНТГЕНОВСКОЙ ФОТОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ СВЯЗИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ВОЗГОРАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДКИ

Одной из возможных причин возникновения пожаров является короткое замыкание узлов электрической цепи, которое приводит к возгоранию находящихся в непосредственной близости от точки возникновения короткого замыкания контактной группы вследствие существенного локального перегрева проводника электрического тока и (или) возникновения электрической дуги. Однако целостность проводника электрического тока может быть нарушена вследствие значительного повышения температуры в области дальнейшего возникновения короткого замыкания. Автором рассмотрены методы определения причинно-следственной связи возникновения короткого замыкания электрической проводки.

Под термином короткое замыкание (далее – КЗ) понимается электрическое соединение двух точек электрической цепи с различными значениями потенциала, не предусмотренное конструкцией электрической проводки и нарушающее ее нормальную работу. Под первичным КЗ понимается КЗ, возникающее вследствие нарушения целостности изоляции электропроводки или слабого закрепления электрических контактов. Под вторичным КЗ понимается КЗ, возникшее после нарушения целостности изоляции электропроводки в результате повышения температуры окружающей среды в области возникновения КЗ, т.е. вторичное КЗ – это КЗ, возникшее в результате действующего в помещении пожара.

Применяемые методы.

Если электрическая дуга возникает до пожара или на начальной его стадии, то в условиях содержания в окружающей атмосфере кислорода, близкого к нормальному (первичное КЗ), в зоне оплавления медного проводника образуется преимущественно диоксид меди (Cu_2O). На стадии же развившегося пожара, при относительном недостатке кислорода и в присутствии в атмосфере окислов углерода (вторичное КЗ), в значительном количестве образуется оксид меди (CuO). В случае алюминиевой проводки известно, что при вторичном КЗ, расплавленный дугой алюминий активно взаимодействует с окислами углерода, в результате чего содержание углерода в зоне оплавления алюминия в 2-5 раз больше, при первичном КЗ. Существует критерий оценки первичности-вторичности КЗ на медных проводниках – величина соотношения концентрации меди и оксида меди в двух зонах – непосредственно рядом с оплавлением и на определенном расстоянии от него [1].

В испытательных пожарных лабораториях для рентгеноструктурного анализа используются в основном рентгеновские дифрактометры. Анализу подвергаются два участка изъятого на пожаре провода: непосредственно рядом с оплавлением (участок 1) и на расстоянии

30-35 мм от него (участок 2).

В обоих случаях определяется площадь дифракционных максимумов соответствующих фаз JCu и JCu_2O. Затем рассчитывается их соотношение на участке 1 и участке 2.

$$\left(\frac{JCu_2O}{JCuO}\right)_1 > 2\left(\frac{JCu_2O}{JCuO}\right)_2 \qquad (1)$$

Если условие (1) выполняется, то это свидетельствует о первичном КЗ. При обратном соотношении считается, что оплавление имеет признаки вторичного КЗ. Менее существенные различия не являются достаточно надежным дифференцирующим признаком. В этом случае образцы подвергаются металлографическому исследованию.

Металлографическое исследование проводов – более трудоемкий и разрушающий метод анализа, в отличие от рентгеноструктурного. После подготовки образца его поверхность рассматривают с помощью металлографического микроскопа. Структура оплавления при первичном и вторичном КЗ неодинакова, что обусловлено различными условиями застывания расплавленной меди. В области плавления при первичном КЗ образуются вытянутые кристаллы меди, при вторичном – равноосные зерна.

Применение метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).

Авторами доклада предлагается использовать альтернативный рентгеноструктурному анализу неразрушающий метод РФЭС.

Метод РФЭС (другое название – метод электронной спектроскопии химического анализа (ЭСХА), предложен К. Зигбаном как способ определения энергий связи атомов вещества в исследуемом образце) – метод поверхностного анализа, использующийся для определения химического состава твердых поверхностей. Анализ основан на определении энергии электронов, испускаемых твердым телом в результате подвергания его воздействию монохроматического рентгеновского излучения [2].

Реализация метода РФЭС на фотоэлектронных спектрометрах позволяет проводить эксперимент от момента препарации образца до расшифровки фотоэлектронного спектра и определения парциальных концентраций присутствующих на исследуемой поверхности атомов химических элементов и их соединений за 1-2 часа. Таким образом, используя метод РФЭС можно определить отношение концентраций диоксида меди к чистой меди $\frac{C[Cu_2O]}{C[Cu]}$ на участках 1 и 2:

$$\left(\frac{C[Cu_2O]}{C[Cu]}\right)_1 > 2\left(\frac{C[Cu_2O]}{C[Cu]}\right)_2 \qquad (2)$$

Условие (2) является эквивалентным условию (1) что, в свою очередь, позволяет применять данную оценку в качестве критерия для определения типа КЗ. Как уже было отмечено, в случае менее существенных различий в условии (1) или (2) необходимо проводить дополнительные исследования. Эмпирически определено, что для вторичного КЗ характерно наличие газовых пор и взрывов; при первичном КЗ они, как правило, отсутствуют. Эти данные позволяют отличить первичное и вторичное КЗ и по содержанию кислорода в меди в месте оплавления. При первичном КЗ оно составляет 0,06-0,39 %, при вторичном КЗ – менее 0,06 %. При использовании метода РФЭС определяются концентрации всех химических элементов, присутствующих в поверхностном слое исследуемого образца.

В случае алюминиевой электрической проводки метод РФЭС не имеет привилегий над методом рентгеноструктурного анализа, так как в обоих случаях для определения первичности-вторичности КЗ необходимо производить сравнительный анализ концентраций углерода на исследуемом и эталонном образцах.

В случае медной электрической проводки применение метода РФЭС позволяет одновременно определить физические величины для проверки выполнения двух условий (соотношение концентраций двуокиси меди и меди в точке возникновения КЗ и на расстоянии от нее; концентрация кислорода в месте оплавления контакта) для установления причинно-следственной связи между возникновением короткого замыкания и возгоранием электрической проводки. Применение метода РФЭС освобождает процедуру экспертизы установления первичности-вторичности КЗ от проведения трудоемкого металлографического анализа.

Реализация метода РФЭС для установления причинно-следственной связи возникновения короткого замыкания и возгорания электрической проводки возможна на разработанном авторами доклада рентгеновском времяпролетном фотоэлектронном спектрометре [3].

Литература

1. Технические основы расследования пожаров: метод. пособие / И.Д. Чешко – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2002. – 330 с.

2. Зигбан К., Нордлинг К., Фальман А. и др. Электронная спектроскопия / Под ред. д-ра физ.-мат. наук проф. И.Б. Боровского. М: Мир, 1971. – 493 с.

3. Госконтракт № 3502р/5949 от 14 сентября 2005 г. (Фонд поддержки МП в НТС).

С.В. Королева

ФГОУ ВПО «Ивановский институт государственной противопожарной службы МЧС России»

ОБЪЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ КУРСАНТОВ

При обучении в Ивановском институте (далее – ИвИ) ГПС МЧС России стрессогенные условия тренировки в моделируемых условиях чрезвычайной ситуации (далее – ЧС) представляют несомненную ценность для формирования у курсантов и слушателей профессионально важных качеств, а также предоставляют возможность изучения процессов профессиональной адаптации для совершенствования тренирующих и реабилитационных программ и, в конечном итоге, превентивном повышении эффективности спасательных действий. Участие курсантов ИвИ ГПС МЧС России в ликвидации последствий ЧС, связанной с лесными и торфяными пожарами в 2010 г., позволило в реальных условиях боевой деятельности оценить функциональное состояние (далее – ФС) огнеборцев и адаптационный резерв (далее – АР) их здоровья на основе разработанных объективных критериев. Кроме того, 10-летнее наблюдение за динамикой лесных и торфяных пожаров в Ивановской области и установленная их взаимосвязь с сердечно-сосудистыми и бронхо-легочными заболеваниями актуализировала изучение ранних признаков предельного напряжения компенсаторных механизмов.

Всего обследовано 49 курсантов (средний возраст 19,2±0,4 лет), из них 14 человек − 2 года обучения в динамике участия в тушении лесных и торфяных пожаров, средний возраст обследованных – 18 лет. Во внимание принимались стандартные показатели вариабельности ритма сердца (ВРС) из пакета прикладных программ используемого компьютерного ком-