

УДК 621.311.1 : 343.76

Е.Л. Шпирин, *главный эксперт-взрывотехник*

Научно-исследовательского экспертно-криминалистического центра при ГУМВД Украины в Автономной Республике Крым

ПРИЗНАКИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ БОЛЬШИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПОСЛЕ ПОЖАРА

Освещены основные проблемы исследования аварийных режимов работы электрической сети — больших переходных сопротивлений, изложены некоторые признаки, позволяющие их установить.

Ключевые слова: происшествие, горение, осмотр, организация, пожар, плохой контакт, исследование, оптическая микроскопия.

Висвітлено основні проблеми дослідження аварійних режимів роботи електричної мережі — великих перехідних опорів, викладено певні ознаки, які дозволяють їх встановити.

Consecration of the main problems of the study of emergency operation of the electrical network — large resistances (bad contact), but also explore a number of features allowing it to install.

Наиболее изученным пожароопасным режимом (как с пожарно-профилактической, так и с экспертно-криминалистической точек зрения) является короткое замыкание. На сегодняшний день разработана инструментальная методика для медных и алюминиевых проводов, которая позволяет определить условия окружающей среды, при которых образовалось оплавление [1]. При проведении исследований пожаров методика позволяет дифференцировать момент короткого замыкания от момента возникновения пожара, а следовательно, сделать вывод об источнике зажигания как тепловом проявлении электрического тока при аварийном режиме работы электрической сети — коротком замыкании.

Одним из наиболее распространенных пожароопасных режимов в электросетях являются большие переходные сопротивления или «плохой контакт». Иногда следы локального нагрева, возникающего при больших переходных сопротивлениях, видны невооруженным глазом, зафиксировать их наличие несложно. Однако в большинстве случаев выявление и фиксация после пожара следов больших переходных сопротивлений является сложной задачей. При поиске следов больших переходных сопротивлений экспертам, как правило, приходится действовать интуитивно. При этом следует определить, какие из выявленных следов могут рассматриваться в качестве квалификационных признаков больших переходных сопротивлений, насколько они способны сохраняться и видоизменяться в

ходе пожара. Это приводит к тому, что на практике следы данного пожароопасного режима, как правило, не выявляются, его причастность к возникновению пожара не доказывается (в то же время большие переходные сопротивления — одна из наиболее распространенных «электротехнических» причин пожаров).

Пример. 17.12.2010 г. произошло возгорание в трехэтажном доме в г. Ялта. При проведении осмотра места происшествия в зоне максимальных термических повреждений была обнаружена керамическая часть электрической розетки с металлическими штырьками от электрической вилки, которые были оплавлены (рис. 1). При детальном осмотре другие электрические розетки и электрические вилки в зоне горения с термическими повреждениями, аналогичными описанному выше, не обнаружены.

Пример. 11.10.2010 г. произошел пожар в одноэтажном частном домовладении в г. Судак. При проведении осмотра места происшествия в зоне максимальных термических повреждений в стене был обнаружен фрагмент электрической розетки с металлическим штырьком от электрической вилки, что указывало на то, что в момент, предшествующий пожару, в розетку был включен электрический прибор (рис. 2). При детальном осмотре в других электрических розетках, находившихся вблизи зоны максимальных термических повреждений, металлические штырьки от электрических вилок не обнаружены.

Таким образом, как видно из примеров, в первом случае отчетливо видны следы локального нагрева участка электрической сети, выразившиеся в оплавлении металлических частей электрической вилки. Во втором случае признаки, характерные для больших переходных сопротивлений (оплавления металлических частей), не обнаружены.

Исследованию проблемы больших переходных сопротивлений посвящено много публикаций.

С.И. Таубкин считает большие переходные сопротивления одним из видов аварийного режима работы электрической сети, не указывая при этом, по каким признакам и какими инструментальными методами при проведении исследования можно подтвердить наличие больших переходных сопротивлений в контактном соединении [2].

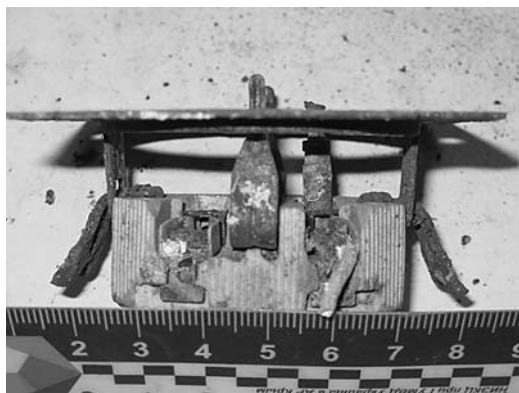


Рис. 1. Керамическая часть электрической розетки с остатками электрической вилки

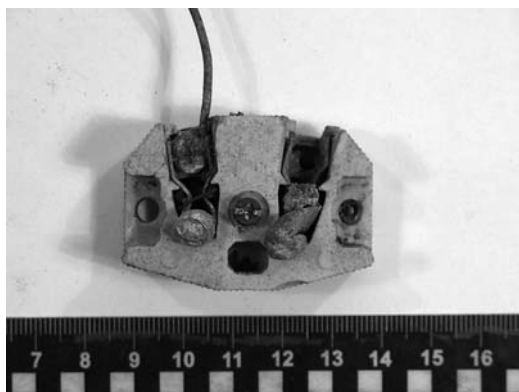


Рис. 2. Фрагмент электрической розетки с металлическим штырьком от электрической вилки

А.П. Рожков, рассматривая тепловые проявления электрического тока, связывает проблему переходного сопротивления в местах контакта электрических проводников с площадью контакта, уменьшение которой приводит к нагреву контактной группы и передаче тепла на изоляцию. При этом он не указывает на признаки, доказывающие наличие больших переходных сопротивлений в данном контакте [3].

Целью статьи является обобщение методических рекомендаций по выявлению участков электрических сетей при осмотре места происшествия, связанного с пожаром, и изложение основных признаков, подтверждающих наличие аварийного режима работы электрической сети — больших переходных сопротивлений.

Большим переходным сопротивлением или «плохим контактом» называют аварийный пожароопасный режим, возникающий при переходе электрического тока с одного проводника на другой (отсюда термин — переходное сопротивление). Большие переходные сопротивления возникают в случае излома провода при сохранении контакта жила — жила, дефектов токопроводящих шин, жил проводов и кабелей, старения электрических контактных соединений, некачественной сборки контактных узлов, что способствует возникновению длительных устойчивых тепловых режимов, приводящих к разрушению изоляции и защитных оболочек, загораниям и другим отрицательным последствиям.

Следует отметить, что пожарная опасность электрического соединения в режиме «плохого контакта» способна проявиться и при номинальных значениях электрического тока или даже при значениях тока, меньших номинального. Большие переходные сопротивления возникают, например, в случае недостаточной площади контакта между проводниками, в результате чего в месте соприкосновения происходит значительное выделение тепла (на единицу площади). Такое тепловыделение приводит к деформации контактируемых поверхностей и к еще большему уменьшению площади соприкосновения контактов. При этом происходит оплавление деталей изоляции в непосредственной близости от участка с большим переходным сопротивлением, что приводит к воспламенению пожарной нагрузки от нагретых поверхностей проводников. Кроме того, в результате потери изоляционных свойств может произойти замыкание токопроводящих жил между собой — короткое замыкание. Опасность режима больших переходных сопротивлений обусловлена тем, что при правильном выборе автоматов защиты электрической сети они не срабатывают в случае, если сопротивление в месте повреждения, ограничивая ток, все же поддерживает его на уровне, недостаточном для срабатывания автоматики.

Очень важно при осмотре места пожара изымать все электрические контактные соединения, обнаруженные в пределах очаговой зоны. Это могут быть скрутки проводов, электроустановочные изделия (выключатели, кнопки управления, электрические удлинители, штепсельные вилки, штепсельные розетки, переходные устройства, разветвления и т. д.), аппараты защиты электросети (автоматы, предохранители и т. д.), лампы и патроны. Длина отрезаемых проводников, подходящих к контактным узлам, должна быть не менее 50 мм. В случае обнаружения «скрутки» она изымается вместе с проводниками, отходящими от нее в обе стороны.

В некоторых случаях при осмотре места происшествия можно определить вероятный участок цепи с большим переходным сопротивлением на этапе

визуального осмотра, при условии, что контактирующие элементы имеют явно большие термические повреждения (непосредственно в месте их контакта), чем другие подобные элементы или подходящие к узлу провода (рис. 1).

Таким образом, в процессе осмотра места происшествия при отборе для исследования участков электрической сети с большим переходным сопротивлением необходимо обращать внимание на:

- термические повреждения электроизоляционных материалов, позволяющие предположить наличие в месте контакта значительного локального нагрева;
- признаки некачественного соединения (незакрученное резьбовое соединение, ослабленные лепестки зажимов при клеммном соединении и т. д.);
- визуально наблюдаемые каверны и неровности на контактировавших поверхностях;
- цвета побежалости и другие признаки локального нагрева.

Кроме того, отбор контактных соединений должен производиться в зоне максимальных термических повреждений — предполагаемом очаге пожара.

Исследовать места больших переходных сопротивлений можно инструментальным методом — с помощью оптической микроскопии (исследования могут проводиться при проведении пожарно-технической экспертизы).

Большие переходные сопротивления с точки зрения пожарной опасности могут быть двух видов: с искрением (искровой режим) и с локальным нагревом (безыскровый режим). Эти виды больших переходных сопротивлений могут встречаться как отдельно, так и одновременно в одной точке цепи в зависимости от внешних условий (температуры, влажности, агрессивности среды), силы тока и других факторов.

Многочисленные микроразряды оставляют на контактных поверхностях следы электроэрозии — дефекты (в виде кратеров, микрооплавлений, хребтов), характерные для больших переходных сопротивлений. Такая структура, возникающая на контактах из различных материалов (алюминия, меди, стали, латуни и др.), хорошо просматривается при исследовании поверхности с помощью растровой электронной микроскопии, а также с помощью метода оптической микроскопии с использованием компьютерного анализа изображения. Если искрения в месте контакта нет, но площадь контакта недостаточна для нормального прохождения тока, то в месте соприкосновения контактирующих проводников также происходит локальное повышение температуры, способное привести к проплавлению контактирующего участка. Следы, образующиеся при таком виде больших переходных сопротивлений, имеют следующий вид: участки проплавления расположены на большой площади, при их исследовании со значительным увеличением можно различить округлую, без граней и острых кромок структуру. Внешне такая структура напоминает волны. Ярко выраженные кратеры, впадины и микрооплавления в ней отсутствуют, так как проплавление имеет значительные геометрические размеры. Отсутствуют и впадины, характерные для режима искрения.

Для выявления признаков больших переходных сопротивлений «впадин», свидетельствующих о длительном интенсивном искрении между контактами, локальных микрооплавлений (микробрызг застывшего металла), свидетельствующих о недостаточном электрическом контакте, и других дефектов, позволяющих сделать выводы о процессах, проходивших между контактами, можно использовать

микроскоп МБС-10 (в случае отсутствия больших переходных сопротивлений на контактирующих поверхностях деталей будут видны следы их производства).

Таким образом, при осмотре места происшествия по факту пожара при отработке версии об электрическом источнике зажигания необходимо учитывать возможность наличия больших переходных сопротивлений в местах контактных соединений. При выявлении таких мест следует принять меры по установлению наличия:

- термических повреждений электроизоляционных материалов в местах контактов;
- некачественных соединений (незакрученных резьбовых соединений, ослабленных лепестков зажимов при клеммном соединении и т. д.) в местах контактов;
- визуально наблюдаемых каверн и неровностей на контактировавших поверхностях;
- признаков локального нагрева (цвета побежалости, термических повреждений, выраженных в большей степени в месте контакта — оплавления контактного соединения).

Перечисленные признаки позволяют определить места больших переходных сопротивлений, а дальнейшее их исследование в рамках проведения пожарно-технической экспертизы позволит сделать категорический вывод об источнике зажигания и, как следствие, категорически ответить на вопрос о причине пожара.

Список использованной и рекомендованной литературы

1. *Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия* / [Митричев Л.С., Колмаков А.И., Степанов Б.В. и др.]. — М. : ВНИИ МВД СССР, 1986. — 44 с.
2. *Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы* / С.И. Таубкин. — М., 1998. — 600 с.
3. *Рожков А.П. Пожарная безопасность : учеб. пособ. для студентов высших учебных заведений Украины* / А.П. Рожков. — К. : Пожінформтехніка, 1999. — 256 с.
4. *Дослідження пожеж : довід.-метод. посіб.* / [укл. С.Г. Степаненко]. — К. : Пожінформтехніка, 1999. — 224 с.