

ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОПРОВОДК

С. В. Солёный^а, канд. техн. наук, доцент

О. Я. Солёная^а, канд. техн. наук, доцент

А. П. Ковалёв^б, доктор техн. наук, профессор

Г. В. Демченко^б, канд. техн. наук, доцент

^аСанкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, РФ

^бДонецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Цель: определение особенностей возникновения источников зажигания изоляции электропроводок вследствие появления аварийных ситуаций при их эксплуатации как научная основа повышения пожарной безопасности объектов, связанных с жизнедеятельностью человека. **Результаты:** выявлено, что чаще всего короткое замыкание является следствием объединенного воздействия на низковольтную электрическую сеть разнообразных источников зажигания. Экспериментально доказано, что если монтаж внутренней электропроводки помещения выполнен не качественно, то в этих местах начнет появляться электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления. В этом случае силовое контактное соединение разогревается и может превысить допустимую эксплуатационную температуру изоляции, что может повлечь ее воспламенение. Анализ полученных усредненных экспериментальных кривых разогрева и остывания силовых контактных соединений при заданных мощностях нагрузки позволил сформировать адекватную логике работы автоматической системы мониторинга и диагностики электропроводок при наличии электрического искрения или монотонного изменения переходного сопротивления контакта, что даст возможность оценить качество монтажа и старение проводов, кабелей и силовых контактных соединений перед вводом в эксплуатацию электропроводки, чем обеспечивается ее приемлемый уровень пожарной безопасности. **Практическая значимость:** разработанная автоматическая система мониторинга и диагностики электропроводок позволяет непрерывно оценивать уровень пожарной безопасности системы электроснабжения объекта и своевременно формировать сигнал на отключение аварийной электропроводки и сигнал уровня ее пожарной опасности. Предложенная система может выступить подсистемой для обеспечения нормируемого уровня пожарной безопасности в системе «Умный дом» или Smart Grid.

Ключевые слова — электропроводка, мониторинг, диагностика, контактное соединение, электрическое искрение, переходное сопротивление, алгоритм, система, изоляция.

Введение

Актуальность проблемы обнаружения и своевременного устранения опасных с точки зрения пожарной и эксплуатационной безопасности элементов электропроводки подтверждается статистическими данными [1, 2], согласно которым ежегодно в мире происходит до 1,5 млн пожаров в объектах, связанных с жизнедеятельностью человека. При этом около 30 % из них обусловлены аварийными проявлениями электрического тока в электропроводке. Выделяют ряд основных аварийных режимов работы электропроводки [3, 4]: короткое замыкание — 80 %; электрическое искрение, нагрев или монотонное изменение переходного сопротивления контактов — 11 % (проявляется вследствие динамических воздействий тока); перегрузки — 3,5 %; утечки тока на землю — 1,6 %; перенапряжения — 2,5 %; другие, трудно классифицируемые причины — 1,4 % (возгорание пыли, осевшей на изоляции и элементах конструкции электропроводки). Итак, аварийное событие в виде короткого замыкания носит преобладающий характер. Однако это справедливо

не во всех случаях. Если под коротким замыканием понимать электрическое соединение двух точек электрической цепи с различными значениями потенциала, которое не предусмотрено ее конструкцией, с последующим нарушением функциональности, то это весьма маловероятное событие в номинальном режиме эксплуатации электропроводки. Поскольку почти все электропроводки являются изолированными, то для появления в них коротких замыканий необходимо предварительное разрушение изоляции, которое может быть обусловлено воздействием вышеперечисленных причин. В работах [5–8] показано, что до 70 % из них составляет искрение и нагрев контактов.

Поскольку любая электропроводка есть совокупность проводов и кабелей, соединенных между собой с помощью различных типов контактов, то при ее монтаже всегда есть вероятность случайного повреждения изоляции, некачественной сборки контактов и др. Следовательно, изначальное качество монтажа электропроводки является залогом ее будущей эксплуатационной и пожарной безопасности.

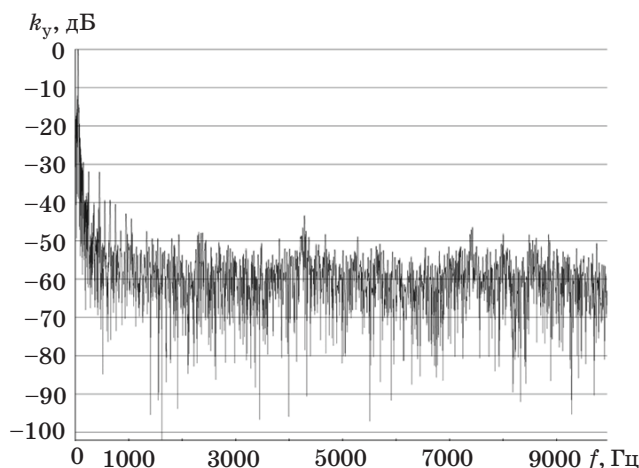
В настоящее время приемо-сдаточные испытания электропроводки должны соответствовать нормам испытаний, изложенным в Правилах устройства электроустановок [9], согласно которым провода и кабели, распределительные устройства, щиты и токопроводы напряжением до 1 кВ от распределительных пунктов до электроприемников испытываются только на измерение сопротивления изоляции. Известен анализатор сопротивления электропроводки [10, 11], разработанный с этой целью. Но детальный анализ этого устройства показал ряд недостатков, которые ограничивают его функциональность в реальных условиях эксплуатации.

Получается, что ни в действующих Правилах устройства электроустановок, ни в перспективных разработках не заложены адекватные способы и средства для мониторинга и диагностики электропроводок на предмет качества монтажа, старения или проведения приемо-сдаточных испытаний.

Принцип обнаружения электрического искрения и нагрева контактов

В основе функционирования разработанной автоматической системы мониторинга и диагностики электропроводок лежит следующий принцип: любое электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления контактов сопровождается не только нагревом, но и появлением в рабочем токе нагрузки, подключенной к электропроводке частотой 50 Гц, высокочастотных гармонических составляющих (рис. 1) частотой от 500 Гц и выше [5].

Таким образом, зная длительность существования высокочастотных гармонических состав-

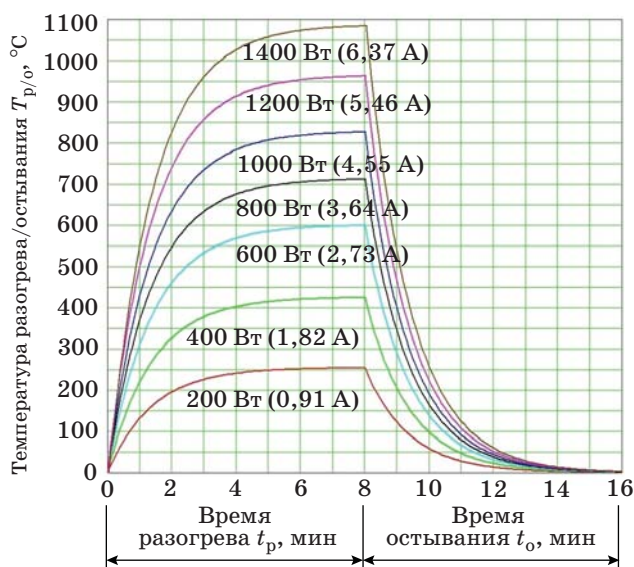


■ **Рис. 1.** Спектральные плотности сигнала частотой 50 Гц с высокочастотными гармоническими составляющими частотой от 500 Гц и выше

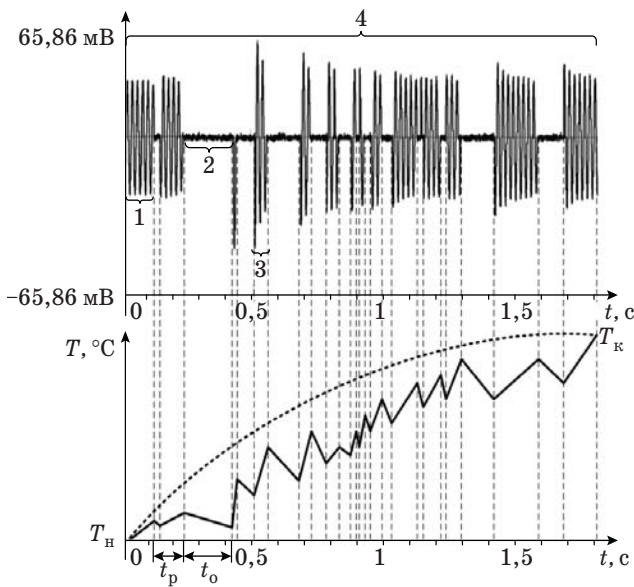
ляющих (разогрев контакта) и длительность пауз между ними (остывание контакта), можно определить степень нагрева контактного соединения, используя усредненные экспериментальные кривые разогрева и остывания контакта при заданных мощностях нагрузки [7] (рис. 2). Это позволит сформировать сигналы, соответствующие уровням пожарной опасности существующей или вводимой в эксплуатацию электропроводки.

Также необходимо отметить, что при электрическом искрении переходное сопротивление контакта ($R_{п.к}$) изменяется случайным образом от практически полного нулевого значения (наилучший контакт) до бесконечности (нет контакта). В этих двух противоположных режимах происходит остывание контакта, но при наилучшем контакте соединение максимально может остыть до температуры, обусловленной протекающим номинальным током нагрузки, а максимально разогреваться — при дугообразовании (размыкании и замыкании контакта).

С помощью цифрового осциллографа — измерительного регистрирующего многоканального прибора «РЕКОН-08МС» с согласующим устройством (шунт СУ 10/50) — было произведено снятие осциллограмм тока нагрузки мощностью 100 Вт при электрическом искрении или монотонном изменении переходного сопротивления контакта. Для обработки сигналов использовалось специализированное программное обеспечение — программа поддержки регистрирующих архиваторов WinRec-МС версия 2.8.3.0. На рис. 3 представлена осциллограмма тока нагрузки мощностью 100 Вт при электрическом ис-



■ **Рис. 2.** Усредненные экспериментальные кривые разогрева и остывания контакта при заданных мощностях нагрузки



■ **Рис. 3.** Осциллограмма тока нагрузки мощностью 100 Вт при электрическом искрении или монотонном изменении переходного сопротивления контакта и схематичный график его разогрева/остывания

крению или монотонном изменении переходного сопротивления контакта, через который она подключена к электропроводке: 1 — участок наилучшего контакта ($R_{п.к} \approx 0$, через нагрузку протекает номинальный ток); 2 — участок отсутствия контакта ($R_{п.к} \approx \infty$, через нагрузку не протекает ток); 3 — участок возобновления протекания тока через нагрузку, сопровождающегося переходным процессом (с возрастанием тока больше номинального, что обусловлено индуктивным и емкостным характером нагрузки); 4 — участок электрического искрения или монотонного изменения переходного сопротивления контакта.

Как видно из рис. 3, разогрев и охлаждение контакта подобны нагреву и охлаждению электрических аппаратов в повторно-кратковременном режиме работы [12, 13]. Данный режим характеризуется продолжительностью включения электрического аппарата, в нашем случае назовем ее продолжительностью искрения контакта:

$$PI_{к} = \frac{t_p}{t_p + t_o} \cdot 100\%, \quad (1)$$

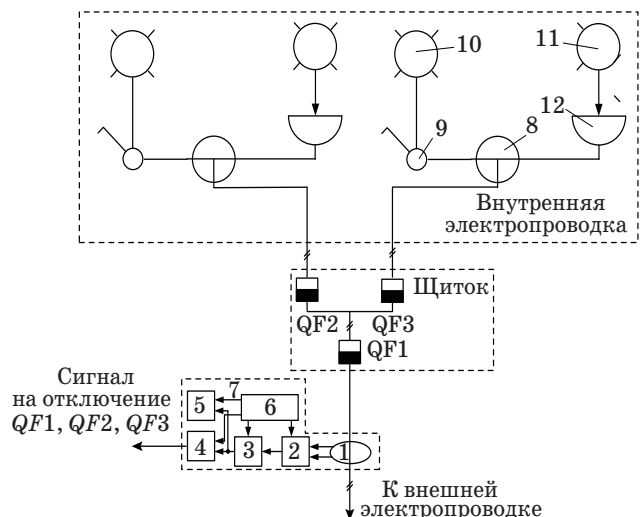
где t_p — время разогрева контакта (при электрическом искрении или монотонном изменении переходного сопротивления, а также при $R_{п.к} \approx 0$); t_o — время охлаждения контакта (при $R_{п.к} \approx \infty$, а также при $R_{п.к} \approx 0$ в случае, если участок 3 сместится участком 1).

Таким образом, при возникновении электрического искрения или монотонного изменения переходного сопротивления силовое контактное соединение начинает разогреваться от начальной

температуры T_n (допустимой эксплуатационной температуры изоляции, зависящей от ее класса), до конечной температуры T_k , которая в некоторых случаях может быть выше допустимой эксплуатационной температуры изоляции, т. е. стать температурой ее воспламенения.

Формирование логики работы системы

Автоматическая система мониторинга и диагностики электропроводок (рис. 4) работает следующим образом [14–19]. Для начала диагностирования внутренней электропроводки необходимо отключить от внешней при помощи автоматического выключателя $QF1$, а автоматические выключатели $QF2$ и $QF3$ остаются включенными. К осветительной части внутренней электропроводки, которая состоит из монтажной коробки 8 и выключателя нагрузки 9, подключаются лампы накаливания 10 ($\cos \varphi = 1$ и $P_n = 100$ Вт) по количеству электрических патронов. К розеточной части внутренней электропроводки, состоящей из монтажной коробки 8 и электрической розетки 12, подключаются активные нагрузки 11 ($\cos \varphi = 1$ и $P_n = 100$ Вт (можно использовать лампы накаливания)) по количеству электрических розеток. При наличии других разновидностей электропроводок (отопительной, водонагревательной и др.) к ним подключаются также активные нагрузки по количеству мест электрических патронов и розеток. На фазный проводник одевается датчик тока нагрузки 1 автоматической системы мониторинга и диагностики электропроводок 7. После выполнения вышеуказанных операций включают автоматический выключатель $QF1$, и внутренняя электропроводка готова к диагностированию.



■ **Рис. 4.** Блок-схема способа мониторинга и диагностики электропроводок при помощи автоматической системы

Если монтаж внутренней электропроводки (проводов, кабелей и контактов) выполнен не качественно (имеет место механическое повреждение проводов и кабелей, есть ослабленные или дефектные контакты), то в этих местах начнет появляться электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления — электрические коммутации (см. рис. 1, 3).

Сигнал (см. рис. 1, 3) снимается с помощью датчика тока нагрузки 1. Далее сигнал подается на блок выделения высокочастотных гармонических составляющих 2. В блоке 2 происходит первичное усиление, высокочастотная фильтрация, вторичное усиление, автоматическая отстройка от периодических и стохастических помех, обусловленных работой электрооборудования, и детектирование полученного сигнала.

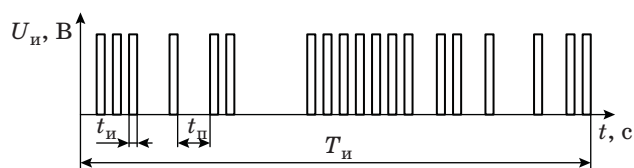
Сигнал после детектора имеет вид, представленный на рис. 5. Он состоит из случайного количества импульсов, имеющих одинаковую амплитуду ($U_{и}$ соответствует логической единице и зависит от напряжения питания системы — блок 6) и длительность ($t_{и}$ — время существования импульса). При этом длительность между импульсами ($t_{п}$ — время паузы между импульсами) разная, поскольку электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления контакта носит случайный характер (см. рис. 3).

С блока 2 сигнал поступает в блок формирования сигналов пожарной опасности внутренней электропроводки 3, в который заложена следующая логика работы. Блок 2 производит интеграцию всех импульсов за время измерения ($T_{и}$). Также это время можно назвать временем диагностики. Величина $T_{и}$ зависит от постоянной времени контакта τ , которая является функцией от массы контакта $m_{к}$:

$$\tau \sim f(m_{к}). \quad (2)$$

Анализ кривых, представленных на рис. 2, показывает, что $T_{и} \approx (5 \div 8)\tau$ (так как за время τ контакт при непрерывном электрическом искрении или монотонном изменении переходного сопротивления разогреется на 63 %), что соответствует расчетным значениям τ согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [20].

Следовательно, если за время диагностики $T_{и}$ время паузы между импульсами $t_{п} = 0$, то такой



■ Рис. 5. Сигнал после детектирования в блоке 2

сигнал имеет скважность $Q = 1$ (максимальный уровень пожарной опасности внутренней электропроводки), но если за время диагностики $T_{и}$ время паузы между импульсами $t_{п} \neq 0$, то среднюю скважность ($Q_{ср}$) такого сигнала (см. рис. 5) можно определить с помощью формулы

$$Q_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{и}}{T_{и}}, \quad (3)$$

где n — количество импульсов за время $T_{и}$.

Это значение показывает уровень пожарной опасности внутренней электропроводки.

Для реализации такой логики работы блока 2 необходимо принять следующие допущения:

1) во внутренней электропроводке, которая эксплуатируется в реальных условиях, амплитуда импульсов (см. рис. 5) может быть разной, что обусловлено различной мощностью и характером нагрузок (активная, активно-индуктивная, активно-емкостная и др.). Поэтому способ мониторинга и диагностики электропроводок при помощи автоматической системы предполагает подключение заранее оговоренных активных нагрузок ($\cos\varphi = 1$ и $P_{н} = 100$ Вт), что позволит детектировать сигнал с одинаковой амплитудой импульсов;

2) детектирование сигнала в блоке 2 (см. рис. 4) является однополярным и учитывает только положительные полуволны синусоиды тока нагрузки, поэтому данный сигнал необходимо увеличить (усилить) в 2 раза для учета энергии отрицательных полуволн, т. е. уменьшить $Q_{ср}$ в 2 раза;

3) адекватность работы устройства логически реализуется при условии наличия одного места электрического искрения или монотонного изменения переходного сопротивления контакта, а при наличии двух и более одновременных аварийных мест необходимо учитывать параллельное наложение сигналов от разных источников иницирования высокочастотных гармонических составляющих.

Исходя из вышеизложенного, в блок 2 закладывается 5 уровней пожарной опасности внутренней электропроводки. Характеристики уровней для общей нагрузки $P_{н} = 1400$ Вт:

— 1-й уровень — электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления в контакте отсутствует (нет необходимости в техническом осмотре внутренней электропроводки);

— 2-й уровень — электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления в контакте существует 5 с с паузой ($t_{п}$), позволяющей полностью отводить выделяемое тепло в окружающую среду (необходим технический

осмотр внутренней электропроводки и устранение неисправности в течение недели);

— 3-й уровень — электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления в контакте существует 10 с с паузой ($t_{п}$), не позволяющей полностью отводить выделяемое тепло в окружающую среду (необходим технический осмотр внутренней электропроводки и устранение неисправности в течение суток);

— 4-й уровень — электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления в контакте существует 15 с с паузой ($t_{п}$), не позволяющей отводить выделяемое тепло в окружающую среду (необходим технический осмотр внутренней электропроводки и устранение неисправности в течение 12 ч);

— 5-й уровень — электрическое искрение или монотонное изменение переходного сопротивления в контакте существует 20 с без пауз ($t_{п}$), позволяющих отводить выделяемое тепло в окружающую среду (необходимо немедленное отключение внутренней электропроводки помещения до устранения неисправности). В этом случае система может формировать сигналы на отключение автоматических выключателей $QF1-QF3$, которые подаются на дополнительные расцепители (на рис. 4 не показано).

Далее сформированный в блоке 3 сигнал пожарной опасности внутренней электропроводки отображается в блоке цифровой индикации уровней пожарной опасности 4, в который входит жидкостно-кристаллический экран для отображения уровней пожарной опасности внутренней электропроводки. А начиная с 3-го уровня (высокий уровень) включается блок звуковой индикации уровней пожарной опасности 5 и происходит звуковой сигнал.

Вся автоматическая система мониторинга и диагностики электропроводок 7 питается от блока питания 6, которым является портативный литий-ионный аккумулятор с возможностью перезарядки. В случае постоянного использования

системы на одном объекте его питание можно осуществить стационарно.

Для определения аварийного места во внутренней электропроводке необходимо последовательно и планомерно отключать активные нагрузки 10 и 11. Если после отключения одной из активных нагрузок уровень пожарной опасности снизится или станет допустимым, то этот участок внутренней электропроводки необходимо подвергнуть профилактическому осмотру на предмет механического повреждения проводов и кабелей, а также дефектных или состарившихся контактов.

Если монтаж проводов, кабелей и контактов выполнен качественно, то автоматическая система 7 покажет уровень 1 (низкий уровень) пожарной опасности. Такую электропроводку можно эксплуатировать после измерения сопротивления ее изоляции согласно правилам устройства электроустановок [9].

Заключение

Предложенный алгоритм функционирования автоматической системы мониторинга и диагностики электропроводок позволяет оценить качество монтажа и старение проводов, кабелей и силовых контактных соединений, чем обеспечивается приемлемый уровень ($1 \cdot 10^{-6}$, [20]) пожарной безопасности электропроводки перед вводом ее в эксплуатацию. Кроме того, исключается в будущем возможность формирования источников зажигания изоляционных и других горючих материалов (пыли и др.) вследствие появления электрического искрения или монотонного изменения переходного сопротивления в электропроводке. Данный способ мониторинга и диагностики не требует больших затрат человеко-часов и может быть выполнен одним монтажником, что способствует снижению его себестоимости и обуславливает экономическую эффективность при его использовании в реально эксплуатируемых системах электроснабжения.

Литература

1. CTIF, International Association of Fire and Rescue Service. http://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report19_world_fire_statistics_2014.pdf (дата обращения: 01.12.2014).
2. **Официальный** сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. http://www.mchs.gov.ru/stats/Pozhari/2014_god/Svedenija_o_pozharah_i_ih_posledstvijah (дата обращения: 11.12.2014).
3. **Смелков Г. И.** Пожарная безопасность электропроводок. — М.: Кабель, 2009. — 328 с.

4. **Смелков Г. И.** Требования пожарной безопасности к электропроводкам в свете нового Федерального закона № 123-ФЗ // Системы безопасности. 2009. № 5(89). С. 86–87.
5. **Соленый С. В.** Повышение пожарной безопасности объектов с наличием электросетей переменного тока напряжением до 1 кВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук/УкрНИИПБ. — Киев, 2011. — 20 с.
6. **Ковалёв А. П., Соленый С. В., Демченко Г. В., Рудык Ю. И.** О проблемах возгорания изоляции в сетях 0,4 кВ объектов жилого сектора // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. Харьковской национальной академии городского хозяйства. Сер. Технические науки и архитектура. 2010. Вып. 95. С. 373–379.

7. Солёная О. Я. Прогнозирование, мониторинг и предупреждение появления источников зажигания горючего материала в электрифицированных помещениях: автореф. дис. ... канд. техн. наук / ДонНТУ. — Донецк, 2014. — 22 с.
8. Ковалёв А. П., Солёный С. В. Разработка рекомендаций по повышению пожарной безопасности сетей 380–220 В жилых квартир // Сборник научных трудов ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет». Сер. Электротехника и энергетика. 2007. Вып. 7(128). С. 229–232.
9. Правила устройства электроустановок. — М.: КноРус, 2014. — 488 с.
10. Пат. на изобретение 80325 Украина, МПК(206) G01R 27/02, G01R 31/08. Анализатор сопротивления двухпроводных электрических сетей до 1000 В / В. И. Гудым, Ю. И. Рудык, П. Г. Столярчук, В. М. Ванько. — № а200508664; заявл. 12.09.05; опубл. 10.09.07, Бюл. № 14. — 8 с.
11. Рудык Ю. И. Усовершенствование нормативной базы по обеспечению качества электросетей низкого напряжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / ЛГУ БЖД. — Львов, 2007. — 20 с.
12. Казаков В. А. Электрические аппараты: учеб. пособие для вузов. — М.: РадиоСофт, 2010. — 372 с.
13. Алиев И. И., Абрамов М. Б. Электрические аппараты: справочник. — М.: РадиоСофт, 2010. — 256 с.
14. Пат. на изобретение 101560 Украина, МПК (2013.01) H02H 3/16 (2006.01), G08B 17/00, G08B 17/06 (2006.01). Способ диагностики низковольтной электрической сети и устройство для его реализации / О. Я. Солёная, А. П. Ковалёв, И. П. Заболотный, Г. В. Демченко, Ю. И. Рудык, Ю. А. Беннис. — № а201112756; заявл. 31.10.11; опубл. 10.04.13, Бюл. № 7. — 8 с.
15. Пат. на полезную модель № 70014 Украина, МПК(2006.01) H02H 3/16. Способ диагностики низковольтной электрической сети / О. Я. Солёная, А. П. Ковалёв, Ю. А. Беннис. — № u201112967; заявл. 04.11.11; опубл. 25.05.12, Бюл. № 10. — 5 с.
16. Пат. на полезную модель № 30720 Украина, МПК(2006) H02H 3/16. Устройство для защитного отключения электрической сети / С. В. Солёный, А. П. Ковалёв, О. Я. Солёная. — № u200712197; заявл. 05.11.07; опубл. 11.03.08, Бюл. № 5. — 5 с.
17. Пат. на полезную модель № 59344 Украина, МПК(2011.01) H02H 3/16. Устройство искрозащиты электрических сетей объектов, связанных с жизнедеятельностью человека / С. В. Солёный, А. П. Ковалёв, И. В. Белоусенко, М. С. Ершов, Г. В. Демченко, А. А. Васин. — № u201012991; заявл. 01.11.10; опубл. 10.05.11, Бюл. № 9. — 6 с.
18. Пат. на полезную модель № 48914 Украина, МПК(2009) H02H 3/16. Устройство для защитного отключения электрической сети / С. В. Солёный, А. П. Ковалёв, Г. В. Демченко, М. А. Нагорный. — № u200910559; заявл. 19.10.09; опубл. 12.04.10, Бюл. № 7. — 5 с.
19. Пат. на промышленный образец 21688 Украина, МКПЗ 13-03. Устройство защитного отключения электрической сети / С. В. Солёный, А. П. Ковалёв, Г. В. Демченко, И. В. Белоусенко, М. С. Ершов. — № s201001444; заявл. 08.11.10; опубл. 11.04.11, Бюл. № 7. — 10 с.
20. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. — М.: Изд-во стандартов, 1992. — 77 с.

UDC 614.841.332

doi:10.15217/issn1684-8853.2015.2.30

Algorithms for an Automatic System of Electrical Wiring Monitoring and DiagnosticsSolyonyj S. V.^a, PhD, Tech., Associate Professor, ssv555sv@yandex.ruSolénaya O. Ya.^a, PhD, Tech., Associate Professor, osolenaya@list.ruKovalev A. P.^b, Dr. Sc., Tech., Professor, kovalev_alex@ukr.netDemchenko G. V.^b, PhD, Tech., Associate Professor, gv_demchenko@yandex.ru^aSaint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67, B. Morskaja St., 190000, Saint-Petersburg, Russian Federation^bDonetsk National Technical University, 58, Artema St., 83001, Donetsk, Ukraine

Purpose: Studying the sources of electrical wiring insulation ignition in emergency as a scientific basis for improving the fire safety of objects associated with human activity. **Results:** Most often, short circuit is caused by a combined impact of various ignition sources upon a low-voltage electrical network. Experiments show that when internal electrical wiring is laid out badly, it will suffer from electrical sparking or from monotonous change of the transition resistance. A power contact connection can overheat, exceeding the upper limit of the operational temperature of the isolation and causing its ignition. Average experimental curves were analysed for heating and cooling of power contact connections with given load power values. This helped to build adequate logics for an automated system of monitoring/diagnostics of electrical wiring with sparks or monotonous change of the contact transition resistance. Such a system will allow you to evaluate the quality of wiring and the wear of wires, cables and power contact connections before the wiring is put into operation, providing an acceptable level of its fire safety. **Practical relevance:** The developed automated system of electrical wiring monitoring/diagnostics will allow you to continuously assess the fire safety of a power supply system, promptly generating an emergency signal to disable the wiring and a fire hazard level signal. The proposed system can also act as a subsystem to ensure the necessary level of fire safety in Smart house or Smart Grid systems.

Keywords — Wiring, Monitoring, Diagnostics, Contact Connection, Electrical Sparking, Transition Resistance, Algorithm, System, Insulation.

References

1. CTIF, *International Association of Fire and Rescue Service*. Available at: http://www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report19_world_fire_statistics_2014.pdf (accessed 01 December 2014).
2. *Ofitsial'nyi sait Ministerstva Rossiiskoi Federatsii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychainym situatsiam i likvidatsii posledstviu stikhiinykh bedstvii* [The Official Website of the Ministry for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters]. Available at: http://www.mchs.gov.ru/stats/Pozhari/2014_god/Svedeniya_o_pozharah_i_ih_posledstvijah (accessed 11 December 2014).
3. Smelkov G. I. *Pozharnaia bezopasnost' elektroprovodok* [Fire Safety Wirings]. Moscow, Kabel' Publ., 2009. 328 p. (In Russian).
4. Smelkov G. I. The Fire Safety Requirements for Electrical Wiring in the Light of the New Federal Law № 123-F3. *Sistemy bezopasnosti*, 2009, vol. 89, no. 5, pp. 86–87 (In Russian).
5. Solyonyj S. V. *Povyshenie pozharnoi bezopasnosti ob'ektov s nalichiem elektrosetei peremennogo toka napriazheniem do 1 kV*. Dis. kand. tehn. nauk [Increase of Fire Safety of Objects with Presence of Electric Systems of an Alternating Current by a Voltage up to 1 kV. PhD tech. sci. diss.]. Kiev, UkrNIIPB Publ., 2011. 20 p. (In Russian).
6. Kovalev A. P., Solyonyj S. V., Demchenko G. V., Rudik Yu. I. About the Problems of Fire Insulation in 0,4 kV Networks of Objects of Inhabited Sector. *Kommunal'noe khoziaistvo gorodov. Nauchno-tehnicheskii sbornik Khar'kovskoi natsional'noi akademii gorodskogo khoziaistva. Ser. Tekhnicheskie nauki i arkhitektura*, 2010, vol. 95, pp. 373–379. (In Russian).
7. Solenaya O. Ya. *Prognozirovanie, monitoring i preduprezhdenie pojava istochnikov zashchiganiia goriuchego materiala v elektrifitsirovannykh pomeshcheniiakh*. Dis. kand. tehn. nauk [Forecasting, Monitoring and the Prevention of Ignition Sources Combustible Material in the Electrified Premises. PhD tech. sci. diss.]. Donetsk, DonNTU Publ., 2014. 22 p. (In Russian).
8. Kovalev A. P., Solyonyj S. V. Development of Recommendations to Increase Fire Safety Networks 380–220 V in Inhabited Apartments. *Sbornik nauchnykh trudov GVUZ «Donetskii natsional'nyi tekhnicheskii universitet»*. Ser. *Elektrotehnika i energetika*, 2007, vol. 128, no. 7, pp. 229–232. (In Russian).
9. *Pravila ustroistva elektroustanovok* [Rules of Electric Plant]. Moscow, Knorus Publ., 2014. 488 p. (In Russian).
10. Gudym V. I., et al. *Analizator soprotivleniia dvukhprovodnykh elektricheskikh setei do 1000 V* [Analyzer Resistance-Wire Electrical Networks up to 1000 V]. Patent Ukraine, no. 80325, 2014.
11. Rudik Yu. I. *Usovershenstvovanie normativnoi bazy po obespecheniiu kachestva elektrosetei nizkogo napriazheniia*. Dis. kand. tehn. nauk [Improvement of Normative Framework to Provide Quality of Low Voltage Electricity Network. PhD tech. sci. diss.]. Lvov, LGU BGD Publ., 2007. 20 p. (In Russian).
12. Kazakov V. A. *Elektricheskie apparaty* [Electric Devices]. Moscow, RadioSoft Publ., 2010. 372 p. (In Russian).
13. Aliev I. I., Abramov M. B. *Elektricheskie apparaty* [Electric Equipment]. Moscow, RadioSoft Publ., 2010. 256 p. (In Russian).
14. Solenaya O. Ya., et al. *Sposob diagnostiki nizkovol'noi elektricheskoi seti i ustroistvo dlia ego realizatsii* [A Method of Diagnosing the Low-Voltage Electrical Network and the Device for its Realization]. Patent Ukraine, no. 101560, 2013.
15. Solenaya O. Ya., et al. *Sposob diagnostiki nizkovol'noi elektricheskoi seti* [A Method of Diagnosing the Low-Voltage Electrical Network]. Patent Ukraine, no. 70014, 2012.
16. Solyonyj S. V., et al. *Ustroistvo dlia zashchitnogo otkliucheniia elektricheskoi seti* [The Device for Protective Cutout of Electrical Network]. Patent Ukraine, no. 30720, 2008.
17. Solyonyj S. V., et al. *Ustroistvo iskrozashchity elektricheskikh setei ob'ektov, svyazannykh s zhiznedeiatel'nost'iu cheloveka* [Spark Protection Device of Electric Networks Objects Associated with Human Activity]. Patent Ukraine, no. 59344, 2011.
18. Solyonyj S. V., et al. *Ustroistvo dlia zashchitnogo otkliucheniia elektricheskoi seti* [The Device for Protective Cutout of Electrical Network]. Patent Ukraine, no. 48914, 2010.
19. Solyonyj S. V., et al. *Ustroistvo zashchitnogo otkliucheniia elektricheskoi seti* [Protective Cutout Device Electrical Network]. Patent Ukraine, no. 21688, 2011.
20. State Standard 12.1.004-91. Fire safety. General requirements. Moscow, Standartov Publ., 1992. 77 p. (In Russian).

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

Научная электронная библиотека (НЭБ) продолжает работу по реализации проекта SCIENCE INDEX. После того как Вы регистрируетесь на сайте НЭБ (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>), будет создана Ваша личная страничка, содержание которой составят не только Ваши персональные данные, но и перечень всех Ваших печатных трудов, имеющих в базе данных НЭБ, включая диссертации, патенты и тезисы к конференциям, а также сравнительные индексы цитирования: РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), h (индекс Хирша) от Web of Science и h от Scopus. После создания базового варианта Вашей персональной страницы Вы получите код доступа, который позволит Вам редактировать информацию, помогая создавать максимально объективную картину Вашей научной активности и цитирования Ваших трудов.