

припоев хранятся в памяти микроконтроллера которые могут быть переданы по USB на компьютер для обработки полученных данных. Термопара типа ХК присоединяется к контактной площадке контрольного образца припоем с более высокой температурой плавления, чем температура пайки электронного модуля.

Исследованы термопрофили ИК пайки SMD компонентов при мощности нижнего нагрева 1000 Вт с применением ИК нагревателей в ближней ИК области (0,7–1,5 мкм) – галогенная ИК лампа накаливания КГМ 30/300 и в средней области (2–10 мкм) – керамический ИК нагреватель Elstein SHTS/4.

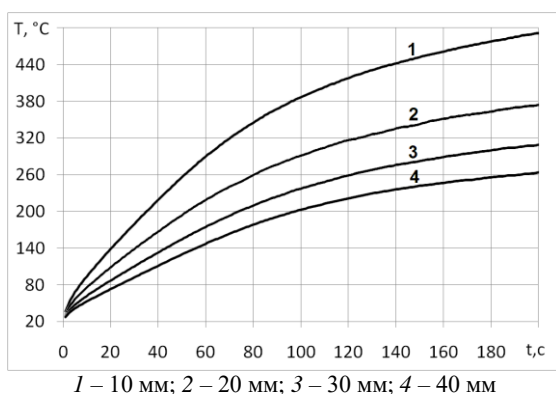


Рисунок 4 – Температурно-временные зависимости: для керамического ИК нагревателя при расстояниях до платы

С помощью компьютера получены термопрофили процесса пайки для различных режимов процесса пайки бессвинцовыми припоями (рисунок 4). Установлено, что с применением инфракрасной активации и мощности нагрева электронных компонентов 350 Вт процесс пайки стабилизируется, что обеспечивает равномерный и необходимый прогрев, при этом рост температуры составил 5 % (10 °C) по сравнению с пайкой без токовой активации, что эквивалентно увеличению мощности с 35 до 50 Вт.

Исследование температурных полей галогенной лампы накаливания свидетельствует о высокой неравномерности процесса, когда максимальная скорость нагрева 20–22 °C/с достигается на расстоянии 4–7 мм от центра исследуемого печатного модуля. Керамического ИК нагреватель показал в среднем одинаковую скорость нагрева на уровне 3–4 °C/с на расстоянии 25 мм от центра, но при этом скорость нагрева снизилась в 5–7 раз в сравнении с галогенной ИК лампой.

Литература

1. Ланин, В.Л. Электромонтажные соединения в электронике: технология, оборудование, контроль качества / В.Л. Ланин, В.А. Емельянов. – Минск: Интегралполиграф, 2013. – 406 с.
2. Ланин, В.Л. Применение инфракрасного нагрева для монтажа и демонтажа поверхностно монтируемых компонентов / В.Л. Ланин, А.И. Лаппо, Т.Э. Лавор // Технологии в электронной промышленности, 2015. – № 3. – С. 60–62.

УДК 53.082.74

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Мисюкевич Н.С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Среди технических причин возникновения пожаров тепловое проявление электрического тока наиболее опасно. Большинство пожаров возникает при загорании изоляции электрических проводников. Принято указывать, что пожар произошел при коротком замыкании электрической проводки. Процесс же может развиваться постепенно: при протекании сверхтока в результате перегрузки происходит размягчение (плавление) изоляции, изменяются ее геометрические размеры, и она перестает осуществлять надежную диэлектрическую изоляцию жил электропроводника; в месте нагрева выделяются продукты пиролиза; образуется паразитная электрическая цепь между жилами; происходит закорачивание жил с тепловым импульсом, который воспламеняет продукты пиролиза и рядом расположенные горючие вещества и материалы.

Для предотвращения пожароопасного проявления электрического тока электрические сети

защищают используя аппараты защиты. Основной характеристикой аппаратов защиты является их токовременная характеристика (ТВХ), которая показывает время отключения аппаратом защиты электрической сети в зависимости от значения кратности сверхтока. Для кабельных изделий (кабелей, проводов, шнуров) также может быть определена ТВХ. Своевременно отключение будет обеспечиваться, если будет предотвращаться нагрев изоляции до пожароопасных значений, т. е. температуры размягчения (плавления) изоляции (рис. 1).

На рис. 1 продемонстрированы различные области взаимного расположения ТВХ аппаратов защиты и кабельных изделий. Если ТВХ аппарата защиты (линия 1) располагается левее ТВХ кабельного изделия (линия 2), то при значениях сверхтока, соответствующих данной области взаиморасположения ТВХ, аппарат защиты обеспечит пожаробезопасность изоляции при

протекании сверхтока. Если ТВХ аппарата защиты (линия 1) располагается правее ТВХ кабельного изделия (линия 2), то при значениях сверхтока, соответствующих данной области взаиморасположения ВТХ, аппарат защиты не обеспечит пожаробезопасность изоляции при протекании сверхтока.

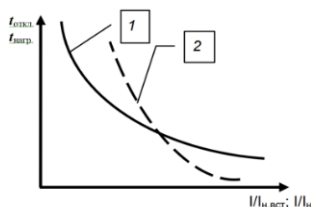


Рисунок 1 – Токовременная характеристика:
1 – ТВХ аппарата защиты; 2 – ТВХ кабельного изделия; $t_{откл.}$ – время отключения аппарата защиты; $t_{нагр.}$ – время нагрева изоляции; $I/I_{н.вст.}$ – кратность сверхтока для отключения аппарата защиты; I/I_n – кратность сверхтока при нагреве изоляции

ТКП 121-2008 [1] рекомендовано для проверки правильности выбора аппарата защиты, надежности и эффективности защиты провода (кабеля) от аварийных режимов сопоставить ТВХ защитную характеристику аппарата защиты с токовременной тепловой характеристикой кабеля (провода).

ТВХ аппаратов защиты дается в технической документации производителей и представляет область, заключенную между двумя линиями для серии аппаратов определенной марки. Данная область представляет множество значений ТВХ, которым соответствует любой аппарат защиты этой серии в зависимости от особенностей производства и изменении свойств в процессе эксплуатации. ТВХ конкретного аппарата может определяться путем испытаний. ТВХ кабельных изделий отсутствует в технической документации производителей.

Применяемая методика выбора проводников по условиям нагрева не учитывает толщину изоляции, которая существенно сказывается на условиях теплопереноса от жилы в окружающую среду при протекании сверхтока.

Исследования, проведенные в рамках Государственной научно-технической программы «Защита от чрезвычайных ситуаций» по заданию «Исследовать пожарную опасность электрических проводок и обосновать пути ее снижения» показали, что выбранные по существующим методикам проводники и аппараты защиты могут не обеспечивать предотвращение воспламенения изоляции при протекании сверхтока.

Исследованные аппараты защиты эффективно защищают от воспламенения изоляцию исследованных проводников при кратности сверхтока до 1,6. При более высокой кратности сверхтока не все аппараты защиты обеспечат отключение

сети до пожароопасного нагрева изоляции проводников.

Метод сравнения ТВХ может быть применен к определенной серии аппаратов. Следует учитывать, что для оценки пожаробезопасности необходимо рассматривать правую границу области ТВХ аппаратов защиты. Нахождение ТВХ кабельных изделий внутри области ТВХ аппаратов защиты свидетельствует о вероятностном характере возможной защиты и значение неопределенности не может быть установлено теоретически.

На рисунке 2 приведены совмещенные ТВХ аппаратов защиты и кабельных изделий.

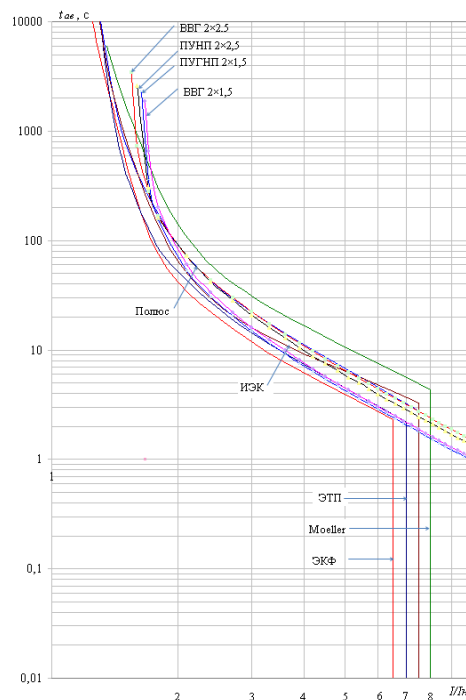


Рисунок 2 – Совмещенные ТВХ кабельных изделий и автоматических выключателей на 25 А (тип С) Аппараты защиты: Полмос, ИЭК, ЭТП, Moeller, ЭКФ. Кабели: ВВГ 2×2,5; ПУНП 2×2,5; ПУГНП 2×1,5; ВВГ 2×1,5

Аппаратура защиты электрических сетей может проверяться на согласованность по ТВХ с проводниками для обеспечения условия пожаробезопасности их эксплуатации, как путем экспериментального определения ТВХ кабельной продукции, так и путем их теоретического расчета. Для теоретического расчета может использоваться динамика теплового проявления электрического тока [2]: «Для замкнутой тепловой системы скорость роста температуры v при протекании электрического тока зависит от материала проводника и является величиной прямо пропорциональной квадрату плотности тока δ ».

$$v = K_n \cdot \delta^2 \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности K_n образуется величинами характеризующими физические свойства материала проводника: ρ – удельное

электрическое сопротивление; c – удельная теплоемкость; r – плотность.

$$K_n = \frac{\rho}{c \cdot r}. \quad (2)$$

Для определения ТВХ кабельных изделий решается система уравнений, определяющих процесс теплопереноса от проводника в окружающую среду.

Безопасность электрических сетей может быть обеспечена или за счет их отключения аппаратами защиты до выхода проводников на пожароопасный режим, или за счет уменьшения токовой нагрузки системами автоматического регулирования.

УДК 004.942

СИНТЕЗ ДИСКРИМИНАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ПОМЕХ

Артемьев В.М., Наумов А.О.

*Институт прикладной физики НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

Введение. Основной тенденцией развития радиолокации является переход к многоканальным РЛС, что позволяет повысить объем и качество получаемой информации. Одним из путей реализации этой тенденции являются многолучевые РЛС [1], которые можно разделить на две группы: с разнесенными и совмещенными лучами. В первом случае лучи разнесены на угловые расстояния порядка их ширины, сформирована веерная диаграмма направленности и обработка сигналов производится отдельно по каждому из лучей [2]. Во втором случае используется набор совмещенных лучей с общим фазовым центром и обработка сигналов производится одновременно для всех лучей [3]. Использование большего числа лучей позволяет реализовать угломерный дискриминатор с управлением его параметрами в реальном масштабе времени с целью улучшения условий захвата объекта на сопровождение, точности измерения угловых координат и помехозащищенности. Задача работы состояла в разработке метода параметрического синтеза характеристик дискриминатора, способствующих улучшению качества сопровождения в многолучевой РЛС с амплитудным мгновенным сравнением сигналов.

Формулировка задачи. Следящие РЛС с амплитудным мгновенным сравнением сигналов строятся исходя из принципа формирования равносигнального направления, который реализуется посредством дискриминатора, преобразующего принятые сигналы в угловые данные. Основные свойства дискриминатора определяются дискриминационной характеристикой (ДХ), типичная форма которой $D(\vartheta)$ изображена на рис. 1.

ВТХ кабельных изделий следует рассматривать как их основную эксплуатационную характеристику, подлежащую установлению при постановке продукции на производство и оформлении сопроводительной технической документации.

Литература

1. Пожарная безопасность. Электропроводка и аппараты защиты внутри зданий. Правила устройства и монтажа: ТКП 121-2008 (02300). – Введ. 01.05.2008.
2. Мисюкевич, Н.С. Закон динамики теплового проявления электрического тока / Н.С. Мисюкевич // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: ФГБОУ ВПО АГЗ МЧС России. 2011. – № 4. – С. 41-44.

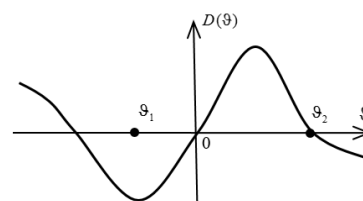


Рисунок 1 – Дискриминационная характеристика

Угол $\vartheta = 0$ соответствует равносигнальному направлению на объект и в его районе ДХ имеет линейный участок с крутизной наклона $k_g = \partial D(\vartheta) / \partial \vartheta |_{\vartheta=0}$, называемой коэффициентом преобразования дискриминатора. Ширину ДХ целесообразно определять точками ее первого пересечения с нулевой осью слева ϑ_1 и справа ϑ_2 от равносигнального направления $\vartheta = 0$ (см. рис. 1). В таких точках обратная связь системы сопровождения меняется с отрицательной на положительную, что делает систему неработоспособной.

Многолучевая антенна формирует n лучей с автономными выходами. Полагаем, что лучи лежат слева и справа от оси $\vartheta = 0$. Форма диаграммы каждого луча $f_i(\vartheta - \alpha_i)$, $i = \overline{1, n}$, считается известной четной функцией относительно своей оси, направленной под углом α_i . Кроме того, полагаем, что она нормирована по амплитуде, т. е. $f_i(0) = 1$.

В настоящей работе рассматривается метод синтеза ДХ в РЛС с амплитудной мгновенной обработкой сигналов, когда на выходе приемных каналов они имеют вид:

$$y_i(\vartheta) = u f_i(\vartheta - \alpha_i) + v_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (1)$$