

процеси у замкнутых системах автоматического регулирования гармоничного склада выпрямленной нагрузки.

1.Бей Ю.М., Мамошин Р.Р., Пупынин В.Н., Шалимов М.Г. Тяговые подстанции. – М.: Транспорт, 1986 – 319 с.

2.Жуйков В.Я., Коротеев И.Е., Рябенский В.М. и др. Замкнутые системы преобразования электрической энергии. – К.: Техніка; Братислава: Альфа, 1989. – 320 с.

3.Розенвассер Е.Н. Периодически нестационарные системы управления. – М.: Наука, 1973. – 511 с.

4.Шалимов М.Г. Двенадцатипульсовые полупроводниковые выпрямители тяговых подстанций. – М.: Транспорт, 1990. – 127 с.

5.Щербак Я.В. Замкнутые системы компенсации неканонических гармоник полупроводниковых преобразователей. – Харьков: Транспорт Украины, 1999. – 255 с.

Отримано 21.06.2010

УДК 628.440.22

А.П.КОВАЛЕВ, д-р техн. наук, С.В.СОЛЕНЬИЙ,

Г.В.ДЕМЧЕНКО, канд. техн. наук

Донецкий национальный технический университет

Ю.И.РУДЫК, канд. техн. наук

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

О ПРОБЛЕМАХ ВОЗГОРАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТЯХ 0,4 кВ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОГО СЕКТОРА

Анализируются факторы, влияющие на возникновение возгораний проводки и приводят к пожарам в объектах жилого сектора. Рассмотрен способ построения защиты сетей напряжением 0,4 кВ при появлении искрящегося силового контактного соединения.

Аналізуються фактори, що впливають на виникнення загорянь проводки та призводять до пожеж в об'єктах житлового сектору. Розглянуто спосіб побудови захисту мереж напругою 0,4 кВ при появі силового контактного з'єднання, що іскрить.

In given article the analysis of the facts of ignitions of posting influencing occurrence leading fires in objects of inhabited sector is lead. The way of construction of protection of networks by a voltage 0,4 kV is examined at occurrence sparks power contact connection.

Ключевые слова: возгорание проводки, жилой сектор, искрящее контактное соединение.

В Украине, по данным МЧС, с 2005 г. по 2009 г. зафиксировано около 217 тыс. пожаров в объектах жилого сектора. Около 30% пожаров от общего их количества происходит при повреждении силовых электрических сетей (утечки тока на землю, короткие замыкания, искрение ослабленных силовых контактных соединений) [1].

Аналіз пожеж, що відбулися в Донецькій області, показав, що більше 90% пожеж в електричних мережах об'єктів житлового сектора відбуваються при випадковому виникненні іскрящогося ослабленого

силового контактного соединения. Такой аварийный режим приводит к недопустимым перегревам электрической проводки. Из-за перегрева проводников возможно возгорание их изоляции, что в некоторых случаях приводит к пожарам в квартирах.

На сегодняшний день защитные коммутационные аппараты, применяемые в электрических сетях 0,4 кВ объектов жилого сектора, не реагируют на такой аварийный режим, как продолжительное интенсивное искрение ослабленного силового контактного соединения защищаемой электрической сети, питающей бытовые потребители электрической энергией [2, 3].

Цель статьи – выявление факторов, влияющих на возникновение возгораний в электрической проводке объектов жилого сектора, и разработка средств защиты электрической сети напряжением 0,4 кВ, реагирующей на появление ослабленных искрящихся силовых контактных соединений.

В настоящее время для бесконтактного измерения температуры проводки и электрооборудования широко применяются портативные пирометры и тепловизоры [4]. Ввиду дороговизны такого рода оборудования был выбран более простой и дешевый способ экспериментального измерения температуры искрящегося силового контактного соединения при помощи термопары.

Для определения температуры самовоспламенения (T_c) изоляции электрической проводки, материалов выключателей, розеток, распределительных коробок, а также материалов для декоративной отделки помещений и выбора необходимой термопары проведен анализ соответствующей литературы [5, 6]. Анализ показал достаточность использования термопары (медь-константан) с предельной температурой измерения 400 °С. На рис.1 приведена схема и стенд для измерения температуры искрящегося силового контактного соединения.

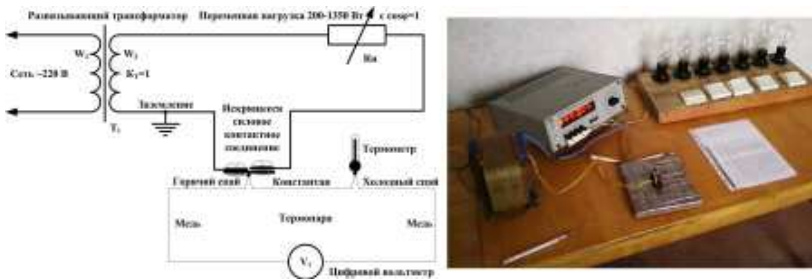


Рис.1 – Схема и стенд для измерения температуры искрящегося силового контактного соединения

Схема (рис.1) работает следующим образом. При подаче сетевого напряжения на развязывающий трансформатор Т1 с коэффициентом трансформации $K_T=1$, предназначенный для защиты цифрового вольтметра V1, запитывается нагрузка R_n с возможностью изменения от 200 до 1350 Вт (так как мощность Т1 – 1 кВА, а максимальный коэффициент загрузки 1,4). Также в схеме есть искусственно состаренное (окисленное, ослабленное, ржавое, обугленное) искрящееся болтовое силовое контактное соединение. При прохождении тока нагрузки через него возникает произвольное искрение, приводящее к нагреву контактного соединения. Температура измеряется термопарой медь-константан диаметром провода 0,1 мм, с двумя спаями – горячим и холодным, для увеличения точности измерений.

Так как в объектах жилого сектора применяются различные виды розеток, выключателей, автоматов с разной массой болтовых силовых контактных соединений, то для проведения эксперимента по определению температуры потребовалось определить усредненную массу силового контактного соединения. Был проведен анализ наиболее часто используемых в быту розеток, выключателей и автоматов как отечественного, так и зарубежного производства, а также всевозможных скруток силовых проводников в распределительных коробках (рис.2). Усредненная масса болтового силового контактного соединения составила $m = 4,2$ г.

На основании экспериментальных данных построен график зависимости температуры от времени нагрева искрящегося силового контактного соединения до 400 °С при различной мощности нагрузки (рис.3). Пунктиром на графике обозначены T_c некоторых наиболее используемых при отделке помещений материалов.

Эксперимент показал, что при нагрузках от 800 до 1350 Вт происходило расплавление силового алюминиевого проводника сечением 1,5 мм² с температурой плавления 660,1 °С. А так как корпуса современных розеток, выключателей и распределительных коробок изготавливаются из фенолоформальдегидной смолы с $T_c = 462$ °С – их возгорание неминуемо.

Таким образом, существует необходимость создания защиты, способной реагировать на искрящиеся нагретые силовые контактные соединения электрической сети.

В ДонНТУ разработана схема и изготовлен опытный образец устройства защиты (рис.4), реагирующей на ослабленные и опасно искрящиеся контактные соединения силовой электрической сети [7, 8]. Для повышения эффективности предлагаемой защиты она встраивает-

ся в серийно выпускаемые устройства защитного отключения (УЗО) [2].

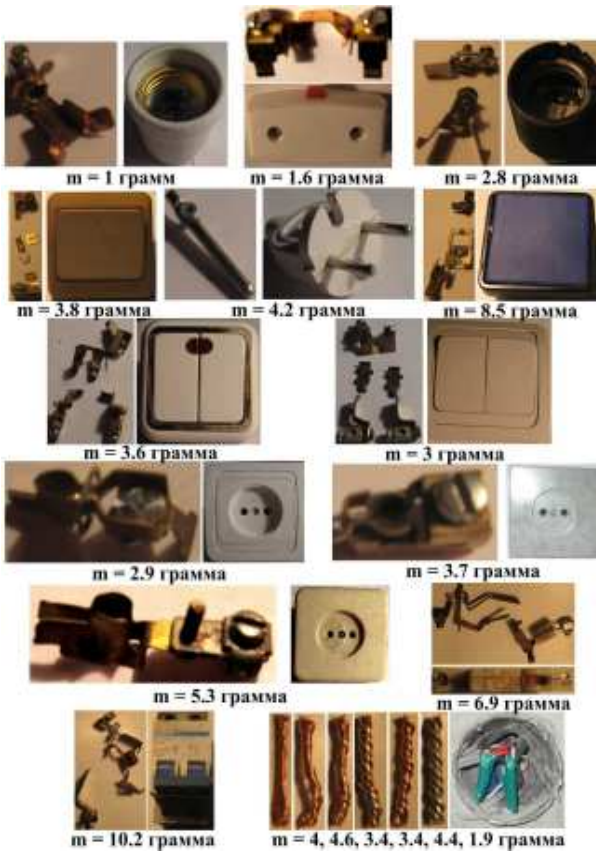


Рис.2 – Массы наиболее часто используемых в быту розеток, выключателей, автоматов и скруток силовых проводников в распределительных коробках

Защита (рис.4) работает следующим образом. При появлении высокочастотных колебаний в рабочем токе нагрузки промышленной частоты 50 Гц (рис.5), инициированных ослабленным, опасно нагретым, искрящимся контактным соединением, сигнал снимается при помощи трансформаторов тока 1,2. Магнитопроводы трансформаторов тока охватывают фазные проводники (А, В, С). Далее сигнал тока промышленной частоты 50 Гц с входящими в него высокочастотными колебаниями подается на усилитель 3. После усиления сигнал поступает на

высокочастотный фильтр 4 с коэффициентом передачи - 60 Дб для тока промышленной частоты 50 Гц, что позволяет эффективно отстроиться от воздействия на исполнительные органы устройства для защитного отключения сети рабочего тока нагрузки промышленной частоты 50 Гц.

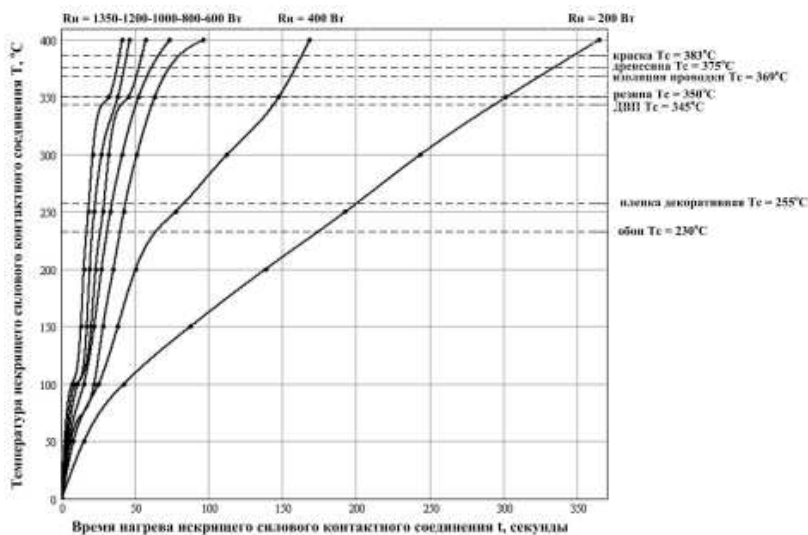


Рис.3 – Зависимость температуры от времени нагрева искрящегося силового контактного соединения до 400 °С

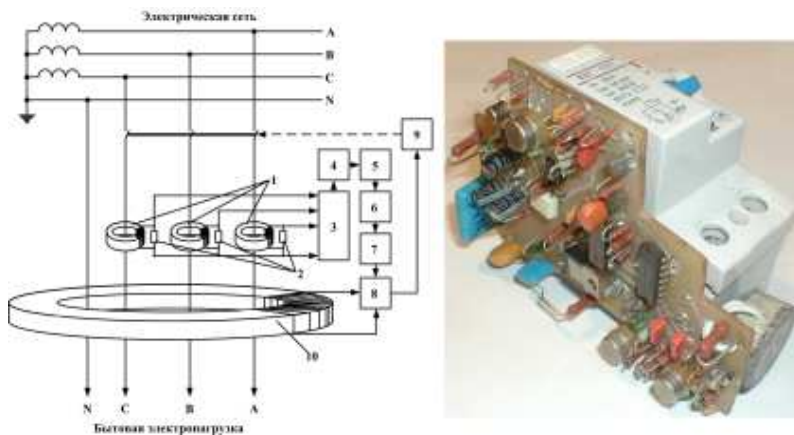


Рис.4 – Защита, реагирующая на искрение ослабленного силового контактного соединения в электрической сети, встроенная в серийно выпускаемое УЗО

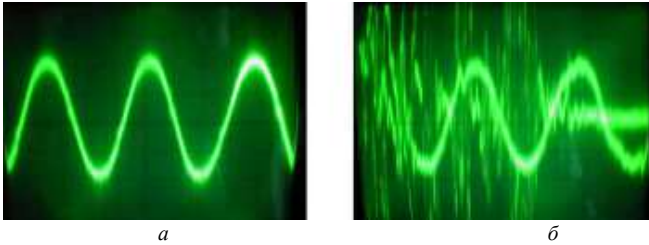


Рис.5 – Осциллограммы токов частотой 50Гц (5В/дел, 5мс/дел, делитель 1:30) при:
а – хорошем контактном соединении; *б* – ослабленном опасно искрящемся силовом
 контактном соединении.

Отфильтрованные высокочастотные колебания подаются на высокочастотный усилитель 5, где усиливаются для поднятия чувствительности устройства. Усиленный высокочастотный сигнал поступает на детекторно-селекторное устройство 6, где формируются единичные дискретные логические сигналы, поступающие на блок автоселекции высокочастотных сигналов 7, состоящий из триггера и компаратора. С блока автоселекции высокочастотных сигналов отобранные единичные дискретные логические сигналы поступают на элемент ИЛИ 8, а через него сигнал поступает на систему автоматического отключения 9, что приводит к отключению защищаемой электрической сети объектов бытового сектора.

Также сигнал на срабатывание системы автоматического отключения 9 может прийти с дифференциального трансформатора тока, охватывающего все фазные проводники 10, через элемент ИЛИ 8, что тоже приводит к отключению защищаемой электрической сети объектов бытового сектора.

Таким образом, проведен анализ факторов, влияющих на возгорание изоляции проводки электрических сетей напряжением 0,4 кВ. Построена зависимость температуры от времени нагрева искрящегося силового контактного соединения до температуры воспламенения отделочных материалов помещений при различных мощностях нагрузки. Предложен один из возможных вариантов защиты, реагирующей на появление ослабленных искрящихся и опасно нагретых силовых контактных соединений в электрических сетях объектов жилого сектора.

1.Офіційний сайт МНС України: <http://www.mns.gov.ua>.

2.Монаков В.К. УЗО. Теория и практика. – М.: ЗАО Энергосервис, 2007. – 368 с.

3.Автоматические выключатели / Под ред. Е.Г.Акимова. – М.: Ай-Би-Тех, 2005. – 376 с.

4.Порев В.А. Телевизионный пирометр // Приборы и техника эксперимента. – 2002. – №1. – С.150.

5.Температурные измерения / Под ред. О.А.Терашенко и др. – К.: Нукова думка, 1989. – 704 с.

6. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: В 2-х т. / Под ред. А.Н.Баратова и А.Я.Корольченко. – М.: Химия, 1990.

7. Патент на корисну модель №30720 UA. Пристрій для захисного відключення електричної мережі / Сольоний С.В., Ковальов О.П., Сольона О.Я., зареєстрований 11.03.2008 р., Бюл. № 5.

8. Соленый С.В., Шевченко О.А., Якимичина В.В., Демченко Г.В. Предотвращение возгорания изоляции в сетях 380-220 В из-за появления ослабленных контактных соединений // Наукові праці Донецьк. нац. техн. ун-ту. Серія: “Електротехніка і енергетика”. Вип.9 (158). – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 270 с.

Получено 21.06.2010

УДК 621.331

И.В.СЛОБОДЧИКОВ

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ИМПУЛЬСНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ С ТЯГОВЫМИ ПОДСТАНЦИЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Рассматриваются вопросы электромагнитной совместимости тяговой подстанции постоянного тока с подвижным составом с импульсными преобразователями.

Розглядаються питання електромагнітної сумісності тягової підстанції постійного струму з рухомих складом з імпульсними перетворювачами.

The questions of electromagnetic compatibility of DC traction substation with a rolling stock with pulse converters are considered.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, подвижной состав, импульсные преобразователи, эквивалентное мешающее напряжение, биения, пассивный фильтр.

Электромагнитная совместимость тяговой подстанции постоянного тока с нагрузкой и смежными электроустановками ухудшается при эксплуатации электрического подвижного состава с импульсными преобразователями [1], которые генерируют в контактную сеть несвойственные ей гармонические составляющие. Дальнейшее развитие подвижного состава с импульсным регулированием ставит задачу исследования влияния его работы на величину эквивалентного мешающего напряжения в контактной сети. Указанная задача усложняется тем, что на одном участке тяговой сети, питаемом смежными подстанциями, могут работать несколько электропоездов с импульсными преобразователями [2].

Рассмотрению вопроса электромагнитной совместимости подвижного состава с импульсным регулированием и тяговой сети посвящен ряд работ [2-4]. Так, в [2] приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния локомотивов с тиристор-