

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И СВЕРХТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА COMMENG

В докладе рассматриваются особенности технических решений, применяемых фирмой COMMENG в устройствах защиты электроустановок. Если устройства защиты от импульсных помех (УЗИП) хорошо известны энергетикам предприятий связи, то устройства защиты от сверхтоков на базе полимерных позисторов, до сих пор применяются крайне редко. Технические характеристики этих устройств делают их применение целесообразным для защиты от перегрузок цепей питания малоомощного оборудования, особенно на необслуживаемых объектах.

Устройства защиты от импульсных помех

Устройства защиты от импульсных помех производства COMMENG полностью соответствуют требованиям МЭК [1] (IEC-61643-1), выпускаются в стандартных электротехнических корпусах для установки на рейку DIN. УЗИП для цепей постоянного и переменного тока выпускаются на максимальные импульсные токи 10 кА и 20 кА (III класс); 40 кА и 80 кА (II класс); 120 кА (I класс). Внешний вид УЗИП показан на рисунке 1.

Как видно из рисунка, устройства могут иметь разную ширину, зависящую от максимально допустимого импульсного тока: 10-40 кА, ширина 18 мм (рис. 1а); 80 кА, ширина 36 мм (рис. 1б); 120 кА, ширина 54 мм (рис. 1в).



Рис. 1. Внешний вид УЗИП

Так как основные технические характеристики и схемы применения УЗИП COMMENG практически не отличаются от аналогичных устройств производства Европейских фирм, следует остановиться только на особенностях, знание которых поможет сделать правильный выбор.

Способ отключения варистора при его перегреве.

В УЗИП низковольтных ЭПУ обязательно должно быть предусмотрено отключение варистора в случае протекания через него тока в течении длительного времени, что может быть вызвано деградацией материала или же если амплитудное напряжение в защищаемой цепи превышает классификационное напряжение варистора. Как правило, отключение реализуется с помощью плоских или витых пружин, под воздействием которых размыкается цепь после расплавления легкоплавкого припоя. Несмотря на то, что этот способ используется повсеместно, следует отметить его недостаточную надежность из-за усталости пружин, и изменения структуры припоя. Так же были отмечены случаи, когда контакт не размыкался при деформации корпуса УЗИП, что приводило к короткому замыканию и даже возгоранию. Эти недостатки делают недопустимым хранение и перевозку УЗИП традиционного типа при низких температурах (кристаллизация припоя и вследствие этого размыкание цепи) и вибрации.

Этих недостатков лишены УЗИП, где тепловой размыкатель не содержит механических элементов и интегрирован с варистором (THERMALLY PROTECTED VARISTOR), рис. 2.

Таким образом, применение интегрированного теплового размыкателя, работающего без применения пружин и механических элементов, является основной особенностью и преимуществом УЗИП COMMENG.

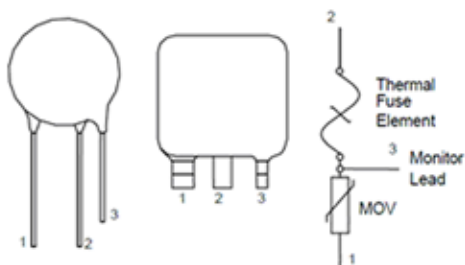


Рис. 2. Внешний вид и схема варистора с интегрированным в него тепловым размыкателем

Максимально допустимые напряжения УЗИП и классификационные напряжения варисторов

Данные о типах УЗИП их максимально допустимых и классификационных напряжениях (при токе 1 мА) варисторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Типы УЗИП	Максимально допустимое напряжение, приложенное к УЗИП, В		Классификационное напряжение варистора
	АС	DC	
ExPro PV-I АС 320/120 ExPro PV-II АС 320/80 ExPro PV-II АС 320/40 ExPro PV-III АС 320/20 ExPro PV-III АС 320/10	320	450	510
ExPro PV-III DC 80/10	55	80	100
ExPro PV-II DC 160/40 ExPro PV-II DC 160/80 ExPro PV-I DC 160/120	110	160	200

Выбор параметров УЗИП для ЭПУ 0,4 кВ производился с учетом того, что в сети по разным причинам возможно повышение напряжения – на длительное или короткое (секунды) время. Поэтому в отличие от большинства производителей, применяющих варисторы с классификационным напряжением 400-450 В, нами выбрано значение 510 В. Таким образом повышена надежность работы УЗИП за счет повышения уровня ограничения импульсной помехи (порядка на 50 В). С учетом того, что амплитуды импульсов могут достигать десятков тысяч Вольт, а цепи питания аппаратуры связи в соответствии с стандартом [2], должны выдерживать воздействие импульсов с фронтом 1 и длительностью 50 мкс амплитудой до 2 кВ(провод— земля) и 1 кВ (провод— провод), увеличение уровня ограничения на несколько десятков вольт практически не имеет значения.

Выбор значений максимально допустимого рабочего напряжения для УЗИП I и II классов производился с учетом возможности их использования в цепях постоянного тока с номинальным напряжением 110 В (в системах энергетики). Как правило, для защиты цепей питания постоянным током, расположенных внутри объектов (здание, контейнер), применяются УЗИП III класса (максимальное рабочее напряжение 80 В). УЗИП II класса на объектах связи применяются, как правило, только для цепей питания, на которые могут воздействовать наводки от

молнии (например, для светильников светоотражения мачт с рабочим напряжением 40-50 В). В тех случаях, когда для питания оборудования используется безопасное переменное напряжение (обычно 24 или 48 В), следует применять УЗИП для цепей постоянного тока.

Контроль исправности варисторов

Как правило, УЗИП имеют визуальную индикацию отключения варистора, и опционально – дистанционную сигнализацию (сухие контакты). В традиционной схеме это реализуется под воздействием освобожденной пружины. Как видно из функциональной схемы, для визуального контроля исправности УЗИП необходимо нажать кнопку S1 «test» на лицевой панели, при этом при наличии напряжения на контрольном выводе светодиод загорается (см. рис.1). В том случае, если сработала термозащита, светодиод гореть не будет. Для того чтобы визуальная индикация работала в цепях постоянного тока, необходимо соблюдать полярность подключения, указанную на корпусе УЗИП серии DC. Для дистанционного контроля используется термopредохранитель, подключенный к контактам, расположенным на корпусе УЗИП (см. рис.1). При нагревании варистора выше 80-85 градусов предохранитель размыкает контрольную цепь. Это единственная уязвимая для критики особенность данной схемы. Действительно, дистанционный контроль определяет не факт отключения варистора, а его перегрев. Так как контрольный предохранитель срабатывает раньше размыкающей цепь, то при срабатывании дистанционной сигнализации может остаться в рабочем состоянии. Вряд ли это можно считать недостатком, так как, во первых, выход из строя варисторов происходит крайне редко, если класс УЗИП соответствует уровню помех. Для УЗИП COMMENG вероятность перегрева и выхода из строя варистора еще меньше за

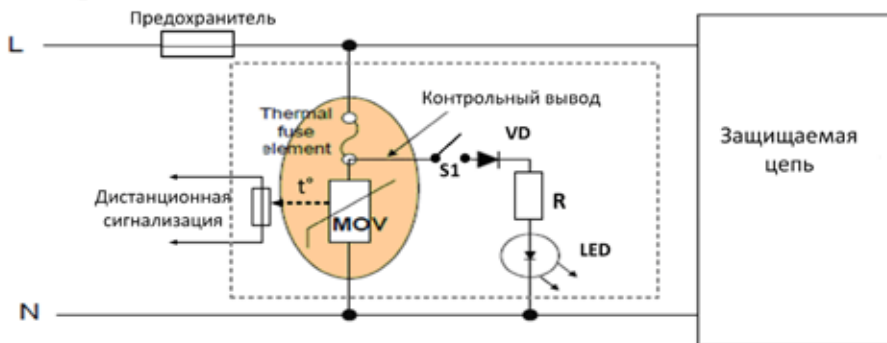


Рис. 3. Функциональная схема УЗИП

счет более высокого классификационного напряжения. Во вторых, сам факт перегрева варистора должен стать поводом для поиска причины того, что через него протекает ток утечки, и для последующей замены УЗИП.

Номенклатура УЗИП

Безусловно, большинство производителей УЗИП для электроустановок имеет более широкую номенклатуру. СОММЕНГ единственное в России предприятие, выпускающее УЗИП как для низковольтных электроустановок (в том числе фотоэлектрических систем), так и для систем связи, передачи данных, безопасности и промавтоматики. Поэтому линейка УЗИП предусматривает минимально необходимый, но достаточный, набор устройств защиты от перенапряжений всех типов низковольтных ЭПУ. Так, например, не производятся УЗИП для подключения к нескольким полюсам (например, к 3 фазам и нейтрали). Та же задача решается набором из четырех УЗИП, занимающих больше места на рейке DIN.

Для включения между проводами N и PE используются, в основном, УЗИП на базе варисторов. При этом их классификационное напряжение такое же, как и в УЗИП для включения между фазой и защитным проводником. Газонаполненные разрядники используются только в УЗИП III класса. Можно долго обсуждать плюсы и минусы обеих вариантов (разрядник и варистор), однако для надежности защиты электроустановки это не имеет практического значения.

В принципе, такой же вывод можно сделать и о применении УЗИП разных производителей - правильно выбранные и установленные УЗИП любого производителя, ответственно относящегося к качеству продукции, могут быть эффективно использованы. Тем не менее, различные технические решения, применяемые разными производителями, и согласованные линейки продуктов дают возможность выбора УЗИП, наиболее подходящих для конкретных условий применения и методов эксплуатации.

Тестер устройств и элементов защиты «ISKRA»

Тестер ISKRA, разработанный в 2005 году (диплом всероссийского конкурса «Лучший отечественный измерительный прибор -2006») и сегодня, после небольшой модернизации, остается самым удобным прибором для неразрушающего контроля УЗИП. Режимы разрядник/варистор/полупроводник позволяют проводить точные измерения параметров УЗИП на базе различных элементов. Компактные размеры, встроенные аккумуляторы, малое потребление энергии делают исполь-



Рис. 4. Тестер ISKRA

зование тестера очень удобным. Тестер может быть использован для проверки УЗИП любых производителей. Подробнее о приборе можно прочитать в [3,4]. Его внешний вид показан на рисунке 4.

Устройства защиты от сверхтоков на базе полимерных самовосстанавливаемых предохранителей

Полимерные самовосстанавливаемые предохранители достаточно давно используется для защиты цепей питания - например, для защиты от короткого замыкания в сотовых телефонах, интерфейсах с подвижным питанием (USB), реже - перегрузок по выходу в маломощных выпрямителях. В настоящее время этот тип элементов массово применяется для защиты от сверхтоков в слаботочных системах (прежде всего в проводных линиях связи).

Позистор – это элемент с положительным температурным коэффициентом сопротивления, принцип действия которого основан на резком увеличении сопротивления при превышении порогового тока, протекающего через него. Позистор изготовлен из «интеллектуального» материала (англ. smart materials) – т.е. материала, физические характеристики которого значительно изменяются под влиянием внешних воздействий. При этом характеристики материала таковы, что возвращение в проводящее состояние происходит только после прекращения действия фактора, вызвавшего токовую перегрузку (короткое замыкание, повышение напряжения в сети).

В течении многих лет наша фирма использует позисторы в устройствах, обеспечивающих защиту маломощных потребителей энергии,

работающих в условиях низкого качества электропитания в необслуживаемом режиме. Разработаны и серийно выпускаются модульные устройства защиты от перегрузок на максимальные рабочие токи до 4А

Следует обратить внимание на такие их свойства, как: - восстанавливаются после прекращения действия фактора, вызвавшего перегрузку (в отличие от предохранителей, требующих замены); - значительно более высокая надежность и стабильность параметров по сравнению с автоматическими - ток срабатывания примерно в 1,8 раз выше максимального рабочего тока; - светодиодная индикация перехода в непроводящее состояние, возможность удаленного контроля с помощью оптрона; - инерционность - зависимость параметров от температуры окружающей среды.

За консультацией по поводу применения самовосстанавливающихся предохранителей можно обратиться к автору. Более подробная информация имеется в [5].

Список литературы

1. ГОСТ Р 51992-2011 (МЭК 61643-1:2005) Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 1. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Технические требования и методы испытаний.
2. ГОСТ Р 50932-96. Устойчивость оборудования проводной связи к электро-магнитным помехам. Требования и методы испытаний.
3. Сторожук Н.Л. Приборы проверки устройств защиты от перенапряжений. Доклад на VI Всероссийской конференции «Состояние и Перспективы Развития Энергетики Связи» СПРЭС-2005», см. так же на www.commmeng.ru (публикации) и www.spres.info (сборники)
4. Моисеева В.Н. Применение измерительных приборов «ИСКРА» в отделе технического контроля. «Производство Электроники» №4'2006, см. так же на www.commmeng.ru (публикации)
5. Терентьев Д.Е. Применение полимерных предохранителей для защиты от сверхтоков в низковольтных электроустановках и цепях питания потребителей. Доклад на XIII Всероссийской конференции «Состояние и Перспективы Развития Энергетики Связи» СПРЭС-2012», см. так же на www.commmeng.ru (публикации) и www.spres.info (сборники)

АНТИКОРОЗИОННОЕ ПОКРЫТИЕ КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШИН ЗАЗЕМЛЕНИЯ НАНОПЛЕНКАМИ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА

Вряд ли следует тратить время на то, чтобы доказывать важность хороших и стабильных в течение всего срока эксплуатации контактов в электроустановках и системах заземления и уравнивания потенциалов. Их качество влияет на энергосбережение, электро- и пожаробезопасность, качество электроэнергии, обеспечение ЭМС и защиты от перенапряжений. Крайне важным для обеспечения контактов являются свойства соприкасающихся поверхностей, такие как состав материала, наличие неровностей, площадь контактов. Очень важными являются электрохимические свойства материалов контактов [1]. На одной из конференций СПРЭС был сделан доклад [2], в котором довольно подробно рассматривались эти вопросы. В докладе описывается технология антикоррозионного покрытия, освоенного COMMENG и ее применение для производства конкретных изделий.

Шины уравнивания потенциалов (заземляющие шины) производства COMMENG

К заземляющим устройствам и системам уравнивания потенциалов объектов, где установлено оборудование обработки и передачи информации предъявляются более высокие требования [3]. Шины уравнивания потенциалов (ШУП) и главные заземляющие шины (ГЗШ) не могут быть изготовлены с нормальным качеством на месте из медной полосы с помощью подручных инструментов. Кроме того, затраты рабочего времени на такую работу слишком велики. Очевидно, что шины должны изготавливаться в заводских условиях, и заказываться в соответствии с проектом строительства или реконструкции.

Нашей фирмой разработана и выпускается линейка типовых шин из медной полосы, предназначенных для применения на высокотехнологичных объектах и имеющих следующие особенности:

- длина 0,5; 0,75 и 1 м (типовые шины), а так же любая другая по заказу;
- ширина 40 мм (один ряд контактов) и 80 мм (два ряда контактов);
- болтовые контактные соединения М6, М8, М10, М12;
- комплектация крепежом а так же, при необходимости, кабельными наконечниками;
- монтаж на стены, металлоконструкции, конструктивы 19”.

Резка шин по длине и выдавливание отверстий для контактных соединений производится с помощью гидравлического оборудования. Имеется два типа контактных соединений - обычное отверстие для болта (рис.1)

Данное соединение обеспечивает достаточно надежный контакт и соответствует стандарту [4]. Большим его недостатком является необходимость фиксации головки болта с обратной стороны шины, что увеличивает время монтажа и делает его неудобным, особенно в стесненных условиях.

Поэтому выпускается еще одна разновидность шины, которая несколько дороже, но с учетом значительного затрат рабочего времени монтажников ее применение более экономически эффективно. В отверстие в шине устанавливается гайка-заклепка (рис.2). Как показано на рисунке, кабельный наконечник крепится болтом, вворачиваемым с лицевой стороны шины. Т.к. гайка-заклепка и болт изготовлена из стали, они хотя и обеспечивают электрический контакт наконечника с шиной, но основным контактом, сопротивление которого должно быть минимальным, является место соприкосновения кабельного наконечника с медной поверхностью шины.

Окисление медной шины

Основным недостатком медных контактов является сравнительно быстрое окисление контактных поверхностей при комнатной температуре. Наличие в воздухе влаги и химических примесей значительно увеличивает скорость окисления. Оксидная пленка контактов имеет большое переходное сопротивление, но легко разрушается при сжатии и трении

Для покрытия меди и ее сплавов обычно применяют олово (или сплав олова и висмута). Так как олово мягкий металл, оно обеспечивает

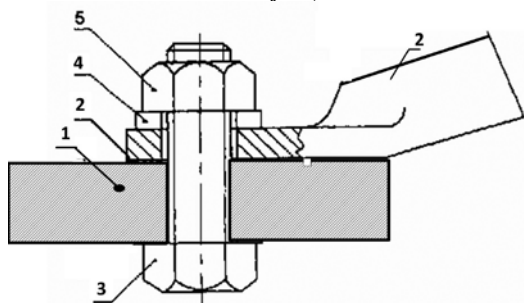


Рис. 1. Болтовое соединение кабельного наконечника с шиной через отверстие. 1 - медная шина; 2 - кабельный наконечник; 3 - болт; 4 - корончатая шайба; 5 - гайка

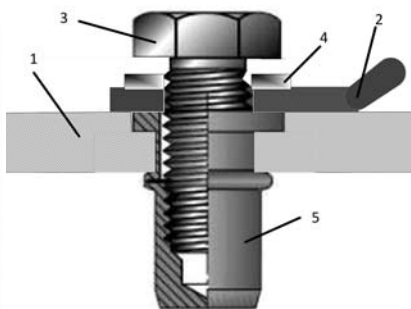


Рис. 2. Болтовое соединение кабельного наконечника с шиной с помощью гайки-заклепки. 1 - медная шина; 2 - кабельный наконечник; 3 - болт; 4 - корончатая шайба; 5 - гайка-заклепка

лучший контакт при сжатии, что приводит к улучшению контакта, несмотря на более высокое удельное сопротивление олова. Тонкая пленка окиси олова защищает поверхность от дальнейшего окисления и разрушения. Существует большое количество электропроводящих покрытий, защищающих металлы от коррозии [5].

Для неподвижных контактов лужения медных поверхностей не производят, а защиту от окисления контактных точек производят при помощи технического вазелина или, что гораздо лучше, на место соединения накладывается тонкий слой электропроводящей пасты [1].

Для подключения кабелей к шинам мы рекомендуем использовать медные электролитически луженые кабельные наконечники, закрепляемые опрессовкой (ГОСТ 7386-80 или DIN 46235). Покрытие же самих шин не производится по ряду причин:

- а) значительное повышение стоимости;
- б) если использовать луженые шины, то поверхность будет повреждена при обработке;
- в) вопрос покрытия шины в качестве финальной стадии производства даже не рассматривался как исходя из проблем технологии, так и из-за высокой стоимости.

Отсутствие покрытия значительно снижало как технические свойства шин, так и ухудшало их внешний вид. Кроме того, финальной стадией обработки была шлифовка шины с помощью пасты ГОИ. Блестящая как зеркало поверхность через месяц хранения покрывалась слоем окисла. Хороший контакт, несмотря на это, возможен (хотя трудно себе представить, что монтажник будет зачищать пятно контакта от окисла, а потом покрывать место контакта смазкой или пастой); но внешний вид шины значительно ухудшался.

Покрытие шины фторосодержащими поверхностно-активными веществами (ПАВ)

Поиск решения увенчался успехом – одно из отечественных предприятий разработало и производит составы для обработки поверхностей, содержащие фторосодержащие ПАВ, растворенные в специально подобранных растворителях с добавлением дополнительных активаторов и реагентов

На обработанной фторосодержащим ПАВ поверхности в процессе адсорбции, поверхностной диффузии и в результате испарения растворителя возникает мономолекулярное покрытие толщиной от 4 до 10 нм в зависимости от условий нанесения. После закрепления на поверхности эта пленка обладает высокими гидрофобизирующими свойствами, хорошей химической стабильностью, высокой (до +400...+520°C) термической стойкостью и рядом других положительных качеств, в том числе способностью



Рис.3. Шина уравнивания потенциалов ШУП-М для установки в стойку 19".
Контакты выполнены в виде гаек-заклепок

защитить контактирующие поверхности от окисления и истирания.

Нами применяется специальный состав, не ухудшающий проводимости покрытых поверхностей. Оработана технология покрытия шин непосредственно на собственном производстве. Внешний вид шины с нанопокрытием показан на рис. 3. После нанесения покрытия прошло 6 месяцев, однако следов окисления не видно.

Таким образом, применив для производства шин как обычные технологии (гидравлическая резка и выдавливание отверстий; установка гаек-заклепок с помощью пневмоинструмента) так и самые современные (нанесение нанопокровтий) нам удалось получить высокотехнологичный продукт с высокими потребительскими свойствами: надежные и стабильные во времени контакты, удобство монтажа, привлекательный внешний вид.

Литература

1. ГОСТ 9.005-72. Допустимые и недопустимые контакты металлов.
2. Терентьев Д.Е. Минимизация и стабилизация переходного сопротивления разъемных контактов в системах уравнивания потенциалов и заземляющих устройствах. Доклад на VI Всероссийской конференции «Состояние и Перспективы Развития Энергетики Связи» СПРЭС-2005», см. так же на www.commmeng.ru (публикации) и www.spres.info (сборники).
3. ГОСТ Р 50571.21-2000. (МЭК 60364-5-548-96) Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации.
4. ГОСТ 10434-82. Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования.
5. ГОСТ 9.303-84. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору и обозначения.