

СИСТЕМА ТЕПЛОВОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ВАРИСТОРА В УСТРОЙСТВАХ ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Сергеев А.В., начальник технического отдела НПО «Инженеры электросвязи»

Современные устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для низковольтных электроустановок на базе варисторов представляют собой сложные устройства, состоящие из следующих основных частей (рис.1):

- нелинейный элемент (варистор)
- система теплового отключения (СТО)
- система индикации (сигнализации) работоспособности УЗИП

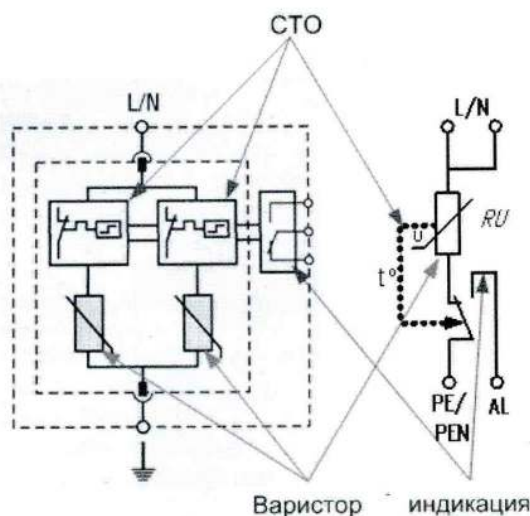


Рисунок 1. Функциональная схема УЗИП на базе варистора.

СТО является одной из важнейших составляющих УЗИП. Ее основная задача отключить элемент защиты (варистор) от защищаемой цепи при его перегреве, вызванном прохождением больших токов в течение длительного времени. Подобная ситуация складывается при значительном увеличении тока утечки через УЗИП из-за деградации варистора, или аварийного повышения напряжения в ЭПУ.

Возможные последствия - короткое замыкание, механическое повреждение и возгорание УЗИП могут привести к нарушению работы, повреждению или возгоранию электрооборудования.

Задача СТО отключить варистор от защищаемой цепи в момент начала протекания больших токов через варистор и его разогрева, разорвав цепь протекания тока и прекратить процесс разрушения. СТО для модульных УЗИП должна иметь высокую надежность, малые габариты и не зависеть от внешних воздействий, которым может подвергаться УЗИП в целом.

В настоящее время наиболее распространены СТО, состоящие из двух контактных площадок, спаянных легкоплавким припоем, причем к их соединению приложена постоянная сила, направленная на разрыв. Для этого один из контактов

может быть выполнен в виде плоской пружины или же на соединение может воздействовать сжатая или растянутая при сборке спиральная пружина (рисунок 2).

При нагреве варистора припой расплавляется, и контакты под воздействием пружины размыкаются. Эта же пружина может приводить в действие систему визуальной (изменение положения контрольного элемента) или дистанционной сигнализации (микропереключатель).



Рисунок 2. Система теплового отключения УЗИП. Слева - контакт в виде плоской пружины, справа - контакт находится под воздействием спиральной пружины.

Подобная система позволяет создавать контакты большой площади, способные пропускать большие токи, и применяется большинством производителем в УЗИП I-III-го классов. Однако СТО, выполненная на базе механических контактов и пружин имеет ряд недостатков:

- ложное срабатывание при под воздействием вибрации (например, при транспортировке);
- ложное срабатывание, обусловленное изменением структуры припоя под воздействием низких температур (например, при авиационных перевозках);
- ложное срабатывание при нормальной температуре под воздействием пружины;
- несрабатывания, обусловленные усталостью металла пружины;
- недостаточная надежность конструкции (при быстром нагреве варистора деформация корпуса УЗИП может помешать срабатыванию).

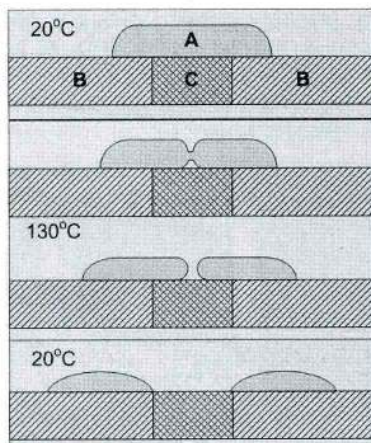
НПО «Инженеры электросвязи» с 2004 года производится УЗИП, в которых СТО реализована на основе термопредохранителей, представляющих собой плавкие вставки, включенные в цепь варистора, но рассчитанные на срабатывание как от тока короткого замыкания, так и от прямого нагрева. Термопредохранитель представляет из себя заключенную в корпус из специального пластика или керамики перемычку из легкоплавкого припоя между двумя проводниками.

Данная система очень технологична в производстве и лишена недостатков СТО с применением пружин. Для контроля состояния варистора (аварийный нагрев) может быть использован другой

термопредохранитель, с температурой срабатывания ниже, чем у термопредохранителя, включенного в цепь варистора. Комплекс этих технических решений защищен патентом РФ.

Тем не менее, применение СТО такого типа имеет один, но очень существенный недостаток: импульсные токи серийно производимых термопредохранителей невелики, что позволяет применять ее только для УЗИП III-го класса.

Для решения этой проблемы специалистами НПО «Инженеры электросвязи» была разработана и испытана система теплового размыкания цепи, основанная на когезивных и адгезивных свойствах материалов (КАСМ) (рис.3)



- А – проводящий сплав с низкой температурой плавления
 В – проводник с высокой адгезией
 С – диэлектрик с низкой адгезией

Под воздействием высокой температуры

- Когезия $A \ll$ Адгезии В
 Когезия $A >$ Адгезии С

Рисунок 3. Система теплового размыкания цепи, основанная на когезивных и адгезивных свойствах материалов.

Тепловое размыкание цепи реализовано на базе проводника из легкоплавкого сплава, разрыв которого происходит под воздействием когезивных и адгезивных свойств, применяемых материалов подложки. Срабатывание системы происходит от прямого нагрева варистором. При этом возможно создать достаточно большую площадь проводника, способную пропускать большие импульсные токи.

В процессе разработки проведены серии испытаний, по результатам которых были отобраны наиболее подходящие материалы и технологии обеспечения термосвязи.

По результатам испытаний серии образцов было достигнуто пропускание импульсных токов до 60

кА формы 8/20 мкс, что позволяет применять данные СТО в УЗИП II-го класса.

Данная система является оригинальной разработкой и не имеет недостатков механических систем теплового отключения, таких как:

- несрабатывания из-за усталости металла пружин;
- ложного срабатывания от механических нагрузок и изменения структуры припоя при низких температурах.

Это особенно важно для применения на объектах повышенной опасности и для жестких условий эксплуатации (например, вибрация или сейсмоопасные зоны)

Разработана технология изготовления УЗИП с такой СТО позволяет реализовывать в едином технологическом процессе как СТО, так и систему контроля состояния варистора и работоспособности УЗИП в целом. При этом может обеспечиваться как дистанционный контроль с помощью размыкаемых контактов, так и визуальный с помощью светодиода. Серийный выпуск УЗИП под торговой маркой ExPro PV (рисунок 4) вышеописанной СТО начинается в 4 квартале 2009 года.

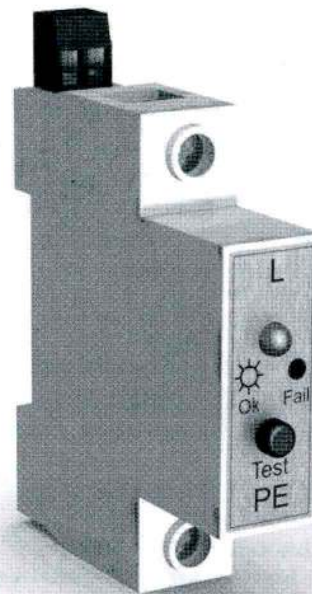


Рисунок 4. Внешний вид УЗИП ExPro PV в стандартном электротехническом корпусе.

В настоящее время на рынке представлены импортные термопредохранители с номинальным рабочим током не более 20 ампер, что ограничивает их применение для термической защиты мощных потребителей. Разработанная и освоенная нами технология позволяет изготавливать термопредохранители на значительно большие номинальные рабочие токи. При необходимости выпуск таких термопредохранителей может быть освоен в короткое время.