

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА, ЭКСПЛУАТАЦИИ И КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Зоричев А.Л.

В настоящее время на отечественном рынке появился целый ряд компаний-поставщиков, предлагающих широкий ассортимент устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). Это стало явно заметно по результатам прошедших в мае – июне 2005 года выставок «Связьэкспоком», Электро-2005» (Москва) и «Энергетика и электротехника» (Санкт-Петербург). В большинстве случаев речь идёт о фирмах, занимающихся продажей изделий, выпускаемых в Западной Европе, или об иностранных поставщиках, которые осуществляют поставки разнообразных технологических комплексов „под ключ“. В результате, очень часто изделия разных производителей при установке на одном и том же объекте комбинируются между собой без какой-либо предварительной проверки их взаимной совместимости по амплитудам пропускаемых импульсных токов и уровням остающихся напряжений (уровней защиты). Ситуацию к тому же сильно усложняет то, что большинство видов предлагаемых УЗИП сконструировано в соответствии с немецким национальным стандартом DIN VDE 0675. Хотя настоящий стандарт на раннем этапе сыграл очень важную роль в развитии и решении проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС) и теории защиты от перенапряжений, он, однако, не является обязательным для Российской Федерации, так как в России принят за основу более современный стандарт Международной Электротехнической Комиссии (МЭК) IEC 61643-1:1998, который издан в виде ГОСТ Р 51992-2002. «Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний».

Что касается отечественных производителей, можно отметить, что в области напряжений свыше 1кВ ограничители перенапряжений (ОПН) выпускаются в очень широком ассортименте и хорошего качества. Для напряжений менее 1 кВ данная проблема пока остается не решенной в достаточной степени. Устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) отечественного производства, полностью соответствующих требованиям ГОСТ Р 51992-2002 на рынке до недавнего времени найти было невозможно. Сейчас, делаются первые шаги по организации производства устройств II и III классов. Их качество и доступность будут показаны временем. В большинстве же случаев выпускаемые варисторные УЗИП, имеют примитивную конструкцию, основу которой составляет дисковый варистор и два приваренных к его боковым плоскостям болта или гайки (или т.п.). Производятся такие устройства на том же оборудовании, что и варисторы для высоковольтных ОПН, и по своей сути являются составными элементами такого высоковольтного ограничителя перенапряжений. Существуют УЗИП, предназначенные для установку на DIN-рейку 35 мм, но и они, и описанные выше конструкции не имеют в своем составе устройства теплового отключения, предназначенного для защиты неисправного варистора от перегрева и соответственно от вероятности возникновения пожара в электроустановке.

И еще необходимо добавить, что большая часть производимых отечественных УЗИП для низковольтных распределительных сетей относится всего лишь к третьему классу защиты согласно ГОСТ Р 51992. Эти устройства способны без разрушения или теплового пробоя кристалла варистора пропустить через себя максимальный импульсный ток I_{\max} (волны 8/20 мкс) с амплитудным значением не более 10 - 15 кА, в то время как форма импульса тока при прямом ударе молнии I_{imp} описывается волной 10/350 мкс и значительно большими амплитудами тока (согласно [1, 2, 3]: 100, 150 и 200 кА (10/350 мкс) в зависимости от выбранного уровня надежности внешней системы молниезащиты). Таким образом, даже при условии того, что на долю ввода электропитания придется лишь часть тока, вызванного прямым ударом молнии (например 10-20 %, с учетом его растекания по другим металлоконструкциям объекта [8]), а амплитудное значение тока I_{imp} (волны 10/350 мкс) может и не превысить значения I_{\max} (волны 8/20 мкс) = 15 кА, при этом за счет большей почти на порядок длительности импульса тока I_{imp} , выделенная на кристалле варистора тепловая энергия приведет к его выходу

из строя! Этот процесс может сопровождаться взрывным разрушением кристалла варистора, что может стать причиной серьезных травм, повреждения изоляции проводников в электроустановке, а также за счет интенсивного искрения привести к возникновению пожара. Вопрос же защиты потребителей электроэнергии при этом может остаться нерешенным, так как часть импульса тока после выхода УЗИП из строя беспрепятственно пройдет непосредственно в защищаемое оборудование и неизбежно повредит его.

Несогласованность терминологии и системы обозначений

Существует очень важное правило: чтобы грамотно и быстро решать любую техническую проблему, необходимо иметь единую терминологию, систему обозначений основных параметров и применяемых сокращений.

Целью данной статьи не является поиск и глубокий анализ всех имеющихся недостатков и ошибок теоретического и конструктивного характера, возникающих при производстве и эксплуатации УЗИП. Но, тем не менее, привлечь внимание потребителей к данной проблеме необходимо. Хотя бы потому что, предусмотренные стандартом IEC 61643-1:1998 термины, определения и обозначения перенесены в ГОСТ Р 51992-2002 и имеют четкие и понятные формулировки, которые и рекомендуется использовать.

Ниже приведены наиболее часто встречающиеся недостатки, касающиеся определений, терминологии и сокращений:

1. *Стандартом для низковольтных) распределительных сетей предусмотрен термин «устройство защиты от импульсных перенапряжений», сокращение – УЗИП.*

Определение: Устройство защиты от перенапряжений (УЗИП) – это устройство, которое предназначено для ограничения переходных перенапряжений и для отвода импульсов тока. Это устройство содержит, по крайней мере, один нелинейный элемент».

В качестве элементной базы для создания УЗИП, как правило, используют разрядники различных типов и оксидно-цинковые варисторы и полупроводниковые элементы.

В рекламной продукции, сопроводительной документации данные устройства могут называться *ограничителями перенапряжений (ОПН)*. Термин используется в высоковольтной технике и обозначает варисторные устройства, предназначенные для защиты оборудования электростанций, подстанций, высоковольтных линий электропередачи и т.д. Он не подразумевает использования искровых разрядников и полупроводниковых приборов (первых - по причине сложности гашения сопровождающих токов больших величин, вторых - по причине маленьких значений выдерживаемых импульсных токов и напряжений).

Иногда весь спектр устройств защиты от импульсных перенапряжений (I, II, и III-го классов) называют *грозоразрядниками, разрядниками грозового тока и т.п.*, совершенно не привязываясь к предусмотренной ГОСТ классификации и не учитывая, что данные устройства могут защищать от перенапряжений, не только вызванных ударом молнии, но и возникших в результате рабочих переключений оборудования на подстанциях, однофазных коротких замыканиях на высоковольтных линиях или при работе низковольтных нагрузок, имеющих в своем составе ключевые преобразователи (например, тиристорные выпрямители, сварочные аппараты).

И еще, обязательно надо отметить не достаточную корректность термина **устройство защиты от перенапряжений (УЗИП)**, который использован в новой «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций», СО-153-34.21.122-2003. Приведенный выше термин не раскрывает главную суть и характеристику данного типа устройств. Перенапряжения, согласно ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», могут быть импульсными и временными. Импульсные перенапряжения данным ГОСТом не нормируются, но в то же время ГОСТ предусматривает нормирование временных перенапряжений, длительность которых превышает 10 мс, а амплитуда превышает значение $1.1U_{ном}$ (где $U_{ном}$ – номи

нальное напряжение сети). Устройства, предназначенные для защиты от импульсных перенапряжений, как правило, сами нуждаются в дополнительной защите от временных перенапряжений, в случае превышения ими *максимального длительного рабочего напряжения* U_c , предусмотренного производителем. Такие перенапряжения приводят УЗИП к выходу из строя, часто сопровождающемуся большим нагревом и разрушением, как самого нелинейного элемента, так и корпуса устройства, а иногда и возгоранием.

Примером такой ситуации может быть повышение напряжения по вине поставщика электроэнергии или обрыв (отгорание) нулевого проводника при вводе в электроустановку (в трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью трансформатора). Как известно, в последнем случае к однофазной нагрузке может оказаться приложенным межфазное напряжение величиной до 380 В. При этом устройство защиты от импульсных перенапряжений откроется, и через него начнет протекать ток. Величина этого тока будет стремиться к величине тока короткого замыкания (рассчитывается по общеизвестным методикам для каждой точки электроустановки) и может достигать нескольких сотен ампер (и более). Практика показывает, что терморазмыкатель варисторного УЗИП не успевает отреагировать в подобных ситуациях из-за тепловой инерционности конструкции. Варистор, как правило, разрушается в течение нескольких секунд, после чего режим короткого замыкания также может сохраняться через дугу (по продуктам разрушения и горения варистора. При этом возникает вероятность замыкания клемм устройства на корпус шкафа или DIN-рейку при расплавлении пластмассы корпуса и возможность повреждения изоляции проводников в цепях включения защитных устройств.

На фотографии (рис. 1) показаны последствия подобной ситуации, в результате которой произошел пожар в распределительном щите.



Рис.1 Выход из строя варисторного УЗИП привел к пожару в ГРЩ.

На рисунке 2 показано варисторное УЗИП, которое в результате аварийной ситуации стало источником пожара в щите.

Рис. 2



Сказанное выше относится не только к варисторным ограничителям, но и к УЗИП на базе разрядников, которые не имеют в своем составе устройства теплового отключения. Для того чтобы предотвратить подобные последствия рекомендуется устанавливать последовательно с устройствами защиты от импульсных перенапряжений предохранители с характеристиками срабатывания gG или gL (классификация согласно требованиям стандартов ГОСТ Р 50339.0-92 (МЭК 60269-1-86) или VDE 0636 (Германия) соответственно). На рисунке 3 показан вариант включения предохранителей в схему электроустановки.

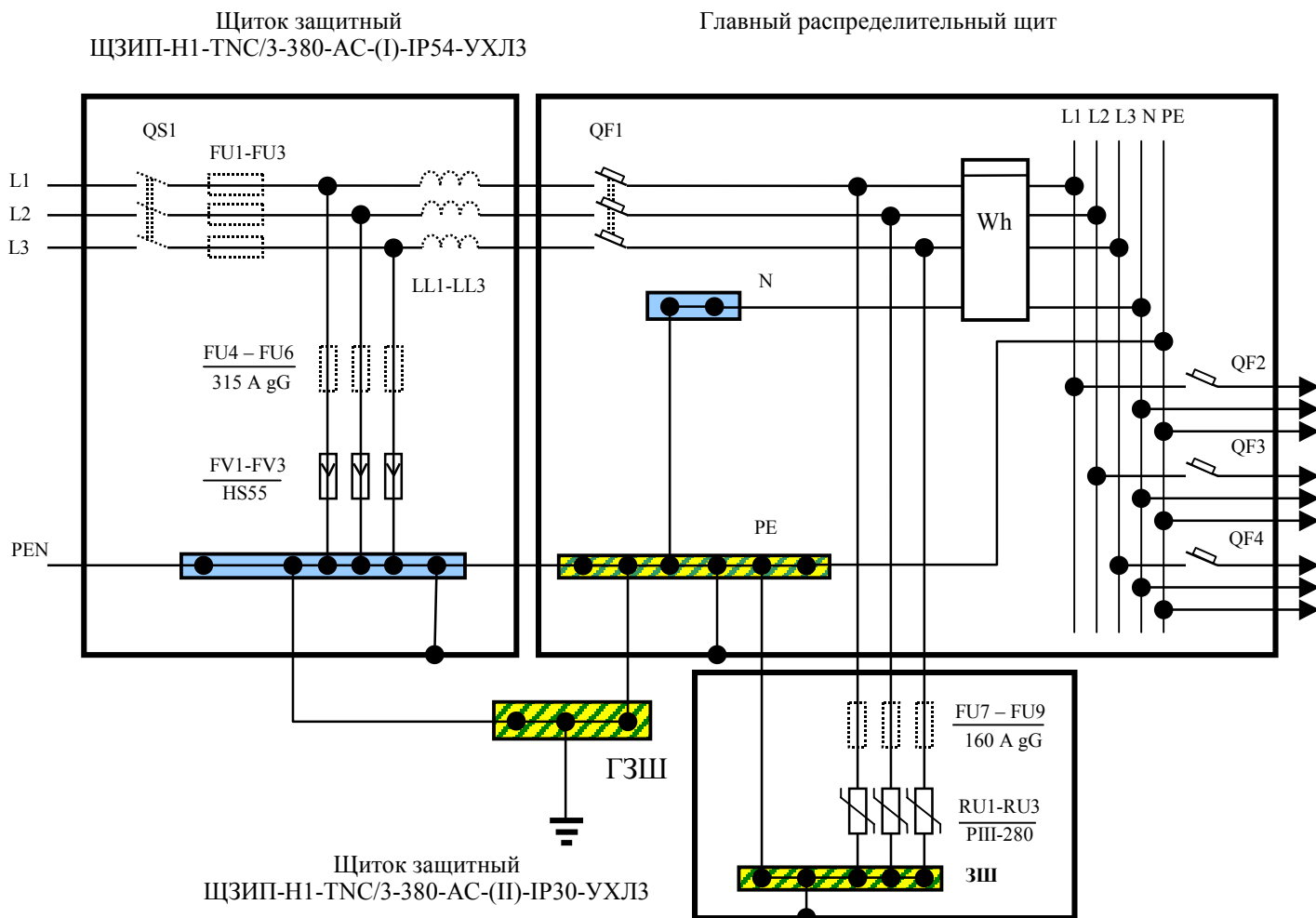


Рис.3. Применение предохранителей для защиты УЗИП

Номиналы предохранителей и тип их время-токовых характеристик определяются конкретным производителем УЗИП и отражаются в технической документации. Как уже указывалось выше, для этих целей обычно используются предохранители типа gG или gL, предназначенные для защиты проводников и коммутационного оборудования от перегрузок и коротких замыканий. Они обладают значительно меньшим временем срабатывания по сравнению с автоматическими выключателями тех же номиналов. При этом предохранители имеют более высокую стойкость к импульсным токам значительных величин.

Пример выбора номиналов предохранителей для схемы рассмотренной на рисунке 3 показан ниже:

- При номинале предохранителей FU1-FU3 более 315 А gG (или их отсутствии), номиналы FU4-FU6 выбираются - 315 А gG, номиналы FU7-FU9 выбираются – 160 А gG;
- При номинале предохранителей FU1-FU3 менее 315 А gG, но более 160 А gG, предохранители FU4-FU6 можно не устанавливать, номиналы FU7-FU9 выбираются – 160 А gG.
- При номинале предохранителей FU1-FU3 менее 160 А gG, предохранители FU4-FU6 и FU7-FU9 можно не устанавливать.
- При наличии разделительных дросселей LL1-LL3 номинал предохранителей FU1-FU3 должен соответствовать номинальному току дросселей.

Так же необходимо учитывать наличие или отсутствие автоматического выключателя QF1:

- При номинале предохранителей FU1-FU3 более 160 А gG (или их отсутствии) и при номинале автоматического выключателя QF1 более 100 А (или его отсутствии), номиналы FU7-FU9 выбираются – 160 А gG;
- При номинале автоматического выключателя QF1 менее 63 А, как показала практика, предохранители FU7-FU9 можно не устанавливать.

Практический опыт и данные экспериментальных испытаний показывают, что автоматические выключатели очень часто повреждаются при воздействии импульсных перенапряжений. Известны случаи подгорания контактов или приваривания их друг к другу. И в том и в другом случае автоматический выключатель не сможет в дальнейшем выполнять свои функции.

В любом случае, из всего сказанного выше следует, что электроустановка должна быть дополнительно защищена от воздействия временных перенапряжений при помощи специальных устройств, к которым можно отнести, например, реле контроля напряжения с функцией управления контактором или реле контроля фаз и другие подобные им приборы, широко представленные на рынке.

2. Требования к обозначениям параметров УЗИП:

Для того, что бы правильно выбрать устройство защиты от импульсных перенапряжений для конкретной цели, проектировщику или потребителю необходима следующая информация, которая обязательно должна быть показана в каталоге и нанесена на лицевой части корпуса УЗИП:

- U_n - **Номинальное напряжение сети**. В большинстве случаев оно выбирается равным 230 В. Хотя производятся устройства с другими номинальными напряжениями
- U_c - **Максимальное длительное рабочее напряжение** - это максимальное напряжение действующего значения переменного или постоянного тока, которое может длительно подаваться на выходы УЗИП

- **I_{imp}** - *Импульсный ток*. Определяется пиковым значением тока I_{peak} и зарядом Q (применяется, как правило, испытательный импульс с формой волны 10/350 мкс). Применяется для испытаний защитных устройств класса I.
- **I_{max}** - *Максимальный импульсный разрядный ток*. Это пиковое значение испытательного импульса тока формы 8/20 мкс, который защитное устройство может пропустить один раз и не выйти из строя. Используется для испытания УЗИП класса II.
- **I_n** - *Номинальный импульсный разрядный ток*. Это пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, с формой волны 8/20 мкс. Применяется для испытания УЗИП класса II. Ток данной величины защитное устройство может выдерживать многократно. При воздействии данного импульса определяется уровень защиты устройства. По этому параметру также производится координация других характеристик УЗИП, а также норм и методов его испытаний.
- **U_p** - *Уровень напряжения защиты*. Это максимальное значение падения напряжения на защитном устройстве при протекании через него импульсного тока разряда. Параметр характеризует способность устройства ограничивать появляющиеся на его клеммах перенапряжения. Обычно определяется при протекании номинального импульсного разрядного тока (I_n).
- **I_f** - *Сопровождающий ток. (Параметр для УЗИП на базе разрядников)*. Это ток, который протекает через разрядник после окончания импульса перенапряжения и поддерживается самим источником тока, т.е. электроэнергетической системой. Фактически значение этого тока стремится к расчетному току короткого замыкания (в точке установки разрядника для данной конкретной электроустановки).
- **Код IP** - *Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой*. Определяется производителем, согласно ГОСТ 14254.
- **ϑ** - *диапазон рабочих температур УЗИП*
- **t_a** - *время реагирования защитного устройства на импульсное воздействие*
- **Класс защитного устройства I, II или III**. Указывается в соответствии с ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК- 61643-98)

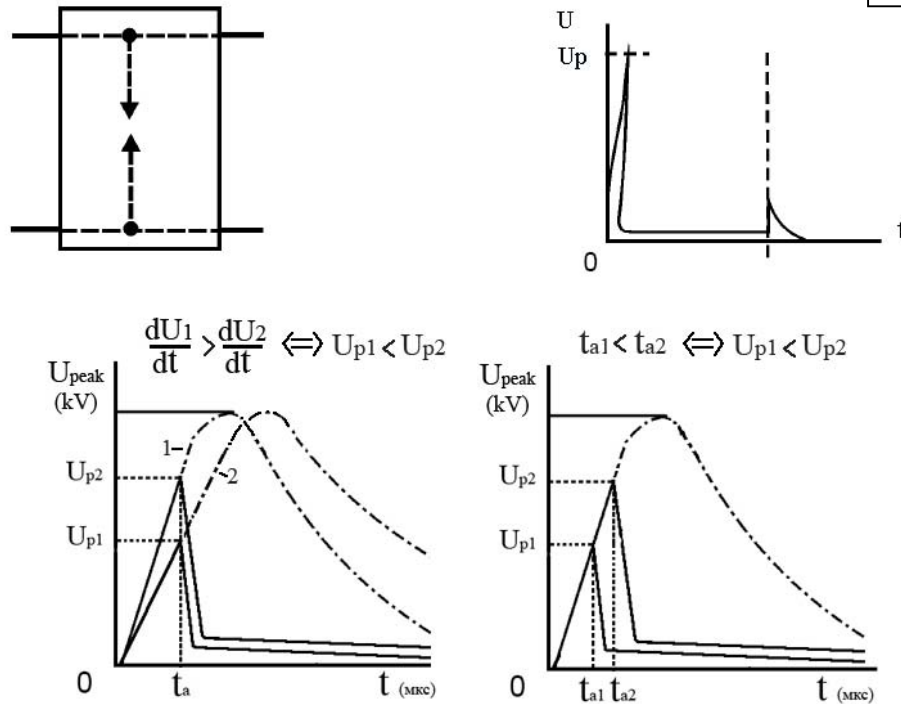
3. Наиболее часто встречающиеся недостатки в обозначении параметров и маркировке УЗИП:

- Не указывается класс УЗИП (I, II или III, в соответствии с ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК-61643-1-98)) вообще, или обозначается буквами B, C, D без ссылки на некоторый стандарт. Буквенное обозначение, например, принято в немецком национальном стандарте DIN VDE 0675, который не может быть использован в России как нормативный документ.
- Не указывается диапазон рабочих температур прибора ϑ .
- Данные основных параметров УЗИП, приведенные на фирменных табличках и в сопроводительной документации, часто значительно отличаются (завышаются) от данных, получаемых при испытании защитных устройств соответствующими импульсными токами и напряжениями в специальных лабораториях. Это касается, прежде всего, указываемых максимальных значений испытательных импульсных разрядных токов $I_{imp}(10/350)$, $I_{max}(8/20)$, $I_n(8/20)$, а так же данных, определяющих максимальную удельную энергию W/R и максимальный заряд Q для УЗИП I и II классов. Частично этот недостаток можно объяснить разбросом параметров самих нелинейных элементов, которые обязательно существуют при их серийном производстве.

Кроме перечисленного выше, часто не указывается, какие критерии были положены в определение параметра U_p (уровень напряжения защиты).

Совершенно ясно, что для УЗИП на базе разрядника параметр U_p будет зависеть в первую очередь от крутизны фронта импульса и времени реагирования t_a самого разрядника, которое в свою очередь зависит от его конструкции (см. рис 4).

Рис.4



Для варисторного УЗИП уровень напряжения защиты U_p будет напрямую зависеть от амплитудного значения импульсного тока, и не будет зависеть от длительности и фронта импульса. Поэтому некоторые поставщики УЗИП показывают более низкое значение U_p , что, конечно же, является более привлекательным для потребителя. При этом они не акцентируют внимание на том, при каком значении импульсного тока оно было измерено (I_n ; I_{max} или при каком-то меньшем (рис.5))!

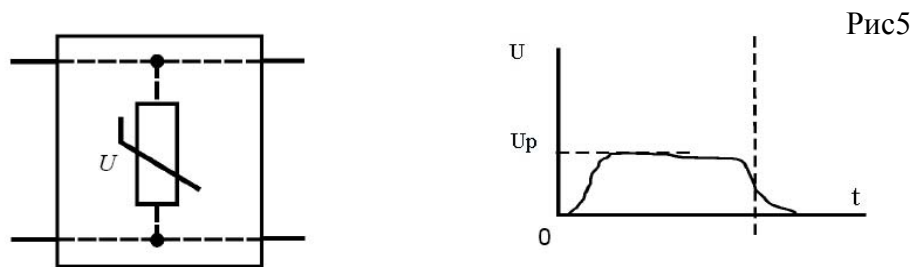
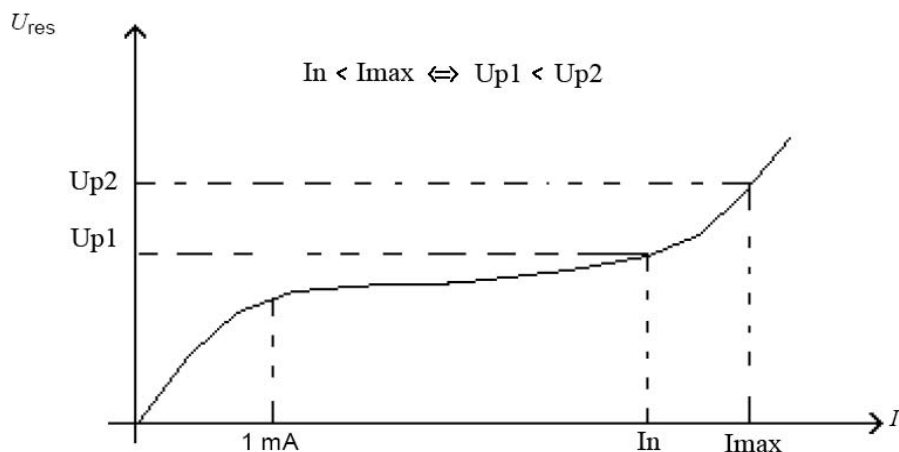


Рис5



Сказанное выше подтверждается осциллограммами, полученными при испытании УЗИП на базе разрядника и варистора комбинированной волной напряжения и тока (формы 1.2/50 мкс и 8/20 мкс соответственно, (см. рис. 6 а-в).



а)

б)

в)

Рис.6 а) Волна напряжения формы 1.2/50 мкс, б) Форма импульса после срабатывания разрядника, в) Форма импульса после срабатывания варистора

Часто встречающиеся недостатки в конструктивном исполнении УЗИП I, II и III классов

В данном разделе будут рассмотрены некоторые конструктивные особенности исполнения устройств защиты от импульсных перенапряжений. Большинство из недостатков УЗИП вскрываются в процессе эксплуатации и заставляют производителей совершенствовать их конструкцию.

Многие фирмы предлагают УЗИП классов I и II, в конструкции которых предусмотрен съемный модуль с нелинейным элементом (разрядником или варистором). Данный модуль соединяется с основанием (базой) устройства при помощи ножевых контактов в модуле и ответных контактов в базе. Такое конструктивное исполнение кажется на первый взгляд более выгодным и удобным для заказчика, чем монолитный корпус, в связи с возможностью более простого осуществления измерения сопротивления изоляции электропроводки (при измерениях повышенными напряжениями этот модуль можно просто изъять) или замены модуля при выходе его из строя. Однако, в модульных конструкциях при низком качестве гальванического покрытия контактов (неравномерное покрытие, окислившаяся поверхность контакта ит.п.), недостаточной рабочей площади соприкосновения и малой степени прижатия контактных поверхностей друг к другу, способность таких соединений пропускать импульсные токи не превышает пределов $I_{\max} = 25$ кА для волны (8/20 мкс) и $I_{\text{imp}} = 20$ кА для волны (10/350 мкс).

Несмотря на это, некоторые изготовители показывают в рекламных каталогах для защитных устройств подобного типа максимальные разрядные способности с величинами до $I_{\max} = 100$ кА (8/20 мкс) или $I_{\text{imp}} = 25 \div 50$ кА (10/350 мкс), что определяется параметрами только лишь самого нелинейного элемента. К сожалению, это не всегда подтверждается практическими данными. Бывают случаи, когда уже при первом ударе испытательного импульса тока с указанными выше амплитудами может произойти пережигание и разрушение не только ножевых контактов сменного модуля, но также и повреждение ответных контактов в базе.

Результаты воздействия испытательного импульса тока $I_{\max} = 50 \text{ кА}$ (8/20 мкс) на механическую часть и ножевой контакт варисторного УЗИП показано на фотографиях (рис. 7). Последствия испытания импульсным током с амплитудой $I_{\text{imp}} = 50 \text{ кА}$ (10/350 мкс) для случая с модульным УЗИП на базе разрядника показан на рисунке 8.

Рис. 7

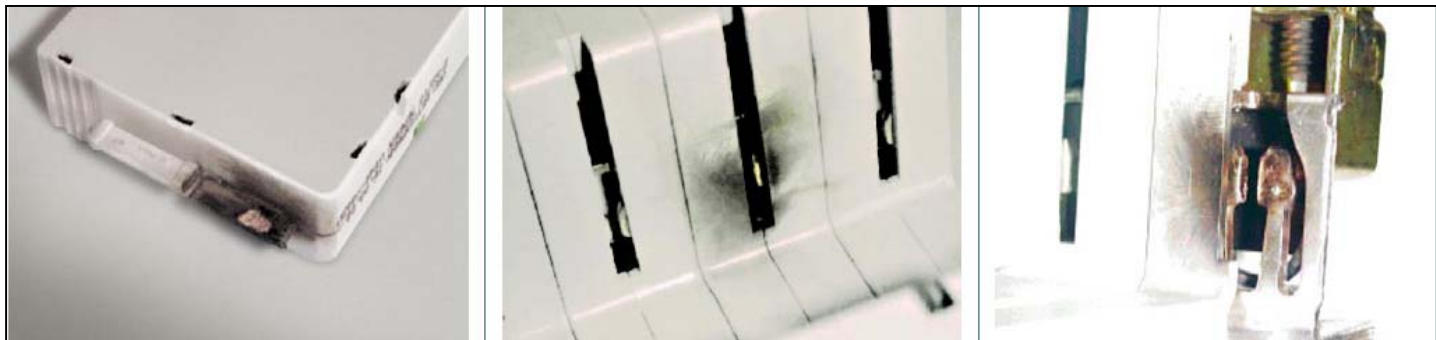
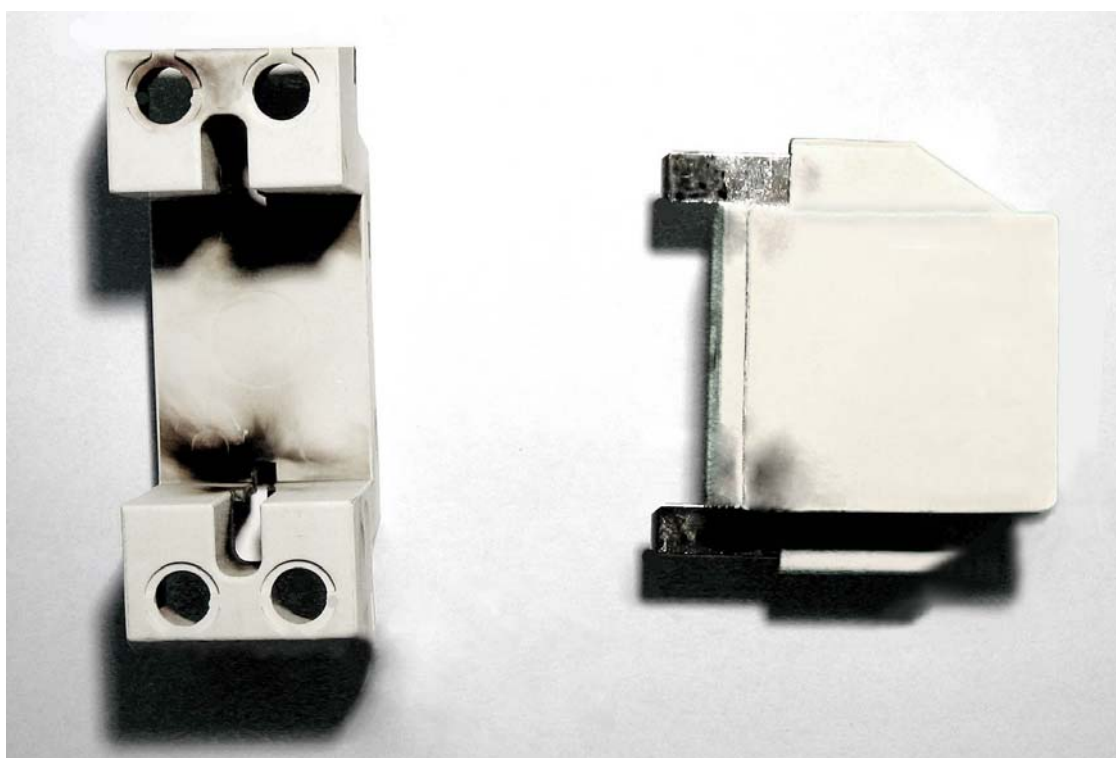


Рис.8



Очевидно, что после подобного воздействия сложным становится, собственно, сам вопрос извлечения вставки из базы, так как их контакты могут привариться друг к другу. Даже если вставку удастся отсоединить от базы, последнюю будет нельзя использовать далее из-за подгоревших контактов, которые приведут к резкому возрастанию переходного сопротивления и, соответственно, уровня защиты данного УЗИП

Для того, чтобы избежать подобных последствий, необходимо быть абсолютно убежденным в качестве контактного соединения в применяемом УЗИП. Целесообразно защитные устройства модульной конструкции класса I применять только тогда, когда существует га

рантия, что ожидаемые импульсные воздействия не превысят указанных ранее критических значений, а это довольно-таки сложно предсказать из-за их вероятностных характеристик. Иными словами, когда существует вероятность прямого удара молнии непосредственно в объект (его систему внешней молниезащиты) или подводимую к объекту электропитающую линию, в первой ступени защиты желательно применять моноблочные УЗИП класса I (без съемных модулей).

Единственным разумным вариантом применения модульных УЗИП класса II может быть их использование только в качестве второй ступени защиты при условии согласования их параметров (импульсных токов и уровней защиты) с УЗИП класса I, установленным в первой ступени.

Следующим, очень часто встречающимся серьезным недостатком УЗИП, особенно это касается УЗИП I и II классов, является конструкция клемм для подключения проводников. Существует конструкция клемм, у которых зажимной винт при его заворачивании давит непосредственно на закрепляемый провод, при чём в точке соприкосновения возникает чрезмерно высокое давление, вызывающее так называемую „ползучесть“ материала провода (обычно меди или алюминия). В результате после определённого времени ползучесть материала приводит к ослаблению контакта провода в корпусе клеммы и как следствие - к возникновению местного переходного сопротивления. Последнее при срабатывании УЗИП под воздействием импульсных разрядных токов с амплитудами в десятки кА вызывает искрообразование и обгорание всего зажима (рис 9), что приводит к отказу устройства в целом и повышению риска возникновения пожара.

Рис. 9



Несколько замечаний по выбору типа и параметров защитных устройств

Анализ данных экспериментальных испытаний некоторых образцов УЗИП, а также информация, полученная в результате обмена опытом с теми, кто уже эксплуатирует подобные устройства, выявили целый ряд замечаний, которые можно порекомендовать учитывать при выборе типа УЗИП и оценке соответствия заявленных параметров его реальным возможностям. Ниже приведены некоторые из выводов (уже подтвержденные практикой):

1. Несоответствие указываемых максимальных значений испытательных импульсных разрядных токов I_{imp} (10/350 мкс), I_{max} (8/20 мкс), I_n (8/20 мкс), а так же данных, опре

деляющих максимальную удельную энергию W/R и максимальный заряд Q для УЗИП I и II классов. Например, некоторыми производителями указывается для варисторных УЗИП I-го класса ток I_{imp} (10/350 мкс) величиной более 20 кА. На рисунке 10 показан результат испытания защитного устройства током I_{imp} (10/350 мкс) = 25 кА, который был указан на лицевой панели УЗИП. Результат, как говорится, на лицо.

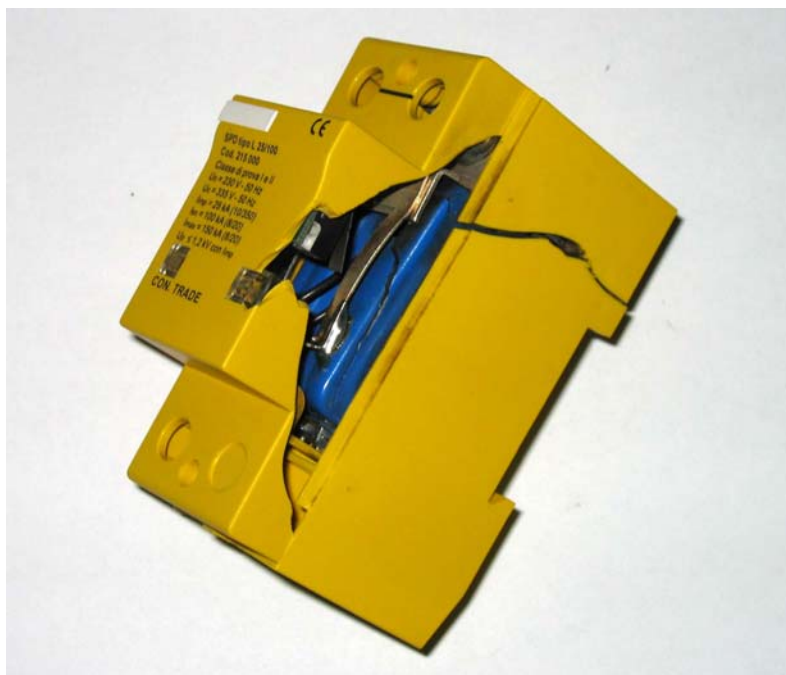


Рис 10

Вывод следующий: К варисторным УЗИП, для которых определены производителем токи I_{imp} (10/350 мкс) величиной более 20 кА, следует относиться с некоторой осторожностью, так как производить такие УЗИП технологически довольно-таки сложно. Это требует очень тщательного и трудоемкого процесса подбора отдельных кристаллов варисторов (для создания сборки) по их квалификационному напряжению и еще целому ряду параметров. В результате такое производство становится экономически не выгодным и появляется основание считать, что приведенный в технической документации параметр может быть несколько завышен!

В тех случаях, когда необходимо обеспечить защиту от импульсных токов величин более 20 кА (10/350 мкс), рекомендуется применять УЗИП на базе разрядников.

2. Второе замечание будет корректировать первое. А именно:

- не все разрядники рекомендуется использовать. Перед выбором разрядника нужно оценить ожидаемое значение импульсного тока, который может протекать через элементы электроустановки и сравнить его значение с предлагаемыми параметрами УЗИП на базе разрядника. При этом особо следует обратить внимание на значение сопровождающего тока. Это более подробно описывалось в предыдущих номерах журнала. Далее желательно обратить внимание на конструкцию разрядника, это описывалось выше. Разрядники со съемным модулем в некоторых ситуациях могут привести к проблемам. При экспериментальных исследованиях наблюдались случаи, когда при протекании через них тока I_{imp} (10/350 мкс) = 50 кА, съемный модуль под воздействием динамического удара выпрыгивал из базы. В нескольких случаях наблюдалось даже разрушение базы.
- Разрядники с открытой разрядной камерой при зажигании в них дуги осуществляют выброс раскаленных ионизированных газов через сопло в нижней части корпуса.

Это накладывает особые требования к безопасности человека и к условиям монтажа. В зону выброса не должны попадать проводники и другие предметы, не стойкие к высоким температурам. Шкафы для таких разрядников могут быть изготовлены только из металла. Но самое главное, что при срабатывании таких разрядников на пределе своих возможностей ($I_{imp} = 50 - 60 \text{ кА (10/350 мкс)}$) из них выбрасываются ступки раскаленного и расплавленного материала их электродов, а сила выброса такова, что на практике известны даже случаи значительной деформации металлических шкафов, сравнимые только с последствиями взрыва ручной гранаты. На объектах связи с высокими антенно-мачтовыми сооружениями не раз наблюдались случаи, когда у металлических шкафов с подобными разрядниками выбивало закрытые дверцы. Пример такого срабатывания такого разрядника приведен на рисунке 11.

Выводы: задавайте вопросы поставщикам защитных устройств, добивайтесь исчерпывающих ответов, и уже только после этого принимайте решение о приобретении того или иного устройства. Уважающий себя производитель всегда дает достаточный объем технической информации. И в том случае, если Вы не сумели ее получить, попробуйте поискать что-то другое, более Вам понятное. Тем более, что рынок сейчас начал массово наводняться подобными устройствами и есть из чего выбрать!

Рис.11



Диагностика устройств защиты от импульсных перенапряжений

Конструкция и параметры устройств защиты от импульсных перенапряжения постоянно совершенствуются, повышается их надежность, снижаются требования по техническому обслуживанию и контролю. Но, не смотря на это, нельзя оставлять без внимания вероят

ность повреждения УЗИП, особенно при интенсивных грозах, когда может произойти несколько ударов молнии непосредственно в защищаемый объект или вблизи от него во время одной грозы. Устройства защиты, применяемые в низковольтных электрических сетях и в сетях передачи информации подвержены так называемому старению (деградации), т.е. постепенной потере своих способностей ограничивать импульсные перенапряжения. Интенсивнее всего процесс старения протекает при повторяющихся грозовых ударах в течении короткого промежутка времени в несколько секунд или минут, когда амплитуды импульсных токов достигают предельных максимальных параметров I_{max} (8/20 мкс) или I_{imp} (10/350 мкс) для конкретных типов защитных устройств.

Повреждение УЗИП происходит следующим образом. Разрядные токи, протекающие при срабатывании защитных устройств, нагревают корпуса их нелинейных элементов до такой температуры, что при повторных ударах с той же интенсивностью (в не успевшее остыть устройство) происходит:

- у варисторов - нарушение структуры кристалла (тепловой пробой) или его полное разрушение;
- у металлокерамических газонаполненных разрядников (грозозащитных разрядников) - изменение свойств в результате утечки газов и последующее разрушение керамического корпуса;
- у разрядников с открытой разрядной камерой - за счет взрывного выброса ионизированных газов во внутреннее пространство распределительного щита могут возникать повреждения изоляции кабелей, клеммных колодок и других элементов электрического шкафа или его внутренней поверхности. Важной особенностью при эксплуатации разрядников этого типа в распределительных щитах является также необходимость повышения мер противопожарной безопасности.

По указанным выше причинам все серьезные изготовители устройств защиты от импульсных перенапряжений рекомендуют осуществлять их регулярный контроль как минимум два раза в год - перед началом грозового сезона и после его окончания, а также после каждой сильной грозы. Проверку необходимо осуществлять с помощью специальных тестеров или приборов, которые обычно можно заказать у фирм, занимающихся техникой защиты от перенапряжений. Контроль, осуществляемый другими способами, например, визуально или с помощью универсальных измерительных приборов, в этом случае является неэффективным по следующим причинам:

- Варисторное защитное устройство - может быть повреждено, хотя сигнализация о выходе варистора из строя не сработала. Варистор может обладать искажённой вольтамперной характеристикой (более высокая утечка) в области токов до 1 мА (область рабочих токов при рабочем напряжении сети; настоящую область не возможно проверить с помощью обычно применяемых приборов). Проверка осуществляется минимально в 2-х точках характеристики (как правило, при 10 и 1000 мкА), при помощи специального источника тока с высокой скоростью нарастания напряжения (от 1 до 1,5 кВ). При этом простое измерение квалификационного напряжения не даст полной картины состояния варистора.
- Металлокерамический газонаполненный разрядник - с помощью визуального контроля можно заметить только поврежденный от взрыва внешний декоративный корпус УЗИП (или его выводы). Что бы выяснить состояние самого разрядника необходимо разобрать внешний корпус, но даже при таком контроле практически нельзя обнаружить утечку его газового заряда. Контроль напряжения зажигания грозового разрядника с помощью обыкновенных измерительных приборов выполнить невозможно, так как динамическое напряжение зажигания разрядника будет зависеть от крутизны фронта импульса, а статическое напряжение зажигания даст информацию только лишь о том, что разрядник способен зажигаться вообще. Реальную картину состояния разрядника и значения его уровня защиты можно получить только при помощи специализированных генераторов, форми

рующих комбинированную волну напряжения и тока [3], и запоминающего осциллографа

- Разрядник с открытым искровым промежутком - проверку исправной работы можно осуществить только после его демонтажа и измерения с помощью генератора грозового тока с характеристикой I_{imp} (10/350 мкс) по заказу у изготовителя устройств для защиты от импульсных перенапряжений или в специальной лаборатории.

Литература:

1. ИЕС-61024-1 (1990-04): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы»
2. ИЕС-61312-1 (1995-05): «Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Основные принципы».
3. ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК 61643-1-98) «Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний»
4. СО–153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».
5. ГОСТ Р 50571.26-2002 «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Раздел 534. Устройства для защиты от импульсных перенапряжений»
6. ГОСТ Р 50339.0 (МЭК 60269-1-86) «Низковольтные плавкие предохранители. Общие требования»
7. «Electromagnetic compatibility, surge, surge protection». Jaroslav Hudec, Nakel Ltd.
8. «Зоновая концепция. Молниезащита», Зоричев А.Л. Новости электротехники № 27,28 , 2004 г