

УЗИП и его параметры

УЗИП для низковольтных силовых распределительных систем до 1000 В

Определение УЗИП

Согласно п.3.1 ГОСТ ИЕС 61643-11-2013: «Устройство для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) – это устройство, предназначенное для ограничения переходных перенапряжений и для отвода импульсов тока. УЗИП является укомплектованным устройством с собственными средствами присоединения и это устройство содержит по крайней мере один нелинейный элемент.

Кроме основных элементов УЗИП могут дополнительно включать в себя индикаторы состояния, разъединители, плавкие предохранители, катушки индуктивности, резисторы, конденсаторы и другие элементы.

Классификация УЗИП

I. По типу нелинейного элемента УЗИП различают:

- **УЗИП коммутирующего типа:** УЗИП, которое в отсутствие перенапряжения сохраняет высокое полное сопротивление, но может мгновенно изменить его на низкое в ответ на скачок напряжения. Общим примером элементов, служащих коммутирующими устройствами, являются разрядники (газонаполненные, открытого типа, угольные, искровые промежутки), такие УЗИП иногда называют «разрядники». Ещё одним примером УЗИП коммутирующего типа являются тиристоры (кремниевые выпрямители), управляемые тиристоры.

ЗАО «Хакель Рос» производит УЗИП коммутирующего типа на основе угольных, многозачорных угольных и газонаполненных разрядников. Условные обозначения этих разрядников, согласно ГОСТ 2.727-68, приведены на рис. 1 и рис. 2:

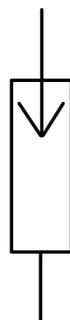


Рис. 1 Общее обозначение разрядника (обозначаются угольные и многозачорные угольные разрядники)

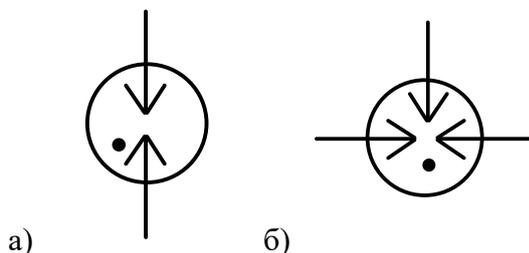


Рис. 2 Обозначение разрядника с газовым наполнением: двухэлектродный а), трёхэлектродный б)

- **УЗИП ограничивающего типа:** УЗИП, которое в отсутствие перенапряжения сохраняет высокое полное сопротивление, но постепенно снижает его с возрастанием волны тока и напряжения. Общим примером элементов, служащих нелинейными устройствами, являются варисторы и защитные диоды (ограничительные стабилитроны, супрессоры или TVS-диоды). Такие УЗИП иногда называют «ограничители». Условное обозначение варистора (согласно ГОСТ 2.728-74) приведено на рис. 3. Условное обозначение супрессора, который ещё называют

ограничительным стабилитроном, соответствует обозначению стабилитрона по ГОСТ 2.730-73 и приведено на рис. 4.

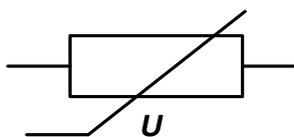


Рис. 3 Условное обозначение варистора

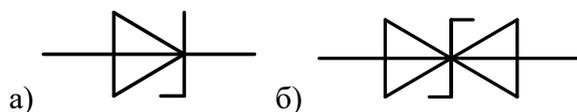


Рис. 4 Условное обозначение супрессора: одностороннего а), двустороннего б)

- **УЗИП комбинированного типа:** УЗИП, содержащие элементы как коммутирующего, так и ограничивающего типов, которые могут коммутировать и ограничивать напряжение, а также выполнять обе функции; их действие зависит от характеристик подаваемого напряжения. Примеры типичных УЗИП комбинированного типа, показаны на рис. 5:

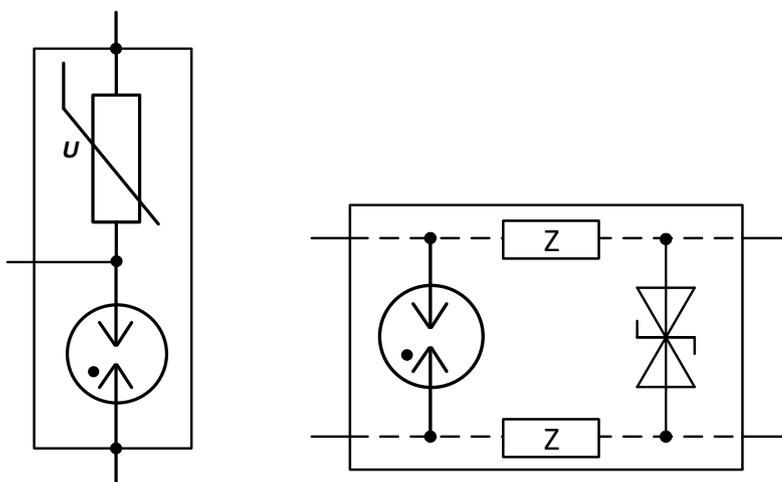


Рис. 5 УЗИП комбинированного типа

- **УЗИП короткозамкнутого типа:** УЗИП, испытываемое по классу II (см. п. III), которое в условиях превышения импульсным током значения номинального разрядного тока I_n (см. п. V) меняет свою характеристику на намеренное состояние внутреннего короткого замыкания.

УЗИП данного типа ЗАО «Хакель Рос» не производится.

II. По количеству вводов УЗИП различают:

- **одновводное УЗИП:** УЗИП без последовательно включённого полного сопротивления между выводами. Одновводное УЗИП может иметь отдельные вводной и выводной выводы. Такие УЗИП подключаются параллельно защищаемой линии (рис. 6):

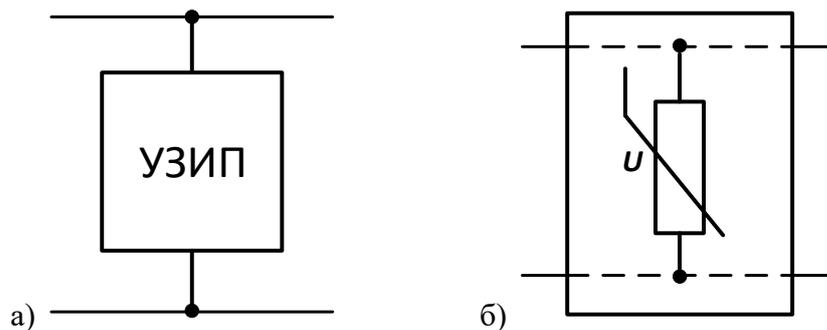


Рис. 6 УЗИП одновводные: общее обозначение а), одновводное УЗИП с отдельными вводными и выводными зажимами б)

В первом случае ток нагрузки не проходит через УЗИП, во втором случае ток нагрузки через УЗИП проходит. В этом случае превышение температуры под нагрузкой и максимально допустимый ток нагрузки могут быть определены как для двухвводного УЗИП.

- **двухвводное УЗИП:** УЗИП с включённым последовательно между отдельными вводным и выводным выводами специальным полным сопротивлением. УЗИП этого типа могут подключаться в защищаемую линию последовательно. Измеренное предельное напряжение может быть выше на вводах, чем на выводах. Поэтому защищаемое оборудование следует подсоединять к выводным зажимам. (рис. 7):

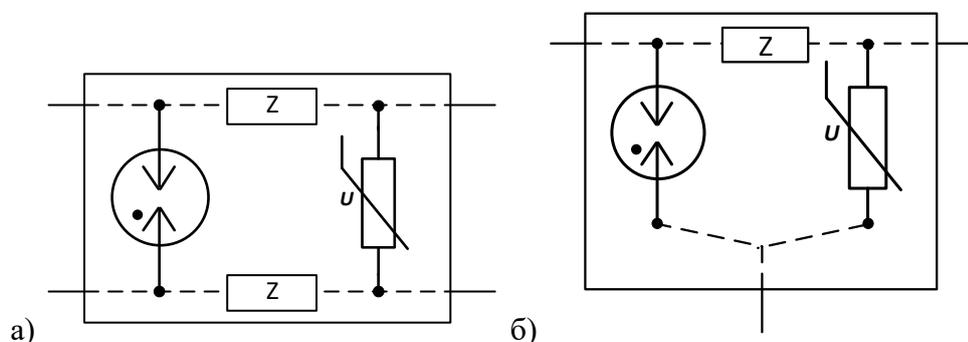


Рис. 7 УЗИП двухвводные: с четырьмя выводами а), с тремя выводами б)

III. По разъединителю

Разъединитель УЗИП, это устройство, предназначенное для отсоединения УЗИП или его части от силовой системы. Данное разъединительное устройство не обладает способностью к разъединению для безопасности. Оно предназначено для предупреждения устойчивой неисправности системы и применяется для указания о повреждении УЗИП.

По решению производителя местоположение разъединителя может быть:

- Внутреннее (встроенное);
- Внешнее;
- Внутреннее и внешнее.

Кроме функции разъединения данное устройство может быть с дополнительными защитными функциями:

- С тепловой защитой;
- С защитой от токов утечки;
- С защитой от сверхтока.

Эти защитные функции могут быть распределены по отдельным устройствам. УЗИП ограничивающего типа на базе варистора как правило оснащаются внутренним разъединителем с тепловой защитой.

В линейке устройств производства ЗАО «Хакель Рос» нет УЗИП со встроенными разъединителями с функцией защиты от токов утечки и сверхтока. Для реализации данных защитных функций необходимо соответствующее внешнее устройство – предохранитель, автоматический выключатель или устройство дифференциального тока (УДТ - механическое коммутационное устройство или комплекс устройств, которое вызывает размыкание силовой цепи, когда дифференциальный или несбалансированный ток достигает заданного значения в заданных условиях – ГОСТ ИЕС 61641-11-2013).

При этом рекомендуется, что бы при номинальном разрядном токе I_n устройство защиты от сверхтока или УДТ не срабатывало. Более подробные рекомендации по выбору данных устройств можно получить у производителей УЗИП.

Индикатор состояния, это прибор, связанный с разъединителем, служит для снабжения потребителя информацией о том, в рабочем ли состоянии УЗИП, или не функционирует согласно назначению. Его применяют для предупреждения о необходимости замены УЗИП. Индикаторы состояния могут быть локальными или дистанционными, и могут подавать электрические, видео или аудиосигналы.

Выходной контакт, это контакт, включённый в цепь, отдельную от главной цепи УЗИП, подключённый к разъединителю или индикатору состояния.

IV. По виду импульсных испытаний УЗИП для низковольтных распределительных сетей до 1000 В различают:

- **УЗИП класса I** - проходят испытания класса I. Это испытания, проводимые с максимальным импульсным током I_{imp} , с формой волны 10/350 мкс, номинальный разрядный ток I_n с формой волны 8/20 мкс или волна напряжения 1,2/50 мкс. Эти УЗИП предназначены для защиты от прямых ударов молнии в систему внешней молниезащиты объекта или воздушную линию электропередач. Устанавливаются на вводе в объект (рис. 8).



Рис.8. УЗИП класса I HS55, H50-50 коммутирующего типа

- **УЗИП класса II** - проходят испытания класса II: Это испытания, проводимые номинальным разрядным током I_n , максимальным разрядным током I_{max} с формой волны 8/20 мкс или волной напряжения 1,2/50 мкс. Эти УЗИП предназначены для защиты токораспределительной сети объекта от коммутационных помех или как вторая ступень защиты при ударе молнии (рис. 9).



Рис. 9 УЗИП класса II: типа ГСВ2-230/50 С ограничивающего типа а), типа ГСК2-230/50 1+1 С комбинированного типа б)

- **УЗИП класса III** - проходят испытания класса III: Это испытания, проводимые комбинированной волной напряжения и тока 1,2/50 мкс - 8/20 мкс соответственно. Эти УЗИП предназначены для защиты конечных потребителей от остаточных перенапряжений после срабатывания УЗИП первой и второй ступеней защиты, наводок во внутренней распределительной сети объекта и фильтрации высокочастотных помех в случае конструктивного совмещения УЗИП с фильтром (рис. 10). Устанавливаются непосредственно возле конечного потребителя.



Рис. 10 УЗИП класса III: типа ГСДЗ-230/ЛТ комбинированного типа

Кроме УЗИП стандартных классов испытаний производители производят устройства классов испытаний I+II; I+II+III и II+III. Данная классификация означает, что эти УЗИП прошли испытания по всем представленным в классификации классам испытаний.

Кроме того, в линейке УЗИП класса III могут встречаться устройства, совмещённые с помехоподавляющим фильтром, который защищает оборудование от высокочастотных помех.



Рис. 11 УЗИП класса III комбинированного типа, совмещённый с помехоподавляющим фильтром типа PI-3k16

V. Вид защиты УЗИП

Это заданный путь тока между выводами, содержащий защитные элементы.

Выводы УЗИП, между которыми включён защитный элемент, могут подключаться:

- между фазами;
- между фазой и землёй;
- между фазой и нейтралью;
- между нейтралью и землёй;
- в любой из комбинаций.

VI. Многополюсные УЗИП

Это УЗИП с более чем одним видом защиты или комбинация нескольких УЗИП, электрически соединённых в единый.

Примером такого устройства служит УЗИП для защиты сетей с системой заземления TN-S, TT, IT и силовых цепей фотоэлектрических систем (рис. 11).

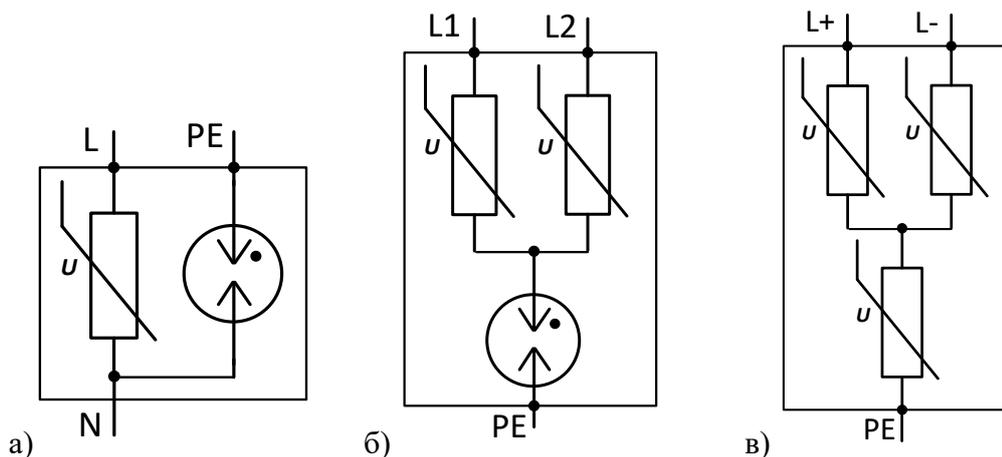


Рис. 11 Примеры многополюсных УЗИП а) для сетей TN-S и TT; б) для сетей IT; в) для фотоэлектрических систем

VII. По диапазону температур и влажности

– С нормальным диапазоном.

Нормальный диапазон температуры составляет от минус 5°C до плюс 40°C. Нормальный диапазон относительной влажности составляет от 5% до 90%. Данный диапазон распространяется на УЗИП для внутренней установки в защищённых от погодных условий местах без контроля температуры и влажности.

– С расширенным диапазоном

Расширенный диапазон температур составляет от минус 40°C до плюс 70°C. Расширенный диапазон относительной влажности составляет от 5% до 100%. Этот диапазон распространяется на УЗИП для наружного применения в незащищённых от погодных условий местах.

Все УЗИП производства ЗАО «Хакель Рос» производятся с расширенным температурным диапазоном, который превосходит стандартный расширенный диапазон. В зависимости от класса испытаний и дополнительного оборудования температурные диапазоны следующие:

- УЗИП класса I; I+II; II и III – от минус 40°C до плюс 80°C;
- УЗИП класса I+II+III – от минус 60°C до плюс 80°C;
- УЗИП класса III совмещённые с помехоподавляющим фильтром - от минус 40°C до плюс 55°C

Диапазоном относительной влажности в соответствии с климатическим исполнением УХЛ2.1 (ГОСТ 15150-69) – от 75% при 15°C до 98% при 25°C.

VIII. По местоположению

– Внутренняя установка

Это УЗИП, предназначенные для установки в оболочке и/или внутри зданий или под навесами. УЗИП, установленные в наружных оболочках или под навесами, считают предназначенными для внутренней установки.

– Наружная установка

УЗИП, предназначенные для применения без оболочек, вне зданий и не под навесами (например, в низковольтных воздушных линиях электропередач).

УЗИП в низковольтных распределительных системах производства ЗАО «Хакель Рос» являются в основном внутренней установки. УЗИП наружной установки – это ограничители перенапряжений класса II для воздушных линий серии SPB. Разделительные разрядники серии ГСР и HGS относятся к УЗИП внутренней и внешней установки.

IX. По способу установки

- Стационарные
- Переносные

X. По доступности

– *Доступные УЗИП*

УЗИП, которые могут быть полностью или частично доступны для прикосновения неквалифицированному персоналу при открывании без помощи инструмента крышек или оболочек уже смонтированных УЗИП.

– *Недоступные УЗИП*

УЗИП, которые не могут быть доступны для прикосновения неквалифицированному персоналу ввиду их установки вне доступа (например, на воздушных линиях электропередач) или размещения в оболочках, которые можно открыть только при помощи инструмента.

XI. По системе питания

– *Переменного тока частотой от 48 до 63 Гц*

– *Переменного тока частотой вне диапазона от 48 до 63 Гц*

УЗИП этого типа может потребовать дополнительных или изменённых методик испытаний.

Основные параметры УЗИП

1. *Предпочтительные значения для УЗИП:* Это типовая линейка значений некоторых параметров УЗИП, наиболее часто применяемые на практике. Предпочтительные значения установлены для испытательных воздействий всех классов на УЗИП, а также для таких основных параметров УЗИП как уровень напряжения защиты U_p и максимальное длительное рабочее напряжение U_c . В зависимости от реальных условий эти значения могут быть выше или ниже рекомендованных.

2. *Импульсный ток I_{imp} :* Пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, определяемое заданными параметрами: зарядом Q , удельной энергией W/R и временем. Применяют при классификации УЗИП для испытаний класса I. Испытания проводят в рабочем циклическом режиме. Обычно для проведения данных испытаний используется импульс с формой волны 10/350 мкс, описывающий первый короткий удар в составе разряда молнии (ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010). Это импульс тока с фактическим номинальным временем фронта (время подъёма от 10 % до 90 % пикового значения) 10 мкс и номинальным временем полупериода 350 мкс. (рис. 12).

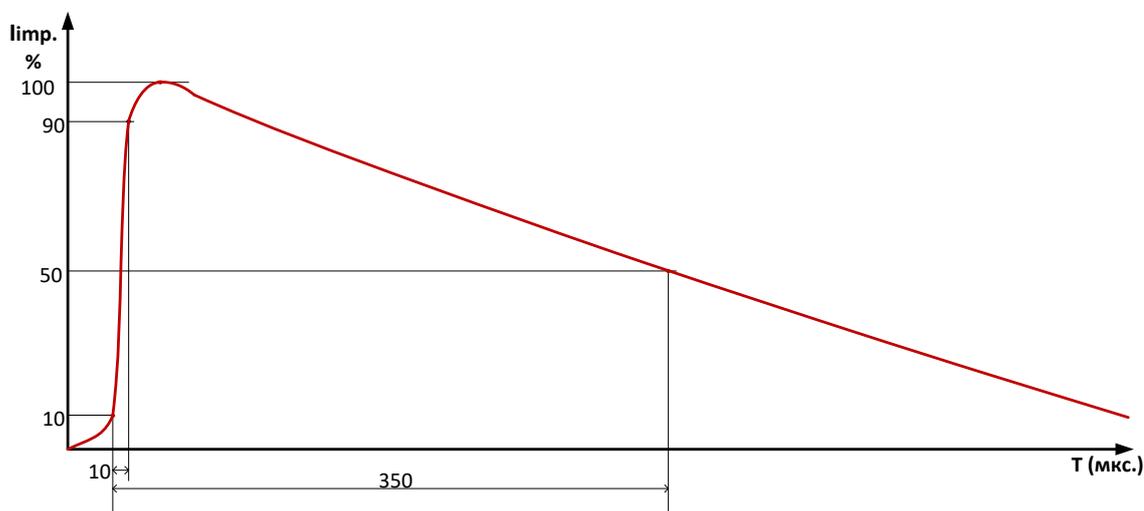


Рис. 12 Форма импульса тока 10/350

Значения параметров воздействия могут выбираться из предпочтительных значений. Для импульсного тока предпочтительные значения следующие:

I_{imp} 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 12,5; 20,0; 25,0 кА.

Но это могут быть и другие формы волн, которые укладываются в указанные допуски, при соответствующих перерасчётах заряда и удельной энергии.

3. **Удельная энергия W/R для испытания класса I:** Энергия, выделяемая импульсным током I_{imp} на единицу сопротивления 1 Ом. Она равна интегралу во времени квадрату тока $W/R = \int i^2 \cdot dt$ (кДж/Ом или $кА^2 \cdot с$). Для удельной энергии предпочтительные значения:

$W/R \dots\dots 0,25; 1,0; 6,25; 25,0; 39,0; 100,0; 156,0$ кДж/Ом.

4. **Заряд Q :** Равен интегралу во времени от тока $Q = \int i \cdot dt$ (А·с). Для заряда предпочтительные значения:

$Q \dots\dots 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 6,25; 10,0; 12,5$ А·с.

5. **Номинальный разрядный ток I_n :** Пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, с формой волны 8/20 мкс. Применяют в классификации УЗИП при испытаниях класса II, а также при предварительной обработке УЗИП для испытаний классов I и II. По этому параметру также производится координация других характеристик УЗИП. Так же данный параметр используется как критерий проверки исправности УЗИП при прохождении различных циклов испытаний.

Предпочтительные значения номинального разрядного тока:

$I_n \dots\dots 0,05; 0,10; 0,25; 0,50; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0; 10; 15; 20$ кА.

6. **Максимальный разрядный ток I_{max} :** Пиковое значение тока, протекающего через УЗИП, имеющего форму волны 8/20 мкс. и величину, установленную изготовителем, согласно испытательному циклу в рабочем режиме испытаний класса II. Это воздействие, который УЗИП может пропустить один раз и не выйти из строя ($I_{max} > I_n$).

Импульс тока 8/20: Импульс тока с фактическим номинальным временем фронта (время подъёма от 10 % до 90 % пикового значения) 8 мкс и номинальным временем полупериода 20 мкс. (рис. 13):

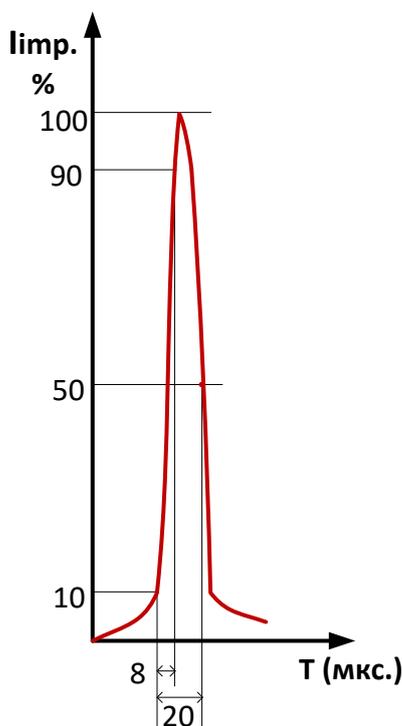


Рис. 13 Форма импульса тока 8/20

7. **Суммарный разрядный ток I_{Total} :** Ток, протекающий по РЕ или PEN проводнику в многополюсном УЗИП при суммарном испытательном разрядном токе. I_{Total} применяют в первую очередь для испытаний УЗИП класса I, применяемых для целей молниезащиты с эквипотенциальной связью (системой уравнивания потенциалов). Это испытание применяют для проверки кумулятивных эффектов у многополюсных УЗИП с несколькими видами защиты,

которые включены одновременно, например, многополюсный УЗИП для защиты трёхфазных цепей.

8. Номинальный импульсный ток перехода для УЗИП короткозамкнутого типа I_{trans} : Значение импульсного тока $8/20$, превышающее номинальный разрядный ток I_n , вызывающее внутреннее короткое замыкание в УЗИП короткозамкнутого типа.

9. Комбинированная волна: Волна, характеризующаяся заданными амплитудой напряжения (U_{oc}) и формой волны в условиях разомкнутой цепи и заданными амплитудой тока (I_{cw}) и формой волны в условиях короткого замыкания.

Комбинированная волна применяется при классификации УЗИП при испытаниях класса III. При этом форма волны напряжения, подаваемая в разомкнутую цепь, принята 1,2/50 мкс. Предпочтительные значения напряжения разомкнутой цепи:

U_{oc} 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 10,0; 20,0 кВ.

Форма волны тока, подаваемая в короткозамкнутую цепь (импульс тока) принята 8/20 мкс.

Параметры комбинированной волны, подаваемой к УЗИП, определяются генератором и полным сопротивлением УЗИП, к которому прикладывается импульс. Отношение пикового напряжения разомкнутой цепи к пиковому току короткого замыкания составляет 2 Ом, и оно определено как условное полное сопротивление Z_1 .

Импульс напряжения 1,2/50: Импульс напряжения с фактическим номинальным временем фронта (время подъёма от 10 % до 90 % пикового значения) 1,2 мкс и номинальным временем полупериода 50 мкс. (рис. 14):

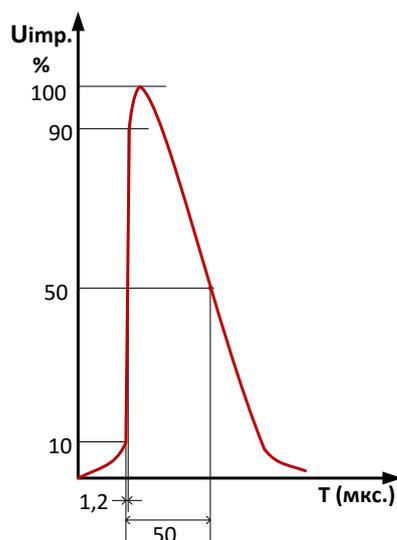


Рис. 14 Форма импульса напряжения 1,2/50

10. Уровень напряжения защиты U_p : Максимальное напряжение, ожидаемое на выводах УЗИП в результате импульсного напряжения ограниченной крутизны и импульсного напряжения с разрядным током заданной амплитуды и формы волны.

Этот параметр устанавливает производитель и он характеризует способность УЗИП ограничивать появляющиеся на его клеммах перенапряжения. В качестве U_p обычно указывается ближайшее предпочтительное значение, превышающее измеренное предельное напряжение при амплитудах I_n и/или I_{imp} для классов испытания I и/или II соответственно и при амплитуде U_{oc} , установленной для комбинированной волны класса испытаний III.

Измеренное предельное напряжение: Максимальное значение напряжения, измеренного на выводах УЗИП при подаче импульсов заданной формы волны и амплитуды.

Предпочтительные значения уровня напряжения защиты:

U_p 0,08; 0,09; 0,10; 0,12; 0,15; 0,22; 0,33; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90; 1,00; 1,20; 1,50; 1,80; 2,00; 2,50; 3,00; 4,00; 5,00; 6,00; 8,00; 10,00 кВ.

11. Номинальное напряжение переменного тока системы U_0 : Номинальное напряжение между фазой и нейтралью (действующее значение напряжения переменного тока) системы, где будет применён УЗИП.

12. Максимальное длительное рабочее напряжение U_c : Максимальное напряжение действующего значения тока, которое длительно подаётся к виду защиты УЗИП (ГОСТ ИЕС 61643-11-2013).

Иными словами, это наибольшее действующее значение напряжения переменного тока, которое может быть длительно (в течение всего срока службы) приложено к конкретному виду защиты УЗИП. При этом значение U_c (согласно указанному стандарту) может превышать 1000 В.

Для УЗИП ограничивающего типа на базе варисторов производителем может дополнительно указываться значение U_c для цепей постоянного тока. Значения U_c в этом случае используются из паспортных данных от производителей оксидно-цинковых варисторов (ОЦВ), или, если такие данные недоступны, искомое значение рассчитывается умножением указанного производителем ОЦВ значения U_c для действующего переменного тока на коэффициент, находящийся в пределах $1.27 \div 1.31$ (зависит от технологии изготовления ОЦВ).

Предпочтительные значения для максимального длительного рабочего напряжения:

U_c 45; 52; 63; 75; 85; 95; 110; 130; 150; 175; 220; 230; 240; 255; 260; 275; 280; 320; 335; 350; 385; 400; 420; 440; 460; 510; 530; 600; 635; 660; 690; 800; 900; 1000; 1500; 1800; 2000 В.

УЗИП коммутирующего типа в цепях постоянного тока могут использоваться с существенными ограничениями, ввиду сложности гашения в таких цепях сопровождающего тока, поэтому обычно значение U_c для постоянного тока для таких УЗИП не указывается. Возможность применения УЗИП коммутирующего типа в цепях постоянного тока (при наличии в них специальных конструктивных решений) должно отражаться производителем в паспортных данных на УЗИП.

13. Номинальная отключающая способность сопровождающего тока I_{fi} - Ожидаемый ток короткого замыкания, который УЗИП в состоянии отключить самостоятельно, без участия разъединителя.

Сопровождающий ток I_f : Пиковый ток, подаваемый электрической силовой системой и проходящий через УЗИП после разрядного токового импульса. Это параметр, характерный для разрядников. Сопровождающий ток существенно отличается от длительного рабочего тока I_c .

По своей физической сути это ток, который протекает через разрядник после окончания импульса перенапряжения и поддерживается самим источником тока, т.е. электрической силовой системой. Фактическое значение этого тока стремится к расчётному току короткого замыкания I_p (для данной конкретной электроустановки) непосредственно в точке установки УЗИП.

Это параметр, указываемый для УЗИП коммутирующего типа на базе разрядника. Эти УЗИП применяются в цепях переменного тока и рассчитаны на отключение переменного сопровождающего тока. Так как в цепях постоянного тока нет точки перехода амплитуды напряжения через ноль, УЗИП на базе разрядника не в состоянии самостоятельно разорвать постоянный сопровождающий ток.

Значение сопровождающего тока, который разрядник способен отключить самостоятельно, зависит от его конструктивных особенностей. Однозачерные разрядники, в том числе газонаполненные, конструктивно не способны отключать самостоятельно значительные, по меркам электроэнергетики, сопровождающие токи (обычно не более 100 А). Поэтому для установки в цепи L-N (PEN, PE) нельзя применять УЗИП на основе разрядников с I_{fi} меньшим значения расчётного тока КЗ. В противном случае в результате длительного воздействия сопровождающего тока УЗИП будет повреждено и может вызвать возгорание. Для разрядников, устанавливаемых в цепь N-PE, параметр I_{fi} должен быть величиной не менее 100 А.

14. Время реагирования t_A : Это время отклика УЗИП на импульсное воздействие. Время срабатывания определяет скорость реакции защитных элементов, встроенных в УЗИП, поэтому производитель при указании данного параметра ориентируется на характеристики защитных нелинейных элементов УЗИП. Для оксидно-цинковых варисторов его значение обычно не превышает 25 наносекунд, для разрядников различной конструкции время срабатывания может находиться в пределах от 100 наносекунд до нескольких микросекунд. Супрессоры являются быстродействующими элементами – менее 1 наносекунды.

Для комбинированных устройств с последовательно соединёнными нелинейными элементами параметр t_A указывается по элементу с наибольшим временем реагирования, с параллельно соединёнными нелинейными элементами – по элементу с наименьшим временем реагирования.

15. Номинальный ток нагрузки I_L : Максимальный длительный номинальный ток (действующее значение), который может подаваться к активной нагрузке, соединённой с защитным выводом УЗИП. Данный параметр применяется для двухвводных УЗИП и устройств с отдельными вводными и выводными зажимами.

16. Собственная потребляемая мощность P_s : Мощность, потребляемая УЗИП при подаче максимального длительного рабочего напряжения (U_s) при сбалансированных напряжениях и фазных углах в отсутствие нагрузки.

17. Остаточный ток I_{PE} : Ток, протекающий через вывод PE, когда на УЗИП подано контрольное испытательное напряжение (U_{REF}), с соединениями, выполненными согласно указаниям изготовителя.

Контрольное испытательное напряжение U_{REF} : Действующее, применяемое для испытаний значение напряжения, которое зависит от вида защиты УЗИП, паспортного напряжения системы, системы заземления и максимально допустимой регулировки напряжения внутри системы. Конкретные значения напряжения даны в Приложении А ГОСТ IEC 61643-11-2013.

18. Значение временного испытательного напряжения U_T : Испытательное напряжение, приложенное к УЗИП в течении определённого промежутка времени t_T для моделирования пробоя в условиях ВПН. Значение U_T , указанное производителем, показывает, что в результате этого заданного приложенного напряжения в течении заданного промежутка времени, УЗИП способен либо выдерживать временное перенапряжение (ВПН) без недопустимых изменений параметров или функций, либо может получить повреждения, не представляющие опасности для персонала, оборудования или устройства.

Временное перенапряжение сети ВПН U_{tov} : Перенапряжение промышленной частоты относительно большой продолжительности, возникающее в определённом месте сети. ВПН могут быть вызваны повреждениями внутри низковольтной, либо внутри высоковольтной системы. Временные перенапряжения длительностью, как правило несколько секунд, обычно возникают в результате коммутаций либо повреждений (внезапное отключение нагрузки, повреждение в однофазной сети, короткое замыкание и т.д.) и/или в результате нелинейности (эффект феррорезонанса, гармоника и т.п.).

19. Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой (код IP): Степень защиты от доступа к опасным частям, от проникновения твёрдых инородных частиц и/или воды по ГОСТ 14254.

УЗИП внутренней установки как правило имеют IP20. Некоторые устройства могут иметь IP00, т.е. с открытыми клеммами. Например, УЗИП класса I, способные отводить большие импульсные токи 100 кА и выше с клеммами для подключения проводников большого сечения (50 мм² и выше).

УЗИП наружной установки имеют высокую степень защиты оболочки (IP65 и выше).

20. Устойчивость к токам короткого замыкания: Максимальный ожидаемый ток короткого замыкания, который способен выдержать УЗИП. По сути этот параметр отображает устойчивость к токам короткого замыкания всех элементов УЗИП, кроме самого нелинейного элемента, т.е. клемм, корпуса, соединительных элементов.

Это связано с тем, что разрядник характеризуется номинальной отключающей способностью сопровождающего тока I_{fi} , который ниже устойчивости к токам короткого замыкания остальных элементов УЗИП. При применении в УЗИП на базе разрядника систем гашения сопровождающего тока, параметр I_{fi} может сравниться с устойчивостью к токам короткого замыкания УЗИП. Поэтому обычно для УЗИП коммутирующего типа на основе разрядника устойчивость к токам короткого замыкания не указывается, и заменяют его номинальной отключающей способностью сопровождающего тока. Если эти параметры равны, их могут указывать оба.

Для элементов ограничивающего типа режим короткого замыкания возможен только при аварийном режиме работы (пробое).

Для двухвводных УЗИП или одновводных УЗИП с отдельными вводными и выводными зажимами могут быть заданы два значения тока короткого замыкания. Одно соответствует внутреннему короткому замыканию (замкнувшему внутреннюю токоведущую часть), а другое

соответствует наружному короткому замыканию непосредственно на выводных зажимах (при повреждении нагрузки).

В настоящее время проводятся испытания только для внутренних коротких замыканий (МЭК 61643-1).

21. Скорость возрастания напряжения для двухвводного УЗИП: Скорость возрастания напряжения по времени, измеренного на выходных выводах двухвводного УЗИП в заданных условиях испытаний.

22. Падение напряжения (в процентах): Этот параметр применяется исключительно для двухвводных УЗИП и определяет соотношение разницы между входным и выходным напряжением к входному напряжению, измеренными одновременно при подключённой полной активной нагрузке:

$$\Delta U = [(U_{\text{ВХОД}} - U_{\text{ВЫХОД}}) / U_{\text{ВХОД}}] \cdot 100$$

23. Потери при включении: Потери при включении УЗИП, определяющиеся отношением напряжений на выводах, измеренных сразу же после подключения испытуемого УЗИП к системе до и после включения. Результат выражается в процентах.

24. Остаточное напряжение U_{res} : Пиковое значение напряжения, появляющегося на выводах УЗИП вследствие прохождения разрядного тока.

25. Разрядное напряжение УЗИП коммутирующего типа: Значение максимального напряжения в искровом промежутке УЗИП перед разрядом между электродами. Параметр применим к УЗИП коммутирующего типа на базе разрядника.

Режимы работы УЗИП

1. Тепловая стабильность: УЗИП обладает тепловой стабильностью, если после испытания в рабочем режиме, вызвавшем повышение температуры, температура УЗИП со временем понижается, в то время как УЗИП работает при заданных максимальном длительном рабочем напряжении U_c и условиях температуры окружающего воздуха.

2. Температурный сбой: Рабочее условие, при котором установившееся состояние рассеяния энергии УЗИП превышает способность корпуса и соединений рассеивать тепловую энергию, ведущее к повышению температуры внутренних элементов, приводящему к повреждению устройства.

3. Способность двухвводного УЗИП выдерживать перенапряжения со стороны нагрузки: Способность двухвводного УЗИП выдерживать перенапряжение на выходных выводах, выражающаяся в снижении нагрузок на цепь после УЗИП.

4. Деградация: изменение первоначальных рабочих параметров УЗИП под воздействием перенапряжения, эксплуатации или неблагоприятных условий окружающей среды. Деградация измеряется способностью противостоять условиям, на которые он рассчитан, в течении всего срока службы. Для выявления соответствия требованиям к деградации проводят два типа испытаний – испытание в рабочем режиме и испытание на старение. В ходе испытаний определяется ожидаемый срок службы УЗИП после монтажа.

5. Выход из строя: Постоянное отклонение эксплуатационных характеристик оборудования от запланированных.

6. Условия эксплуатации. Атмосферное давление и высота. Нормальный диапазон атмосферного давления составляет от 80 до 106 кПа, что соответствует высотам от 2000 м до минус 500 м соответственно.