



# УЗИП — усмирители молний

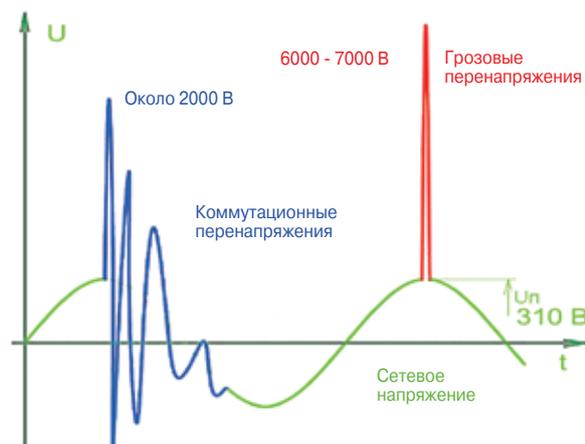
Владимир СКЛЯР

*Электрические сети и электронное оборудование подвергаются регулярному воздействию импульсных и коммутационных перенапряжений. Успех в борьбе с этими влияниями обеспечивается лишь комплексным подходом к проблеме. Корректное применение устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) требует знаний и опыта в сфере используемых типов заземления, а также построения систем внешней молниезащиты и уравнивания потенциалов.*

Известно, что импульсные перенапряжения представляют собой большую опасность для электрического и электронного оборудования. Их источником являются переходные процессы, возникающие при коммутации на сети, и атмосферные грозовые разряды. Амплитуда таких импульсов может составлять от десятков до сотен киловольт (особенно когда мы говорим об ударе молнии); длительность — десятки и сотни микросекунд. **Импульсные перенапряжения** (рис. 1) могут вызвать нарушение (пробой) изоляции электрических кабелей и проводов, вывести из строя оборудование электроустановок, повредить чувствительную электронную технику.

В свою очередь указанные перенапряжения вызывают появление импульсных токов, которые заводятся в здание либо напрямую, либо в результате электромагнитных наводок в электрических и сигнальных линиях, а также в любых других электропроводящих элементах здания. При этом сам импульс тока

достаточно короткий (10/350 мкс), но его спектр содержит гармоники до нескольких мегагерц, соответствующие радиодиапазону. А радиоволны, как



**Рис. 1.** Пример воздействия на сетевое напряжение коммутационных и импульсных помех

мы знаем, имеют свойство распространяться на большие расстояния. Вот и получается, что молния ударила в землю на каком-то расстоянии, а в линиях электропередачи и системах связи возникли наводки, которые могут привести к пробое электрической изоляции или выходу из строя подключенного электронного оборудования.

Ток молнии, который растекается в земле, приводит к появлению перенапряжений в системах жизнеобеспечения зданий (водопровод, газ, канализация). Основным методом борьбы с этими неприятностями, от которых, впрочем, никуда не деться, покуда на планете будут возникать грозы и сверкать молнии, является грамотное построение *комплексной системы* внутренней молниезащиты, куда кроме заземления и *системы уравновешивания потенциалов* входят также *устройства защиты от импульсных перенапряжений* (УЗИП). Собственно им в большей степени и будет посвящена данная статья.

## УЗИП, «виснажники» та «блискавичники»

Стандарты определяют четыре основных источника импульсных перенапряжений, возникающих в результате грозовых разрядов.

1. Прямой удар молнии в здание/сооружение.
2. Удар молнии в непосредственной близости от объекта.
3. Прямой удар молнии в подводимую к зданию линию электропередачи.
4. Удар молнии в непосредственной близости от линии.

Разряды молний между облаками хотя и создают электромагнитные наводки, но в основном являются источником радиопомех.

Чтобы снизить или даже свести на нет влияние импульсных перенапряжений, в различных точках доставки электроэнергии к потребителю устанавливаются так называемые УЗИП — устройства защиты от импульсных перенапряжений. В англоязычной литературе исполь-

зуется термин Surge Protective Device (SPD). Украинский перевод определяет эти приборы как «пристрої захисту від імпульсних перенапруг» (ПЗІП). Тем не менее, и это следует признать, предпринимаются определенные попытки несколько оживить терминологию. Так, в украинском каталоге ОВО Bettermann используются более яркие семантически наполненные понятия. В данном случае термин «блискавичник» определяет УЗИП 1-го типа, поскольку он предназначен для первичной защиты от удара молнии (форма импульса 10/350 мкс). Для УЗИП типов 2 и 3 (8/20 мкс) применяется термин «виснажник». Ведь используется он для «истощения» (виснаження) мощности наведенного импульса тока. Аргументы в целом убедительные. Хотя, с точки зрения редакции «СиБ», ничто не мешает назвать «виснажником» также УЗИП 1-го типа — он ведь тоже истощает импульс перенапряжения.

О классификации УЗИП, их установке и использовании наш журнал уже писал ранее<sup>\*)</sup>. Для разработки, испытаний и оценки надежности этих устройств используются моделирующие импульсы двух типов: 10/350 мкс и 8/20 мкс. Первая цифра обозначает время нарастания импульса до максимальной амплитуды. Вторая — время его спада до уровня 50% от максимума. УЗИП типа 1 испытываются именно импульсом 10/350 мкс, поскольку они устанавливаются на вводе в главный распределительном щите. УЗИП типа 2 нормируется импульсом тока с формой 8/20 мкс, которая характерна для удаленных прямых и не прямых ударов молнии, а также коммутационных перенапряжений.

## Одинаковые, но такие разные

В основе любого УЗИП лежит нелинейная зависимость его проводимости от напряжения. Наиболее распространенными конструктивными элементами, которые для этого применяются, являются газонаполненные разрядники с искровым промежутком и варисторы.

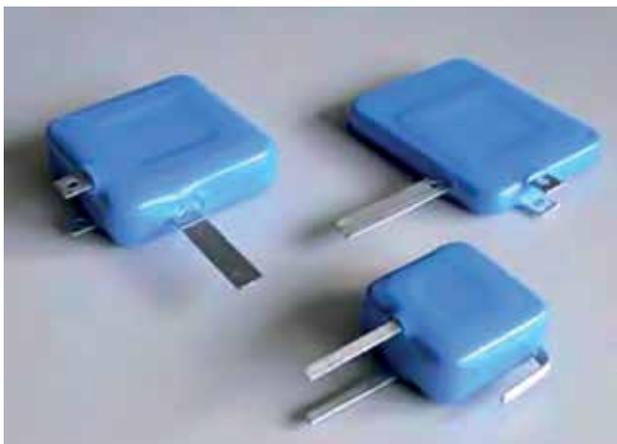
**WATSON ENERGO**  
Официальный представитель в Украине  
**CBM TECHNOLOGY**  
**GALMAR** AH Hardt sp.j.

ООО "ВАТСОН-ЭНЕРГО"  
02098, г. Киев,  
просп. Павла Тычины, 18-В  
тел. +380 44 338 20 14  
моб. +380 50 556 73 29  
info@watson-energo.com  
www.watson-energo.com

*Газовые разрядники* представляют собой два электрода, разделенные воздушным промежутком или наполненные инертным газом под низким давлением, заключенные в герметичную металлокерамическую оболочку. При низком напряжении, не превышающем порога срабатывания, такой разрядник на практике представляет собой изолятор (токи утечки не превышают нескольких наноампер). В случае, когда напряжение начинает превышать определенное значение, вначале появляется тлеющий разряд, а затем возникает электрическая дуга. Напряжение на разряднике при этом перестает зависеть от протекающего тока и составляет величину порядка 20–25 В.

К недостаткам газовых разрядников относят так называемый «сопровождающий ток», который продолжает протекать через эти устройства после завершения импульсного разряда еще в течение достаточно длительного времени; он поддерживается рабочим напряжением электросети. Другими словами, разрядник «не желает» самостоятельно возвращаться в исходное состояние и становится изолятором. Фактически в цепи возникает короткое замыкание, которое может привести к возгоранию либо срабатыва-

<sup>\*)</sup> «Защита от импульсных перенапряжений в системах электропитания — опыт Европы», СиБ 4 (83) 2015 г., с. 56–59

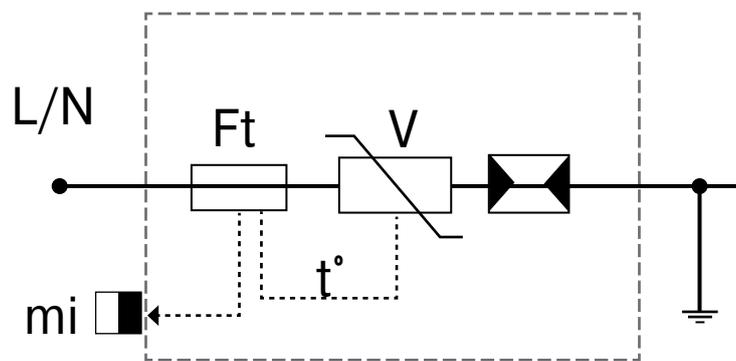


**Рис. 2.** Внешний вид варисторов, используемых в УЗИП

нию предохранителей предыдущей ступени защиты. Для устранения этого явления производители устанавливают различного рода терморасцепители и устройства для принудительного гашения дуги.

Еще одним недостатком газовых разрядников является большое время реакции — порядка 100 нс. Тем не менее достоинства таких приборов неоспоримы — прежде всего это их высокая токоотводящая способность, отсутствие токов утечки в «ждущем режиме». Кроме того, они не подвержены тепловому старению, в отличие от их ближайших братьев по цеху — варисторов.

В настоящее время в конструкции УЗИП чаще всего используются именно *варисторы*. Это нелинейные полупроводниковые резисторы (рис. 2) на основе окиси цинка, которые снижают свое сопротивление от величины нескольких сотен МОм до десятков Ом при увеличении напряжения на его контактах выше порогового значения. Варисторные разрядники, как и газовые приборы, подключаются параллельно к защищаемым цепям. При возникновении импульса перенапряжения они резко снижают свое сопротивление, тем самым шунтируя защищаемую цепь, а поглощаемая энергия импульса рассеивается в виде тепла. Для увеличения отводимой мощности приборы размещают в теплоотводящих корпусах с массивными выводами. Нередко устанавливают несколько варисторов в параллель.



**Рис. 3.** Избежать появления токов утечки варистора помогает последовательная установка с ним газового разрядника

Главное достоинство варисторов — их высокое быстродействие (время реакции на перенапряжение составляет порядка 25 нс), а также отсутствие «токов сопровождения». Однако за все приходится платить ☺. В «ждущем» режиме работы варисторы обладают токами утечки, измеряемыми миллиамперами, что накладывает некоторые ограничения на условия их применения. Например, не всегда простые варисторные схемы можно устанавливать до электрических счетчиков. Однако производители успешно решили проблему борьбы с утечками, устанавливая последовательно с варистором газовый разрядник или закрытый «искровой промежуток» (рис. 3).

Но и это еще не все проблемы. Если варистор в процессе работы выходит из строя, то может произойти расплавление материала, из которого он состоит, в результате чего возникнет короткое замыкание входной цепи электропитания. Избежать этой неприятности позволяет терморасцепитель, который добавляется в конструкцию устройства. При достижении определенной граничной температуры он размыкает цепь. Устройство при этом перестает выполнять функции защиты от перенапряжений, но и короткого замыкания удается избежать. Понятно, что в самых ответственных случаях можно перестраховаться, включив последовательно с УЗИП внешний тепловой предохранитель или автоматический выключатель.

Для защиты от чрезмерных токов в варисторных УЗИП производители устанавливают в них плавкие предохранители.

В результате удара молнии варистор может потерять свои функции как защитное устройство. В этом случае надо позаботиться о том, чтобы оперативно сообщить об этом обслуживающему персоналу. Именно поэтому большинство УЗИП оснащены визуальной сигнализацией повреждения варисторов. Об этом, как правило, свидетельствует появление в контроль-



**Рис. 4.** Положение выдвижного штока позволяет идентифицировать рабочее или неисправное состояние сменного модуля УЗИП (иллюстрация взята из каталога ETI)

ном окошке флажка красного цвета. При изъятии сменного модуля его неисправность можно идентифицировать по состоянию выдвинутого штока (если он в выдвинутом состоянии, то устройство рабочее, если шток втянут внутрь корпуса сменного модуля, то модуль неисправен) (рис. 4).

В современных варисторных УЗИП практически повсеместно используется способ, позволяющий быстро заменить вышедший из строя защитный элемент — это так называемый «кассетный конструктив». Для этого устройство комплектуется из двух составляющих — фиксированной и сменной. Сменный модуль можно легко заменить, как только в специальном окошке на приборе появится красный флажок, свидетельствующий о выходе его из строя. Хотя следует отметить, что на рынке присутствуют и моноблочные решения, например, модели серии ОПС компании ИЕС.

Очевидно, что визуальный одновременный контроль большого количества УЗИП связан с определенными трудностями. Поэтому некоторые модели оснащаются дополнительными переключающими (перекидными) контактами для дистанционной сигнализации повреждений. Эти контакты могут быть использованы для подключения сигнальной лампочки или звонка, что позволяет быстро ориентироваться в ситуации.

Сменные варисторные модули со стороны контактов у некоторых производителей имеют специальный профильный блокирующий элемент, который не допускает использование несоответствующего модуля для УЗИП данного типа. Эта тенденция проявляется в современных моделях УЗИП, например ЕТІ (рис. 5), ОВО Bettermann (рис. 6).

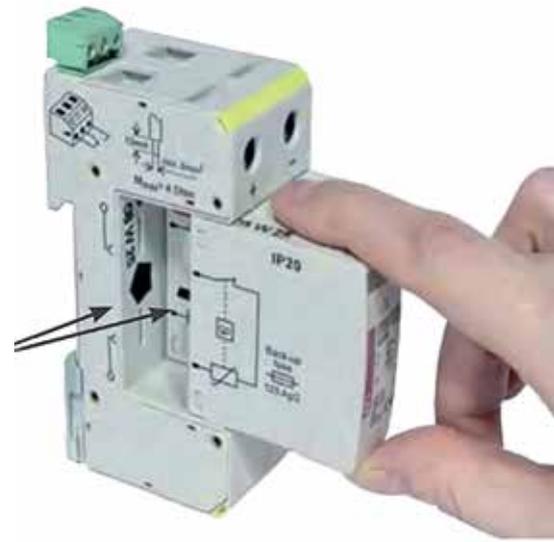
В отличие от газового разрядника напряжение на вари-

сторе при его срабатывании не падает, а растет, и тем выше, чем больше величина протекающего через него тока. Поэтому энергия, выделяемая на варисторе, значительно больше, чем на разряднике при отведении импульса перенапряжения одинаковой величины.

Для устранения недостатков, присущих варисторам и газовым разрядникам, применяют УЗИП, в которых варистор соединен последовательно с разрядником. В этом случае варистор исключает появление сопровождающего тока, а разрядник с искровым промежутком исключает токи утечки.

Детальнее о свойствах варисторов и газовых разрядников можно узнать в одноименных *врезках* «Варисторы» и «Газовые разрядники».

Большинство производителей выпускают широкий спектр УЗИП, в частности, для защиты информационных и воздушных линий, оборудования солнечных электростанций. Однако мы ограничимся рассмотрением примеров построения устройств для борьбы с импульсными перенапряжениями *в цепях электропитания до 1000 В* от ведущих производителей, присутствующих в Украине. При этом следует понимать, что изделия от различных брендов, если сравнивать их принципиальные схемы, могут казаться одинаковыми или похожими, но это не значит, что они будут тождественны по характеристикам и уровню надежности.



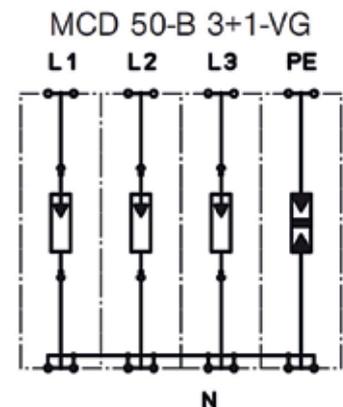
**Рис. 5.** Специальная конструкция контактов и корпуса УЗИП ЕТІТЕС компании ЕТІ исключает возможность ошибочной установки сменного модуля в фиксированную часть устройства



**Рис. 6.** Специальный разъем в новых моделях УЗИП ОВО Bettermann серий V50 и V20 (его гнездо видно на фиксированной части конструкции) предотвращает ошибочную установку сменных модулей



а)



б)

**Рис. 7.** Комбинированный разрядник MCD 50-B компании ОВО Bettermann: внешний вид (а), внутренняя схема (б)

## OBO Bettermann

Прежде всего хотелось бы отметить немецкую компанию OBO Bettermann, продукцию которой в нашей стране через разветвленную сеть партнеров представляет дочернее предприятие «ОБО Беттерманн Украина». Производитель предлагает УЗИП типов

1, 2, 3, а также комбинированные системы типа 1+2 и 2+3. Практически все устройства, выпускаемые OBO Bettermann, выполнены со съемными модулями, которые могут быть заменены при выходе устройства из строя. Приведем несколько примеров реализации УЗИП этого производителя.

Компания предлагает комбинированные разрядники типа MCD 50-B типа 1 на ток 50 кА (10/350) на каждый полюс и до 150 кА (10/350) в целом (рис. 7). Такие разрядники являются устройствами закрытого типа и исключают искрение вне корпуса.

Комбинированные разрядники V50+B+C типа 1+2 (рис. 8) рассчитаны на ток 12,5 кА (10/350 мкс) на каждый полюс и до 50 кА в целом. В каждой цепи кроме варистора установлен терморазъединитель, отключающий разрядник от сети при нештатном срабатывании. Цветовой индикатор на лицевой стороне указывает на состояние устройства, зеленый — УЗИП рабочий, красный — вышел из строя.

Устройства серии V50 могут быть оборудованы дистанционной сигнализацией, позволяющей осуществлять контроль состояния УЗИП (рис. 9а). Аналогичные функции выполняет серия V25 (тип 1+2), однако она рассчитана на ток 7 кА (10/350) на каждый полюс и до 25 кА в целом. В ее составе (как, впрочем, и в серии V20), имеются разрядники со звуковой сигнализацией неисправности (рис. 9б).

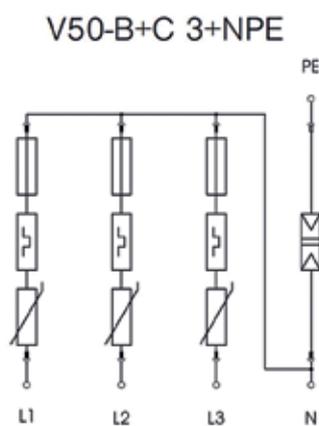
В портфеле производителя имеются также комбинированные разрядники и УЗИП — MCD+V20 типа 1+2 (рис. 10), которые состоят из параллельно соединенных газовых разрядников закрытого типа и варисторов с размыкателями. Устройства рассчитаны на ток до 50 кА (10/350) на каждый полюс и до 125 кА в цепи N-PE. Область применения: защита систем радиосвязи и промышленных установок со специальными требованиями.

Для монтажа перед счетчиками предназначены комбинированные разрядники V20 без токов утечки, каждый элемент которых имеет в своем составе последовательно установленные варистор и газовый разрядник.

Важно учитывать, что подобное оборудование всегда предназначено для использования в конкретных схемах заземления — TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, что указывается в характеристиках УЗИП.

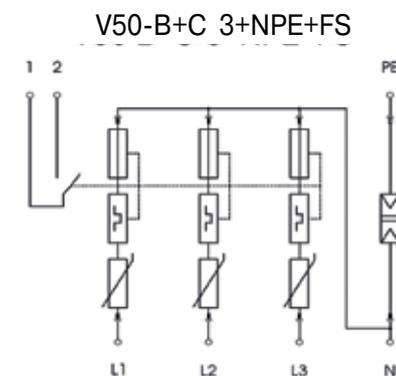


а)

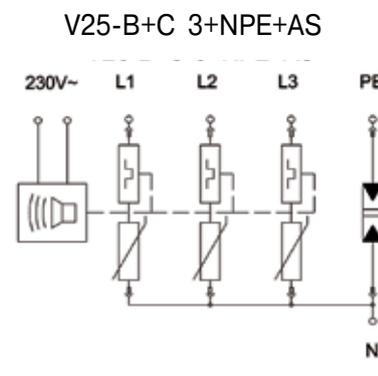


б)

Рис. 8. Комбинированные разрядники V50+B+C OBO Bettermann типа 1+2: внешний вид (а), внутренняя схема (б)



а)



б)

Рис. 9. Схемы разрядников OBO Bettermann: модель v50 с дистанционным контролем (а); модель V25 со звуковой сигнализацией (б)

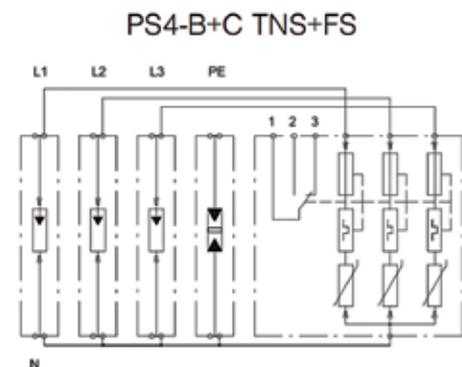


Рис. 10. Схема устройства прибора MCD+V20 типа 1+2 компании OBO Bettermann

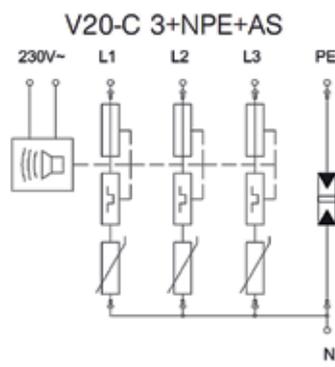


Рис. 11. Схема разрядника типа V20 компании OBO Bettermann типа 2 со звуковой сигнализацией

Устройства защиты типа 2 ОВО Bettermann включают в себя системы V20 на основе последовательно соединенных варисторов и размыкателей. Они рассчитаны на ток до 40 кА (8/20) на полюс и имеют оптическую индикацию состояния исправности. Некоторые модели оборудованы дистанционной и даже акустической сигнализацией (устройство V20-C 3+NPE+AS) (рис. 11).

Обновление продуктовых линеек ОВО Bettermann коснулось серий V50 (тип 1+2) и V20 (тип 2), которые имеют теперь новый дизайн и маркировку. Фиксированная часть УЗИП имеет специальный механический ключ, положение которого зависит от величины напряжения и типа УЗИП и исключает ошибочную установку сменных модулей.

Среди других новинок следует упомянуть систему защиты для уличных светодиодных светильников. Размещение их на отдельно стоящих столбах требует приме-

нения защиты от высокого напряжения и ударов молний. Несмотря на то что LED-светильник запитывается от переменного напряжения 220 В, внутренние активные элементы используют на порядок меньшую величину напряжения. Импульсные перенапряжения способны легко вывести светодиоды из строя. Разрядник **SM-LED 230** типа 2 устанавливается непосредственно в элементах уличного освещения, имеет импульсную пропускную способ-

ность до 20 кА и обеспечивает уровень защиты от перенапряжения на уровне 1,3 кВ.

## Leutron

Продукцию немецкой компании **Leutron** предлагает на украинском рынке «Ватсон-Энерго». Для силовых сетей до 1000 В производитель выпускает управляемые газоразрядные ограничители импульсных перенапряжений (рис. 12) типов 1, 1+2, 1+2+3. Предназначены они

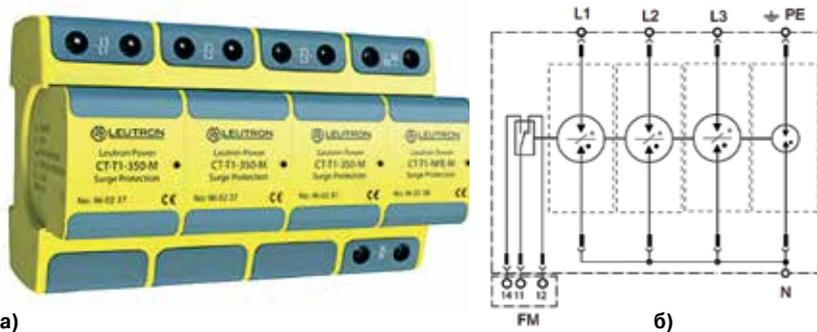


Рис. 12. Внешний вид (а) и схема УЗИП (б) типа 1 серии СТ компании Leutron



**Безпечна та надійна робота генератора  
Перевірене німецьке уземлення  
без муфт та контактної пасти**



[www.obo.ua](http://www.obo.ua)

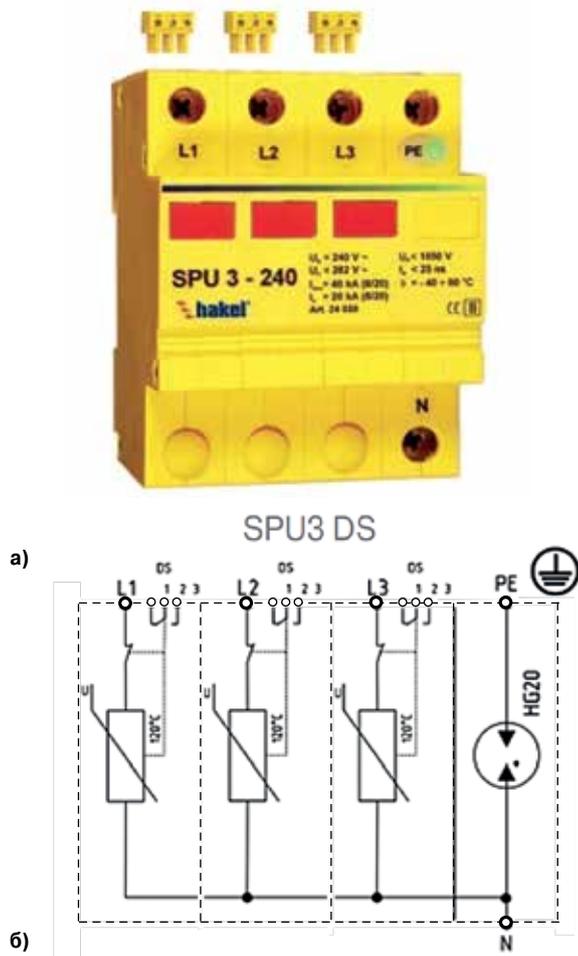
**Німецька якість  
за українською ціною**





**Рис. 13.** Внутреннее устройство УЗИП типа 1 компании Leutron

для установки в зонах 0А–2 в соответствии с концепцией защитных зон (IEC 61312). Комбинированные устройства серии *PowerPro BCD*, а также новые модели *CT*, обеспечивают защиту как от прямых токов молний, так и от наведенных импульсных перенапряжений: ограничение тока молнии от 50 кА до 100 кА (10/350 мс); напряжение ограничения от 0,75 кВ до 1,0 кВ.



**Рис. 14.** Внешний вид УЗИП серии SPU3 типа 2 компании Hakel (а) и принципиальная схема (б)

Внутреннее устройство УЗИП Leutron содержит газовый разрядник и представлено на **Рис. 13**.

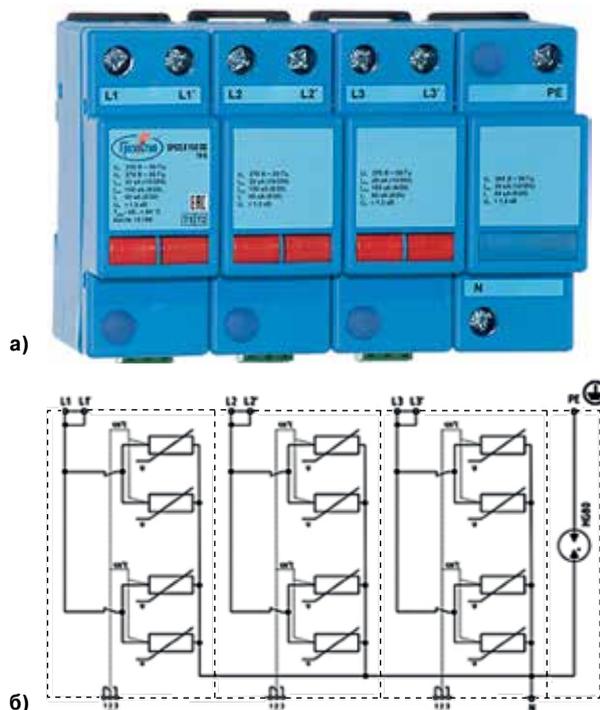
По утверждению производителя, все устройства имеют встроенные запатентованные дугогасящие схемы.

Модели новой серии СТ также являются газоразрядными с заменяемыми сменными модулями и дистанционным контролем. Есть у Leutron также УЗИП, выполненные на варисторах (серия СТ-PV), но они предназначены для защиты солнечных батарей.

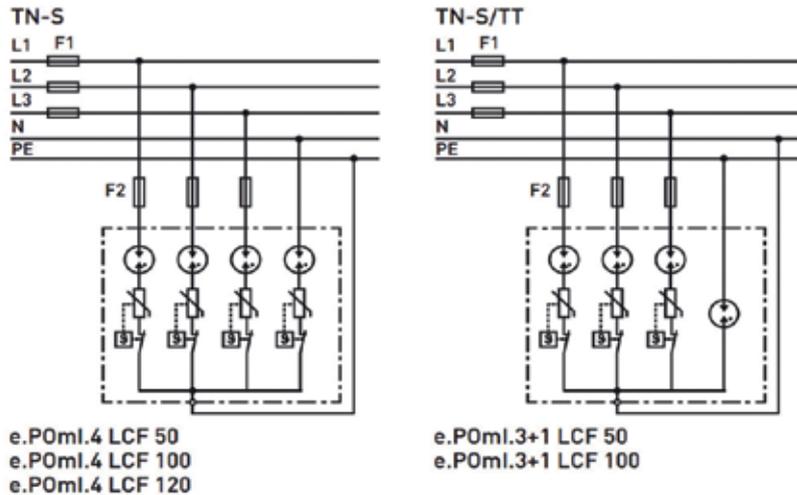
## Hakel

В 2006 году в Украине было зарегистрировано ООО «Хакель Украина», являющееся официальным представителем и эксклюзивным дистрибьютором компании *Hakel* в нашей стране. УЗИП типа 1 выпускаются в двух вариантах — HZ110, HG110. Устройства используют мощные многозазорные угольные разрядники. Модель HZ110 предназначена для защиты фазных проводников L-N, L-PEN, L-PE, а HG110 может использоваться только для защиты нулевого провода N-PE. В УЗИП типа 2 компания применяет либо варисторные схемы (модель PII), либо последовательное соединение варисторов с газонаполненными разрядниками (модель PII GT). В портфеле продукции есть также устройства типа 2 серий *SPU1* и *SPU3* (**рис. 14**) на основе варисторов и газонаполненного разрядника. При этом цепи L-N соединяются через варисторы, а N-PE — через рассмотренные комбинированные схемы.

Многочваристорная схема используется и в моделях УЗИП SPC 3.0 типа 1+2 (**рис. 15**).



**Рис. 15.** В модели УЗИП SPC 3.0 типа 1+2 компании Hakel (а) используются варисторные сборки с терморасцепителями (б)



**Рис. 16.** Принципиальные схемы различных моделей УЗИП серии LCF типа 1+2+3 компании KIWA и способы подключения их к сети



**Рис. 17.** Варисторный УЗИП типа 2 компании DKC

## KIWA

Компания «e-NEXT Украина» предлагает УЗИП под собственной торговой маркой **e-NEXT**, а также решения компаний **KIWA** (Словакия) и **OBO Bettermann** (Германия). Модели УЗИП компании KIWA серий e.POI и e.POIИ имеют в своем составе только варисторы с тепловыми расцепителями. А вот серия e.P0ml.LCF с УЗИП типа 1+2+3 обеспечивают защиту от перенапряжения путем последовательного включения варистора вместе с газонаполненным искровым разрядником (рис. 16). Такие устройства могут быть установлены перед электросчетчиком.

## DKC

«ДКС Украины» предлагает УЗИП под торговой маркой **DKC**, изготовленные на заводах в Испании. На сегодняшний день доступны наиболее востребованные линейки, в которые входят устройства типа 1 на базе газонаполненных разрядников (модели NX1001 и NX1012), а также типа 2 (рис. 17) и комбинированные 1+2 и 2+3, которые выполнены на варисторах. Все варисторные устройства оборудованы цепями дистанционного контроля. В то же время между линиями N-PE при необходимости могут быть установлены газовые разрядники.

## Legrand

Компания **Legrand** предлагает на рынке обновленную серию УЗИП. Их особенность состоит в том, что эти устройства соединяются непосредственно с защитным автоматическим выключателем без использования дополнительных проводов, гарантируя быстрый и безопасный монтаж.

Сменные модули легко извлекаются благодаря специальной ручке (рис. 18). Все устройства имеют индикатор состояния и контакты дистанционной сигнализации.

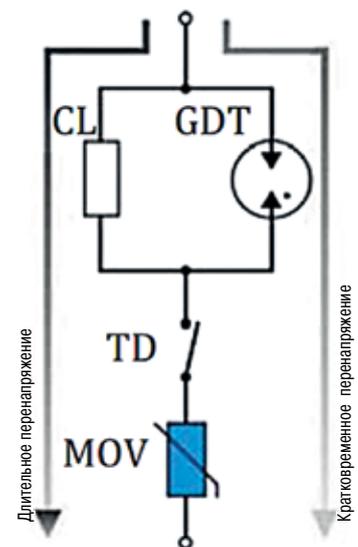


**Рис. 18.** Сменные модули УЗИП Legrand легко извлекаются благодаря специальной ручке



а)

**Рис. 19.** УЗИП типа ETITES S (а) оснащены варисторными элементами и искровыми разрядниками (б)



б)

## Газовые разрядники

Газовые разрядники перенапряжения (газоразрядники) состоят из 2 или 3 электродов в керамическом корпусе, заполненном специальным инертным газом под контролируемым давлением. Корпус разрядника представляет собой керамическую трубку, концы которой закрыты металлическими пластинами, выступающими в роли электродов. Маломощные разрядники применяются в основном для защиты телекоммуникационных сетей. Более мощные приборы используются в устройствах защиты по питанию с установкой между нейтралью и защитным проводником.

Газовый разрядник может рассматриваться как быстродействующий выключатель, характеристики которого позволяют резко изменять сопротивление устройства при достижении напряжения пробоя. Существует четыре рабочих состояния газового разрядника:

**Состояние покоя:** в этом состоянии внутреннее сопротивление разрядника превышает 1 ГОм, а емкость не превышает нескольких пФ.

**Тлеющий разряд:** при достижении напряжения срабатывания (от 70 В до многих киловольт, в зависимости от типа устройства) происходит ионизация инертного газа внутри разрядника и через него начинает проходить небольшой ток. Напряжение при этом падает примерно до 80 вольт. Увеличение тока через разрядник до уровня 0,8–1А приводит к незначительному росту напряжения.

**Область электрической дуги:** при дальнейшем увеличении тока в разряднике в течение нескольких наносекунд вспыхивает электрическая дуга. Напряжение падает до 20–25 В и, с ростом тока, практически не меняется. Величина тока при этом может составлять до 150 кА. Конкретные цифры зависят от типа разрядника.

**Гашение:** при снижении прикладываемого к разряднику напряжения до значения, которое ниже напряжения горения электрической дуги, или уменьшении тока ниже определенного уровня (примерно 0,5А) дуга гаснет и разрядник возвращается в исходное состояние покоя.

### ETI

В 2003 году в Киеве было открыто торговое представительство («*ETI Украина*») словенской компании *ETI Elektroelement*. Производитель предлагает устройства для защиты от импульсных перенапряжений, в названии которых используется имя изготовителя — ETITEC. Доступны УЗИП самых различных типов, которые включают в себя постоянный (базовый) и сменный модули, а также элементы дистанционного контроля. В портфель продукции входят

модели ETITEC B, C и D, а также ETITEC B-F и WENT B+C, соответствующие типам 1, 2 и 3, а также комбинированным устройствам типа 1+2. Отметим УЗИП ETITEC S типа 2, конструкция которых состоит из варисторных элементов, защищенных тепловыми расцепителями (рис. 19). Каждый модуль оснащен также искровым газовым разрядником с высокой отключающей способностью и механическим поворотным отсекателем дуги.

Большая часть представленных компанией ETI вариантов решений уже были описаны нами выше при рассмотрении изделий иных брендов. Тем не менее хочется отметить очень детальное и тщательно составленное руководство по системам внутренней молниезащиты, в котором рассмотрены различные варианты применения решений ETI. Этот материал изложен в документе «Ограничите

ли перенапряжений», автор Roman Koroski. Найти его можно через поисковую систему по ключевой фразе «ETITEC 2011».

### ASCO

ДП «*Энергосистемы-Луджер*» — официальный дистрибьютор компании *ASCO Power Technologies* (США). На рынке предлагаются две модели устройств — ASCO PULSAR 450 (рис. 20) и 451. Указанное оборудование реализует функции, присущие всем традиционным классам защиты, обладая повышенным быстродействием и способностью подавлять импульсы тока до 65 кА. И хотя стоимость решения достаточно высокая, устройство обеспечивает время реакции в районе 0,5 нс, что превосходит показатели аналогичных приборов более чем в 40 раз.

Невозможно в одной статье описать УЗИП всех производителей, присутствующих на украинском рынке. Тем не менее основная задача состояла в том, чтобы изложить особенности практической реализации подобных устройств.

### Заземление и ПУЭ

Для правильного построения системы внутренней молниезащиты недостаточно лишь «слепого» подключения УЗИП к входным электрическим цепям. К решению задачи следует подходить комплексно,



Рис. 20. Модель разрядника PULSAR 450 компании ASCO Power Technologies

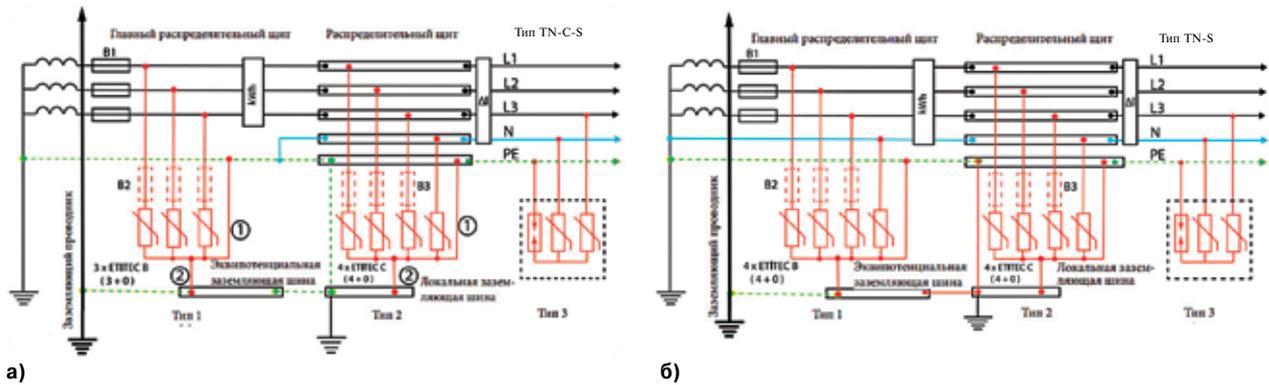


Рис. 21. Подключение ограничителей перенапряжения для сетей типа TN-C-S (а) и TN-S (б)

учитывая наличие/отсутствие внешней молниезащиты, способ заземления электрической сети, а также обустройство шины уравнивания потенциалов.

Схемы включения УЗИП в главном и распределительном щитах здания зависят от варианта реализации системы заземления. Традиционные системы TN-C и компромиссный вариант TN-C-S предполагают наличие на стороне понижающей трансформаторной подстанции глухозаземленной нейтрали, которая приходит в дом в виде объединенного PEN-проводника (N+PE). Здесь

PEN-проводник «расщепляется» на нулевой рабочий — нейтраль (N) и нулевой защитный PE (Protective Earth) проводники, формируя способ заземления TN-C-S.

Конечно, при проектировании и установке системы внутренней молниезащиты следует руководствоваться международными и отечественными стандартами. Тем не менее проектировщики большое значение уделяют рекомендациям, изложенным в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ). Украинский вариант носит название «Правила

улаштування електроустановок». Последняя версия этого документа настоятельно рекомендует по возможности выполнять **повторное заземление** входящей нейтрали на стороне потребителя. В этом случае при удаленном обрыве нулевого провода, идущего от трансформаторной подстанции, пользователи не останутся один на один с появляющимися при этом проблемами.

Отметим, что в новых зданиях, а также при реконструкции старых запрещено монтировать проводку по системе TN-C, а существующую

## Варисторы

Варистор — это нелинейный элемент, который состоит в основном из окиси цинка — ZnO и оболочки в виде глифталевой эмали, повышающей его проводимость. В процессе изготовления оксид цинка смешивается с оксидами других металлов. Варисторы на основе ZnO являются системой, состоящей из последовательно и параллельно включенных p-n переходов, которые и определяют нелинейность его вольтамперной характеристики (ВАХ).

В нормальном рабочем режиме величина тока через варистор составляет десятые доли миллиампера. Но при возникновении перенапряжений он переходит в проводящее состояние и ограничивает дальнейшее нарастание перенапряжения до уровня, безопасного для изоляции защищаемой электроустановки. Когда перенапряжение снижается, варистор вновь возвращается в непроводящее состояние.

Вольтамперная характеристика прибора (рис.) состоит из трех участков:

- 1 — область малых токов;
- 2 — область средних токов;
- 3 — область больших токов.

В первой области варисторы работают под рабочим напряжением, не превышающим наибольшее допустимое рабочее напряжение (сопротивление варисторов велико, через них протекает очень малый ток утечки). В режим средних токов варистор переходит при возникновении перенапряжения в сети. При этом на границе областей 1 и 2 происходит перегиб ВАХ, сопротивление варисторов существенно уменьшается

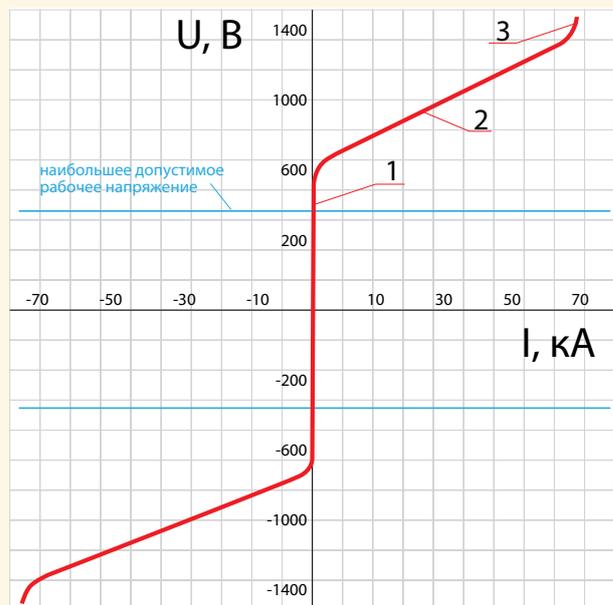


Рис. 2. Вольтамперная характеристика варистора

и через них протекает кратковременный импульс тока. Варистор поглощает энергию импульса и рассеивает ее в окружающее пространство в виде тепла. За счет поглощения энергии величина импульса перенапряжения резко снижается. Третья область для ограничителя является аварийной, сопротивление варисторов в ней вновь ощутимо возрастает.

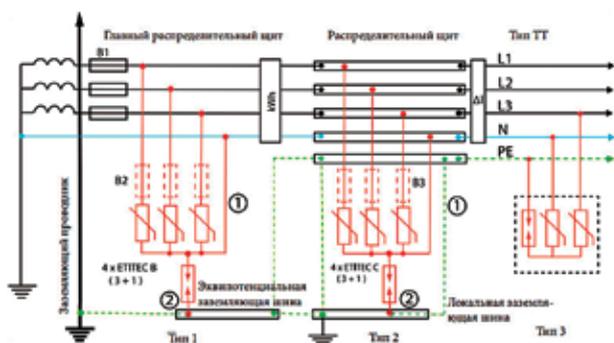


Рис. 22. Подключение УЗИП в сети ТТ



Рис. 23. Схема использования шины уравнивания потенциалов в жилом доме

щие электроустановки рекомендуется переводить на систему TN-C-S. Для этого во вводном устройстве здания следует выполнить повторное заземление нулевого провода, провести его разделение на рабочий ноль (N) и защитный (PE) и дальнейшую проводку до квартирных щитов выполнить по пяти- и трехпроводной схеме.

7-е издание ПУЭ (п.7.1.13) гласит, что питание электроприемников должно осуществляться исключительно по схеме заземления TN-S или TN-C-S. А в п. 1.7.135 указывается, что «начиная с места разделения PEN-проводника на нулевой рабочий N и нулевой защитный PE, дальнейшее их соединение (объединение) запрещено».

В п. 1.7.61 ПУЭ сказано, что при модернизации схемы TN в TN-S или TN-C-S рекомендуется выполнять повторное заземление PE и PEN-проводников на входе в электроустановки зданий.

На Рис. 21 показаны схемы подключения УЗИП для двух вариантов часто используемых на практике подключений — TN-C-S и TN-S. Отличие между представленными схемами состоит в том, что в TN-S защитный провод PE идет отдельной линией от источника питания (трансформаторной подстанции) и поступает потребителю, нигде не соединяясь с нейтралью (N). В схеме TN-C-S проводники N и PE объединены в единую линию PEN, которая в главном распределительном щите или вводном устройстве разделяется на нейтраль (N) и защитный проводник (PE).

Достаточно интересным видится подключение в сети ТТ, где от источника поступает три фазы

и нейтраль, а PE-линия формируется на объекте в результате локального заземления (рис. 22). При такой схеме фазные линии через варисторы соединяются с нейтралью, которая, в свою очередь, через газовые разрядники подключается к локальному защитному проводнику.

Многим весьма интересно будет узнать, что в ПУЭ (пп.1.7.109–1.7.112) описаны способы использования естественных заземлителей, к которым относятся различные фундаменты зданий, бронированные оболочки кабелей, металлические трубы водопровода, проложенные в земле, рельсовые пути железных дорог и ряд других объектов.

Значительная распределенная масса металла, к которой осуществляется подключение, обеспечивает стекание токов при коротких замыканиях и ударах молнии. То есть естественные заземлители выполняют функции как защитного заземления, так и отвода токов молнии.

## Уравнивание потенциалов

Система уравнивания потенциалов (СУП) предназначена для выравнивания потенциала всех проводящих частей здания (рис. 23), куда относятся:

- элементы здания;
- конструкции здания;
- инженерные сети и коммуникации;
- системы молниезащиты.

Согласно п.1.7.32 ПУЭ под защитным уравниванием потенциалов понимают электрическое соединение проводящих частей для достижения равенства их потенциалов, выполняемое в целях электробезопасности.

Систему уравнивания потенциалов используют для устранения разности напряжений всех проводящих элементов и конструкций здания, а также относящихся к нему инженерных сетей и коммуникаций между собой и заземляющим устройством, путем их объединения в единый контур с использованием защитных проводников.

Защитные проводники могут находиться в составе линий электропитания здания или прокладываться отдельно. Подключение каждого токопроводящего элемента необходимо выполнять отдельным проводом с помощью болтовых соединений, зажимов или сварки с обязательным соблюдением условий доступности для осмотра и проведения испытаний, а также защиты от механических повреждений и коррозии. Соединения не должны выполняться пайкой.

*В настоящее время актуальность построения систем внутренней молниезащиты непрерывно растет. Связано это как с модернизацией жилого фонда, сопровождаемой переходом от схемы заземления TN-C к TN-C-S, так и с массовым строительством нового жилья и частных коттеджей. Широкое внедрение компьютерной техники и другого электронного оборудования, чувствительного к импульсным перенапряжениям и переходным коммутационным явлениям, также стимулирует этот процесс. Профессионализм в этом вопросе, несомненно, будет нарастать, причем как со стороны проектировщиков и монтажников, так и конечных потребителей таких систем.*

Владимир СКЛЯР, Сиб