

Проверка УЗИП в процессе эксплуатации: чем, зачем, как и когда

Часть 3

Д.Е.Терентьев, технический директор ООО "Комменж" / ic@commeng.ru

УДК 699.887.2, DOI: 10.22184/2070-8963.2024.122.6.74.79

Рассматривается проверка устройств защиты от импульсных помех для низковольтных электропитающих установок (ЭПУ). В первой части статьи (ПЕРВАЯ МИЛЯ, 2024, №2) были даны ответы на вопросы: чем проверять УЗИП и зачем надо этим заниматься. Во второй (ПЕРВАЯ МИЛЯ, 2024, №5) были рассмотрены УЗИП для защиты цепей связи и передачи данных. В статье используется сквозная нумерация рисунков, примечаний и источников.

В соответствии с ГОСТ [28] УЗИП для ЭПУ подразделяются на устройства коммутирующего, ограничивающего, комбинированного, и короткозамкнутого типа. Так как автор не ставил перед собой задачу детального раскрытия темы, то в статье все вопросы рассматриваются применительно к наиболее распространенным УЗИП ограничивающего типа, то есть выполненным на базе варисторов.

Особенности применения УЗИП в ЭПУ

Чтобы не углубляться в электротехнику, сравним возможные последствия короткого замыкания в распределительном телефонном шкафу и силовом щите. В последнем случае, если своевременно не сработает защита от сверхтока, возможны разные последствия: от повреждения изоляции кабелей до возгорания. Случаи, когда УЗИП становятся причиной возгорания, довольно редки, но не настолько, чтобы эту вероятность не учитывать.

Причина потенциальных проблем – особенности варистора, который при наличии одного или стечении нескольких обстоятельств начинает пропускать

ток и греться докрасна. При этом, в отличие, например, от пленочного или проволочного резистора, нагрев происходит по всему объему, и выделяемая тепловая энергия может быть намного больше.

Деградация структуры варистора (необратимые пробой р-п-переходов) приводит к такому изменению ВАХ (рис.11, приведен в части 2 статьи), что нелинейный резистор (варистор) по своим свойствам постепенно приближается к линейному или же второй линейный участок ВАХ оказывается в области рабочего напряжения. Причины: нарушения технологии производства, воздействие перенапряжений в ходе эксплуатации. Начавшись, процесс деградации будет прогрессировать.

Повышение приложенного к УЗИП напряжения, когда его амплитудное значение превышает классификационное напряжение варистора, приводит к длительному протеканию тока через УЗИП, изменению его параметров и выходу из строя, а в худшем случае – к выходу из строя электроустановки и пожару.

Поэтому стандарт [29] предусматривает обязательную защиту от короткого замыкания в УЗИП

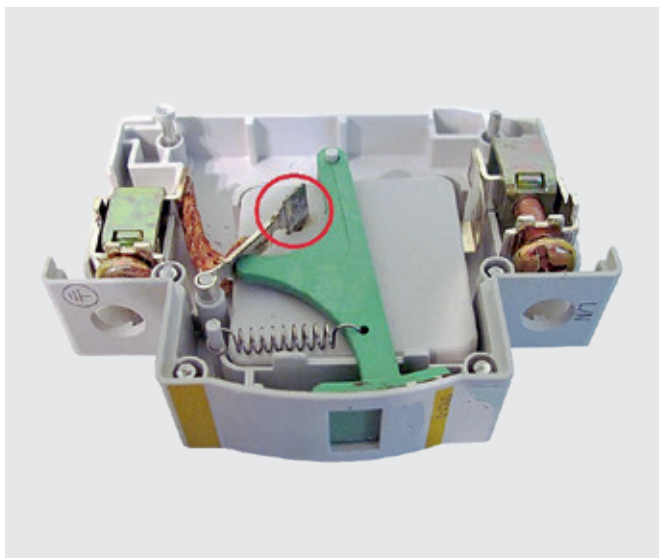


Рис.14. Одна из самых распространенных конструкций размыкателя. Размыкаемый контакт обведен красным кругом. УЗИП выполнен в виде моноблока



Рис.15. Сменный модуль. Контакт (обведен красным кругом) разомкнулся, механический индикатор выскочил из корпуса, показывая, что сменный модуль неисправен

с помощью предохранителей, автоматических выключателей и тепловых размыкателей и обязывает производителей указывать информацию о характеристиках устройств защиты от сверхтоков в документации на УЗИП (см. примечание 8).

Встроенные в УЗИП защита от короткого замыкания и перегрева и контроль за состоянием устройства

Очевидно, что нельзя надеяться на то, что включенный перед УЗИП предохранитель отключит устройство в случае нагрева варистора из-за протекания через него тока. Именно поэтому производители УЗИП встраивают в них тепловые размыкатели, срабатывающие при нагреве варистора выше определенной температуры.

Используются два вида размыкателей:

- механические, в которых контакт, припаянный к выводу варистора легкоплавким припоем, при расплавлении припоя размыкается под воздействием пружины (рис.14, 15);
- с использованием термopедохранителя, отключающего варистор при его перегреве, при этом некоторые производители поставляют варисторы в виде блока с интегрированным термopедохранителем (рис.16) (см. примечание 9).

Чтобы информировать персонал о выходе из строя УЗИП, на них имеется индикация и,

опционально, дистанционная сигнализация состояния. Индикация и сигнализация используют те же принципы, что и тепловые размыкатели.

В УЗИП с механическими размыкателями при размыкании контакта перемещение штока или рычага визуально хорошо заметно, например, в УЗИП, показанном на рис.14, вместо зеленого цвета в окошке появляется красный. Этот же рычаг / шток воздействует на микропереключатель, состояние контактов которого контролируется дистанционно. Обычно используются контакты на переключение, выводимые



Рис.16. Варисторы, выполненные по технологии TVT



Рис.17. Трехфазный УЗИП. Для защиты каждой фазы в цепи L–N подключен сменный модуль, который имеет свои контакты контроля. Четвертый модуль, для подключения между N и PE, выполнен на разряднике и контролировать его не надо (см. примечание 10). Источник: www.streamer.ru

на клеммную колодку (как в УЗИП, показанном на рис.17).

Для дистанционного контроля одного многополюсного или нескольких рядом установленных УЗИП достаточно одной пары проводов – для этого соединяются контрольные контакты: размыкающиеся (последовательно) или замыкающиеся (параллельно).

Принцип действия индикации и дистанционного контроля состояния УЗИП, использующих TVT, показан на рис.18. Для индикации исправности варистора используется светодиодный индикатор, подключенный к контрольному контакту. При поданном напряжении светодиод загорается при нажатии кнопки. В том случае, если варистор нагревается выше определенной температуры, термopредохранитель срабатывает и отключает варистор, при этом напряжение на контрольный контакт не подается.

Дистанционно можно контролировать перегрев варистора выше определенной температуры, для чего к варистору приклеивается термopредохранитель, при срабатывании которого контрольная цепь разрывается. Контрольный термopредохранитель выбирается таким образом, чтобы он сработал раньше защитного.

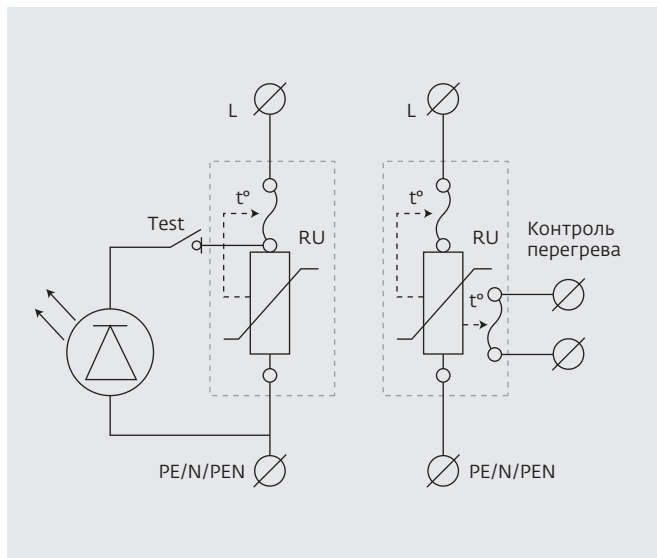


Рис.18. Функциональные схемы светодиодной индикации исправности (слева) и дистанционного контроля перегрева варистора (справа)

Пример УЗИП, выполненного по технологии TVT с индикацией состояния и дистанционным контролем перегрева, производства COMMENG показан на рис.19.

Конструкция: база + съемные модули или моноблок?

УЗИП может быть выполнен в виде моноблока (рис.14, 19) или состоять из так называемой базы и съемных модулей (рис.15, 17). База выполняет функции крепления на DIN-рейку и подключения к ЭПУ и контрольным цепям. Сменный модуль содержит элемент защиты, терморазмыкатель, индикатор состояния. При выходе из строя сменного модуля он может быть заменен на исправный без отключения УЗИП от электроустановки.

Основные преимущества такая конструкция дает при проведении измерений, а именно:

- при проверке исправности УЗИП, для чего достаточно вынуть сменный модуль из базы, не отключая ее, и после проверки установить его на место;
- при измерении сопротивления изоляции в кабельных соединениях электроустановок нет необходимости отключать УЗИП, достаточно вынуть сменные модули.

У такой конструкции есть и недостатки. Более подробно сравнение различных решений сделано в [30]. См. также примечания 11 и 12.

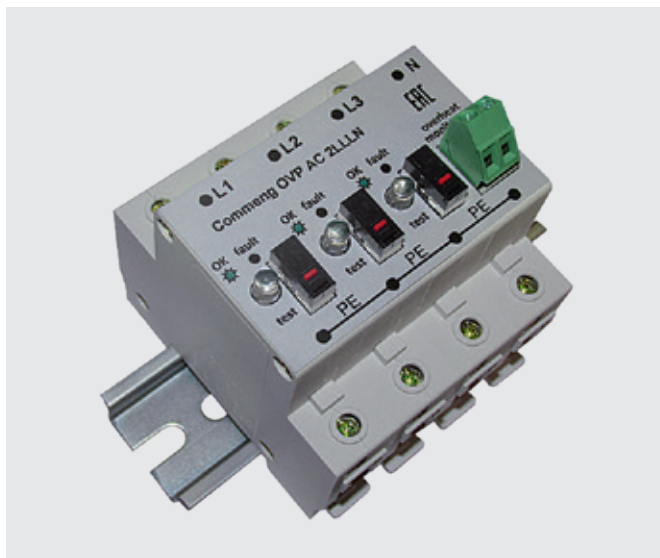


Рис.19. УЗИП для защиты трехфазных и нейтрального проводников, выполненный по технологии TVT. Состояние варисторов, подключенных к фазам, индицируется тремя светодиодами. Три контрольных термopредохранителя включены последовательно, контрольная цепь выведена на клеммную колодку

Какие измерения делать и как?

В части 2 статьи показано, какие параметры элементов УЗИП следует контролировать, и как производятся их измерения, в части 1 приведена информация о средствах измерения.

В УЗИП для ЭПУ контролируется классификационное напряжение варисторов или статическое напряжение пробоя разрядников. Выход за пределы допустимых значений или же приближение к этому пределу (особенно, если произошло изменение по сравнению с предыдущей проверкой) требуют вывода устройства из эксплуатации либо замены сменного модуля.

Если производитель не указал отдельно или не используются специализированный тестер с установленными алгоритмом измерения УЗИП и допустимыми значениями (см. часть 1 статьи и [3, 4, 5, 6]), следует обратиться к технической документации. Если в описании имеется принципиальная или функциональная схема УЗИП с указанием параметров варисторов и разрядников, то этого достаточно. Подключение производится к клеммам L, N, PE (УЗИП для ЭПУ переменного тока); "+", "-", PE (УЗИП постоянного тока). Это самые распространенные варианты, но могут быть и другие.

Не всегда измеряют параметры отдельного варистора или разрядника. Иногда можно измерить ток и напряжение только на параллельно или последовательно соединенных нелинейных элементах. В УЗИП для ЭПУ применяются три таких соединения:

1. **Параллельное соединение 2–3 варисторов.** Используется для увеличения мощности импульсных помех, которые способно ограничивать УЗИП и сохранять при этом работоспособность. Варисторы в соединении подбираются с одинаковым классификационным напряжением (разброс 1% или менее от номинала). ВАХ современных оксидно-цинковых варисторов (рис.11) такова, что при параллельном соединении на токе 1 мА измеряется наименьшее классификационное напряжение (из пары или тройки варисторов), если классификационное напряжение параллельно включенных варисторов одинаково, то измеренное напряжение может быть чуть меньше (менее 1% от номинала), что при проверке УЗИП практического значения не имеет.
2. **Последовательное соединение варисторов.** Применяется в УЗИП, выполненных по так

Передача питания поверх данных.
Мощные инжекторы. Сплиттеры.

Power over Ethernet:
IEEE 802.3bt, Passive PoE

Power over Data Line:
Single Pair Ethernet, VDSL, SHDSL



Серийный
выпуск

Разработка
под заказ

commeng | www.commeng.ru

youtube: COMMENG: как это сделано.

Сделано в Санкт-Петербурге

называемой Y-схеме, для фотоэлектрических систем (солнечных батарей, инверторов контроллеров) и ветрогенераторов [31]. При последовательном соединении резисторов (а варистор – это нелинейный резистор) напряжение на них складывается, то есть измеренное при токе 1 мА напряжение равно сумме классификационных напряжений варисторов.

3. **Последовательное соединение варистора и газонаполненного разрядника.** Используется в УЗИП комбинированного типа. Измеренное напряжение при токе 1 мА, как правило, равно сумме классификационного напряжения варистора и статического напряжения пробоя разрядника, но из этого правила могут быть и исключения.

В каких случаях проверять УЗИП, как часто и нужно ли вообще это делать?

Значительная часть статьи посвящена встроенной системе контроля, конструкции теплового размыкателя и УЗИП в целом, что неудивительно, так как они влияют на надежность УЗИП, способы их проверки и методы эксплуатации электроустановки (см. примечание 13). Как видим, система контроля состояния УЗИП позволяет выявить вышедшие из строя устройства. Тем не менее, необходимость измерения параметров в определенных случаях остается. Сформулировать общее правило трудно, но можно привести примеры таких случаев:

- необслуживаемые объекты (например, базовые станции сотовой связи или БШПД). Состояние УЗИП контролируется дистанционно. Выход из строя (например, во время грозового сезона) требует быстрой замены. Целесообразно включить измерение параметров УЗИП в регламентные работы – замены вышедших из строя и превентивные;
- при демонтаже и переносе в другое место, продлении срока эксплуатации УЗИП. Определение исправности и продолжение использования не только даст экономию, но и уменьшит загрязнение окружающей среды;
- на объектах, расположенных в зонах с высокой грозовой активностью;
- после выхода оборудования электроустановки из-за импульсных помех следует не только проверить правильность подключения УЗИП, но и их исправность.

В любом случае, если принято решение о необходимости проведения измерений УЗИП, это должно

быть зафиксировано документально. Варианты возможны самые разные: от стандарта организации по обеспечению ЭМС до утвержденного перечня регламентных работ.

Примечания

4. В большинстве стран Европы, включая РФ, производители УЗИП рекомендуют, а проектировщики используют автоматические выключатели только для защиты маломощных УЗИП класса испытаний 3. Исключением является Франция, где автоматический выключатель допускается устанавливать даже перед УЗИП класса 1. США, Англию и проч. оставим в стороне – их электроустановки, как и система мер, автору кажутся странными.

Если у кого-нибудь возникнет желание расширить свой кругозор в области защиты от перенапряжений в низковольтных ЭПУ (да и в электротехнике в целом), то лучше использовать немецкоязычные источники и стандарты DIN VDE. Там все логично и никакого диссонанса с тем, чему учили в техникуме или вузе не возникнет.

9. Такие варисторы называют TVT (Thermally Protected Varistor). Важное их применение – в качестве варисторов, встроенных в блоки различного оборудования. Почему только небольшое из производителей УЗИП (Commeng в т.ч.) используют технологию TVT, а остальные предпочитают механические размыкатели, автор может объяснить только налаженным производством и инерцией мышления.
10. На рис.17 показан УЗИП, реализующий редко встречающуюся схему защиты. Включенный между фазой и нейтралью элемент защиты (неважно, разрядник или варистор), терморазмыкателя и системы контроля обычно не имеет (см. также рис.19), так как в нормальном режиме работы ЭПУ напряжение между проводниками N и PE минимально. Неприятности с этим элементом могут начаться при перекосе фаз или "отгорании нуля".
11. Применительно к механическим разъединителям справедлив один из законов Мэрфи: "Система обеспечения надежности выведет из строя другие системы". Автор имел возможность убедиться в этом несколько раз, особенно запомнился случай, когда при приемке УЗИП заказчиком более 50% устройств оказалось со сработавшими размыкателями.

Надо добавить, что поставка была в Восточную Сибирь и дорога, с перерывами на хранение на складах, заняла несколько месяцев. К тряске при транспортировке и погрузкам-разгрузкам добавилась низкая температура, при которой меняется структура припоя.

12. При всех рассмотренных выше преимуществах УЗИП со сменными модулями имеют, по сравнению с моноблочными, три существенных недостатка:

- конструкция сложнее, поэтому дороже; чтобы получить такую же стоимость, что у моноблочного, приходится на чем-то экономить;
- конструкция сложнее, поэтому менее надежна, особенно проблемным местом являются контакты;
- контакты, стенки модуля и базы занимают лишний объем, поэтому максимальные габариты варистора, который можно установить в сменный модуль, меньше чем в случае моноблока.

13. Автор убежден, что редкость повреждений и серьезных нарушений работы в ЭПУ, связанных с УЗИП, обусловлена тем, что в них имеются тепловые размыкатели и система контроля.

Впрочем, есть и исключения из этого правила: такие "бюджетные" УЗИП на рынке присутствуют, и некоторые даже имеют сертификат. Конечно, вероятность возникновения из-за них действительно больших проблем мала, и, скорее всего, в вашей электроустановке или шкафу питания ничего не случится, наверно...

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ ИЕС 61643-11-2013. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний.
- ГОСТ ИЕС 61643-12-2022. Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения.
- УЗИП для низковольтных ЭПУ Commeng OVP. Как устроено. Что внутри. Яндекс-Дзен, блог "Электрик и связист это сила".
- Устройства защиты фотоэлектрических систем УЗ-ФЭС. Техническое описание. www.commeng.ru.

Связисты стран РСС готовы к совместной работе на ВАСЭ-24

28 августа 2024 года в Кыргызской Республике состоялось совместное заседание Комиссии Регионального содружества в области связи (РСС) по координации международного сотрудничества (КМС) и Рабочей группы по работе с Международным союзом электросвязи (РГ МСЭ).

С приветственным словом к заседанию обратился и директор Бюро стандартизации электросвязи МСЭ Сейдзо Оноэ, чье личное участие в заседании стало важным элементом подготовки администраций связи РСС к предстоящей Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи МСЭ (далее – ВАСЭ, Ассамблея).

Подготовка к ВАСЭ-24, которая состоится в Нью-Дели (Индия) уже в октябре этого года, стала ключевой темой заседания. Было согласовано более двух десятков предложений в проекты общих предложений РСС к ВАСЭ-24 и одобрило кандидатуры администраций свя-

зи РСС на руководящие посты ВАСЭ 2024 года и в руководство рабочих органов Сектора стандартизации электросвязи МСЭ. В рамках заседания успешно состоялась специальная межрегиональная сессия, посвященная подготовке к ВАСЭ, где представители других региональных организаций электросвязи рассказали о своей подготовке к предстоящей Ассамблее.

Участники заседаний обсудили также актуальные вопросы, касающиеся подготовки администраций связи РСС к важным международным событиям в области связи, в частности, предстоящему блоку собраний рабочих групп Совета и групп экспертов МСЭ, Глобальному симпозиуму регуляторов и собраниям рабочих органов МСЭ по статистике в области электросвязи/ИКТ, которые состоятся осенью этого года, Всемирной конференции по развитию электросвязи 2025 года, которую в следующем году примет Азербайджанская Республика, и др.

Заседанием рассмотрены итоги крупных отраслевых мероприятий МСЭ первой половины этого года, итоги Регионального форума по вопросам развития для Региона СНГ, ключевые решения июньской сессии Совета МСЭ, актуальные для администраций связи РСС вопросы деятельности Радиорегламентарного комитета МСЭ и Консультативной группы государств-членов по проекту строительства штаб-квартиры МСЭ, а также итоги недели статистики ИКТ для региона СНГ.

Важно отметить, что в ходе совместного заседания КМС и РГ МСЭ было принято решение сформировать совместную группу экспертов Регионального содружества в области связи и Межгосударственного статистического комитета Содружества Независимых Государств по статистике в области ИКТ.

По информации Исполкома РСС



ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

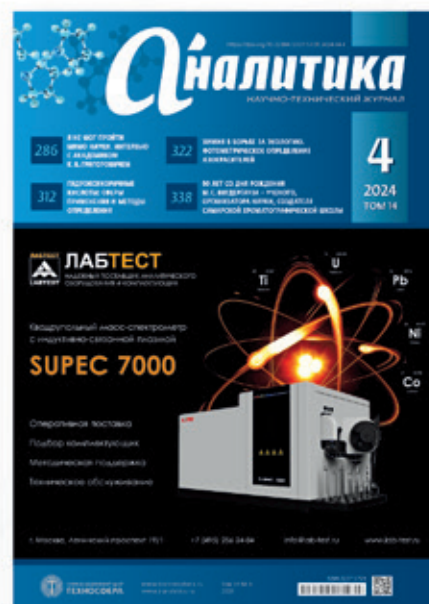
100% ГАРАНТИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ



Стоимость 2200 р. за номер
Периодичность: 10 номеров в год
www.electronics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.photonics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 6 номеров в год
www.j-analytics.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

www.technosphere.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.lastmile.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.nanoindustry.ru



Стоимость 1800 р. за номер
Периодичность: 4 номера в год
www.stankoinstrument.ru