

Алексей Федоров, Владимир Сацюк,
представительство в России DEHN+SÖHNE GmbH + Co.KG

ЗАЩИТА ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ: координация защитных устройств

Основой для построения современных систем защиты от импульсных перенапряжений является зонная концепция (IEC 62305). Согласно этой концепции, всё пространство как вне, так и внутри защищаемого объекта делится на несколько зон, в каждой из которых допускается определенный уровень воздействия энергии электромагнитного поля в соответствии с электрической прочностью и помехоустойчивостью размещенного внутри этих зон оборудования.

Реализация зонной концепции на практике включает в себя ряд мероприятий, связанных с экранированием и уравниванием потенциалов, а также применением устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП).

Комплексная защита от импульсных перенапряжений подразумевает защиту по всем каналам, по которым опасные наводки и перенапряжения могут воздействовать на защищаемое оборудование, т.е. по сетям питания, контрольно-измерительным и телекоммуникационным линиям, сетям передачи данных и антенно-фидерным трактам. В данной статье рассматривается защита от импульсных перенапряжений для сетей питания.

Рис. 1

Типовая
трехступенчатая схема
защиты от импульсных
перенапряжений
для сетей питания

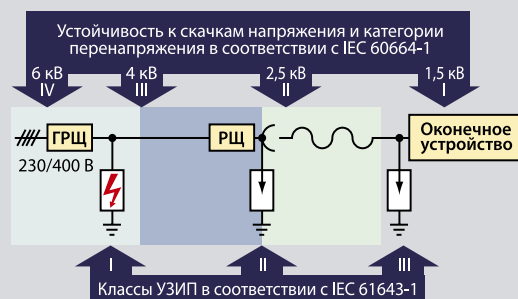
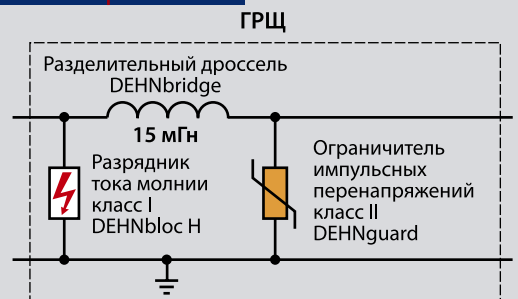


Рис. 2

Схема с индуктивной
развязкой на основе
разрядника тока
молнии (DEHNBloc H,
класс I) и ограничителя
импульсных
перенапряжений
(DEHNgard, класс II)
с разделительным
дросселем (DEHNbridge)



ТИПОВАЯ СХЕМА ЗАЩИТЫ ОТ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Согласно зонной концепции схема защиты оборудования по питающим линиям состоит из нескольких ступеней. Как правило, число таких ступеней равно трем (рис. 1), но в зависимости от характеристик оборудования их может быть и меньше.

В качестве первой ступени защиты (УЗИП класса I по IEC 61643-1) обычно используется устанавливаемый на вводе питания в объект (в главном распределительном щите (ГРЩ)) мощный разрядник тока молнии на основе искрового промежутка, позволяющий отводить токи молний до 100 кА.

Обладая высокой пропускной способностью, такое УЗИП, однако, не может обеспечить достаточный уровень напряжения защиты для окончного оборудования (уровень напряжения защиты УЗИП класса I не более 4 кВ по IEC 60664-1), поэтому требуется установка второй ступени защиты (УЗИП класса II). Она реализуется на основе варисторов и позволяет отводить токи, а также ограничивать импульсные перенапряжения, вызванные вторичными проявлениями молнии и коммутациями в системах электропитания. Типичное место установки УЗИП на основе варисторов – распределительные щиты (РЩ). Согласно IEC 60664-1, уровень напряжения защиты УЗИП класса II должен быть не выше 2,5 кВ.

И наконец, для защиты более чувствительного оборудования (как правило, оконечных приборов) используется третья ступень защиты (УЗИП класса III), снижающая импульсные перенапряжения до уровня не выше 1,5 кВ. Обычно она выполняется на основе варисторов меньшей мощности, чем варисторы второй ступени, и устанавливается непосредственно перед защищаемыми приборами.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КООРДИНАЦИЯ УЗИП

Одна из основ правильного и надежного функционирования системы защиты от импульсных перенапряжений – энергетическая координация отдельных ступеней защиты друг с другом и с защищаемым оборудованием.

Под энергетической координацией подразумевается обеспечение условий, при которых ступени защиты срабатывают таким образом, чтобы при этом и оборудование было эффективно защищено, и компоненты устройств защиты отдельных ступеней не выходили из строя. Так, в рассматриваемой схеме (рис. 1) первым должен срабатывать мощный вводный разрядник тока молнии (УЗИП класса I). При этом отводится большая часть энергии, переносимой импульсом. Затем должно срабатывать УЗИП второй ступени (класс II, ограничитель импульсных перенапряжений), еще более снижая оставшуюся энергию, и т.д.

Однако если включить УЗИП I и II классов параллельно, то в силу меньшего времени срабатывания первым включится варистор и пропустит весь импульс через себя. В результате варистор может выйти из строя, т.к. его

пропускная способность существенно меньше пропускной способности разрядника тока молнии. Аналогичный эффект будет наблюдаться и в случае непосредственного соединения УЗИП II и III классов.

На практике есть несколько способов обеспечить энергетическую координацию УЗИП. К их числу относятся схемы с индуктивной развязкой между УЗИП различных классов, применение скоординированных разрядников тока молнии или комбинированных УЗИП.

Схема с индуктивной развязкой. Это решение известно уже в течение нескольких десятилетий. Индуктивная развязка обеспечивается применением разделительных дросселей (с индуктивностью не менее 6–15 мГн) или выдержкой расстояния между ступенями защиты не менее 10 м по кабелю.

При протекании импульсного тока молнии на индуктивном сопротивлении наводится напряжение, вызывающее срабатывание первой ступени защиты. Таким образом достигается необходимая задержка воздействия импульса перенапряжения на вторую ступень защиты. В случае применения разделительных дросселей все компоненты защиты устанавливаются в одном месте (в ГРЩ).

Для реализации такого решения компания DEHN+SÖHNE предлагает широкий спектр разрядников тока молнии и ограничителей импульсных перенапряжений. Схема с использованием разрядника DEHNBloc H, ограничителя перенапряжений DEHNgard и разделительного дросселя DEHNbridge (рис. 2) была протестирована в лаборатории компании и показала хорошие результаты. Лабораторные испытания той же схемы, но без индуктивной развязки (без дросселя) подтвердили, что варистор срабатывает существенно быстрее, чем успевает открыться искровой промежуток. В результате через варистор протекает высокий ток, который выводит его из строя.

Несмотря на относительную простоту, данное решение имеет ряд недостатков, связанных с ограничением номинального тока схемы, введением в схему дополнительных элементов (дросселей), увеличением необходимого монтажного пространства в распределительном щите. Поэтому в настоящее время такой вариант практически не используется.

Схема со скоординированным разрядником тока молнии. Это решение не требует применения разделительного дросселя между разрядником тока молнии (УЗИП класса I) и ограничителем импульсных перенапряжений (УЗИП класса II).

На рис. 3 приведен пример монтажа скоординированного разрядника DEHNBloc Maxi совместно с ограничителем импульсных перенапряжений DEHNgard. Такой разрядник при сохранении высокой пропускной способности обеспечивает более низкий уровень напряжения защиты (не более 2,5 кВ).

Преимущества такой схемы очевидны: не требуется применение дополнительных развязывающих элементов или выдержки расстояния между УЗИП, нет ограничения по номинальному току системы.

Схема с комбинированным УЗИП. Наиболее передовым решением является применение комбинированного устройства класса I DEHNventil M. Такое УЗИП защищает как от токов молнии, так и от импульсных перенапряжений, вызванных вторичными проявлениями токов молнии и процессами коммутаций в системах электропитания.

По сравнению с рассмотренными ранее устройствами, DEHNventil M имеет самый низкий уровень напряжения защиты – не более 1,5 кВ, поэтому для защиты небольших объектов достаточно установить одно УЗИП DEHNventil M на вводе питания в объект. Если длина кабелей до защищаемых устройств не превышает 5 м, то дополнительные ограничители перенапряжений класса III не требуются. В противном случае достаточно подключить УЗИП класса III непосредственно возле защищаемого оборудования. При этом будет обеспечена энергетическая координация между устройствами I и III классов.

Конструктивно комбинированное УЗИП DEHNventil M представляет собой трехэлектродный искровой промежуток, выполненный по запатентованной инновационной технологии гашения электрической дуги RADAX-Flow.

Технология RADAX-Flow обеспечивает радиальное и осевое воздействие на дугу, возникающую при пробое искрового промежутка. Причем ограничение сопровождающего тока величиной до 50 кА происходит за существенно меньшее время, чем время срабатывания предохранителей во входной цепи. Таким образом обеспечивается непрерывность электропитания потребителей при номинальных токах от 20 А.

Другие преимущества комбинированного УЗИП – высокая пропускная способность (до 100 кА, импульс 10/350 мкс), модульная конструкция, а также ряд функций, позволяющих визуально и дистанционно контролировать состояние защитных модулей. Кроме того, благодаря отсутствию в силовой цепи варисторов исключена утечка токов на землю, поэтому УЗИП DEHNventil можно устанавливать до счетчиков электроэнергии (рис. 4).

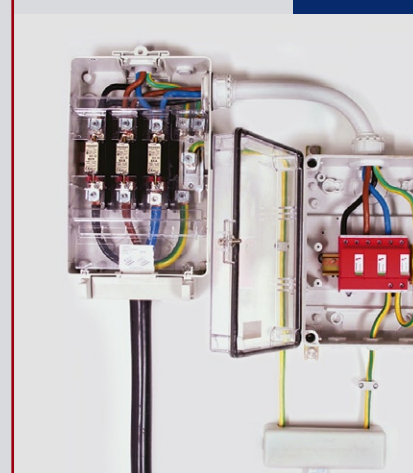
Рис. 3

Схема защиты
со скоординированным
разрядником тока
молнии DEHNBloc Maxi
и ограничителем
импульсных
перенапряжений
DEHNgard



Рис. 4

Монтаж
комбинированного
УЗИП DEHNventil M
во вводном
распределительном
устройстве



Представительство DEHN + SÖHNE GmbH + Co. KG
109316, Москва, Волгоградский пр., 47
Тел.: (495) 663-3122, 663-3573
info@dehn-ru.com, www.dehn-ru.com