

ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЯХ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

Краснов А.Р., Демин Д.Н.
Научный руководитель - к.т.н., доцент Куликовский В.С.

Сибирский федеральный университет

Перенапряжением называется любое превышение напряжения относительно максимально допустимого для данной сети.

К этому виду сетевых помех относятся как перенапряжения связанные с перекосом фаз достаточно большой длительности, так и перенапряжения, вызванные грозовыми разрядами с длительностью от десятков до сотен микросекунд. Методы и средства борьбы зависят от длительности и амплитуды перенапряжений. В этом отношении импульсные перенапряжения можно выделить в отдельную группу.

Под импульсным перенапряжением понимается кратковременное, чрезвычайно высокое напряжение между фазами или фазой и землей с длительностью, как правило, до 1 мс.

Грозовые разряды – мощные импульсные перенапряжения, возникающие в результате прямого попадания молнии в сеть электропитания, громоотвод или импульс от разряда молнии на расстоянии до 1,5 км, приводящий к выходу из строя электрооборудования или сбою в работе аппаратуры. Прямое попадание характеризуется мгновенными импульсными токами до 100 кА с длительностью разряда до 1 мс.

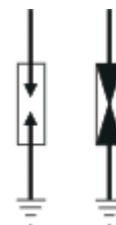
Существует четыре основных типа устройств защиты от импульсных перенапряжений:

Разрядник.

Представляет собой устройство из двух токопроводящих пластин с калиброванным зазором. При существенном повышении напряжения между пластинами возникает дуговой разряд, обеспечивающий сброс высоковольтного импульса на землю.

По исполнению разрядники делятся на: воздушные, воздушные многоэлектродные и газовые. В газовом разряднике дуговая камера заполнена инертным газом низкого давления. Благодаря этому их параметры мало зависят от внешних условий (влажность, температура, запыленность и т.д.), кроме этого газовые разрядники имеют экстремально высокое сопротивление (около 10 ГОм), что позволяет их применять для защиты высокочастотных устройств до нескольких ГГц.

При установке воздушных разрядников следует учитывать выброс горячего ионизированного газа из дуговой камеры, что особенно важно при установке в пластиковые щитовые конструкции. В общем, эти правила сводятся к схеме установки представленной на рис. 1.



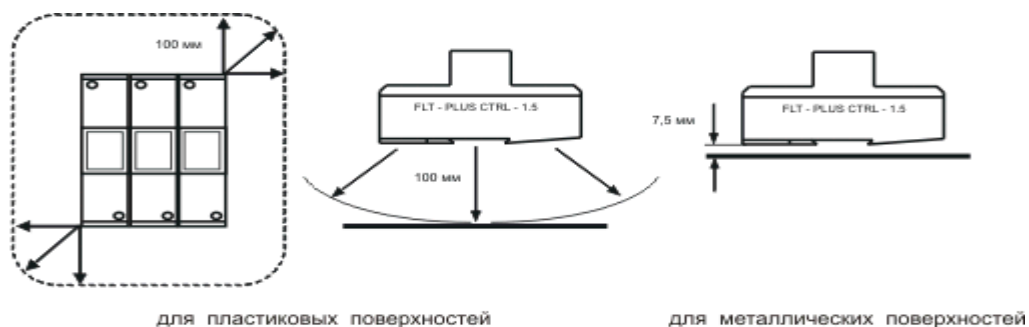


Рисунок 1 – Схема установки разрядников.

Типовое напряжение срабатывания для разрядников составляет 1,5 – 4 кВ (для сети 220/380 В 50 Гц).

Время срабатывания порядка 100 нс. Максимальный ток при разряде для различных исполнений от 45 до 60 кА при длительности импульса 10/350 мкс. Устройства выполняются как в виде отдельных элементов для установки в щиты, так и в виде модуля для установки на DIN-рейку.

Отдельную группу составляют разрядники в виде элементов для установки на платы с токами разряда от 1 до 20 кА (8/20 мкс).

Варистор.

Керамический элемент, у которого резко падает сопротивление при превышении определенного напряжения.

Напряжение срабатывания 470 – 560 В (для сети 220/380 В 50 Гц).

Время срабатывания менее 25 нс.

Максимальный импульсный ток от 2 до 40 кА при длительности импульса 8/20 мкс.

Устройства выполняются как в виде отдельных элементов для установки в радиоаппаратуру, так и в виде DIN-модуля для установки в силовые щиты.

Разделительный трансформатор.

Силовой 50 герцовый трансформатор с отдельными обмотками и равными входным и выходным напряжениями.

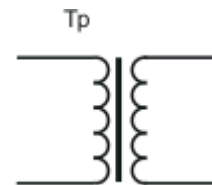
Трансформатор просто не способен передать столь короткий высоковольтный импульс во вторичную обмотку и благодаря этому свойству является, в некоторой степени, идеальной защитой от импульсных перенапряжений. Однако при прямом попадании молнии в электросеть может нарушиться целостность изоляции первичной обмотки, и трансформатор выходит из строя.

Защитный диод.

Применяется, как правило, для защиты аппаратуры связи. Обладает высокой скоростью срабатывания (менее 1 нс) и разрядным током 1 кА при токовом импульсе 8/20 мкс.

Из четырех выше описанных устройств каждое имеет свои достоинства и недостатки. Если сравнить разрядник и варистор с одинаковым максимальным импульсным током и обратить внимание на длительность тестового импульса, то становится ясно, что разрядник способен поглотить энергию на два порядка больше, чем варистор. Зато варистор срабатывает быстрее, напряжение срабатывания существенно ниже и гораздо меньше помех при работе.

Разделительный трансформатор, при определенных условиях, имеет безграничный ресурс по защите нагрузки от импульсных перенапряжений (у варисторов и разрядников при срабатывании происходит постепенное разрушение



материала элемента), но для сети 100 кВА требуется трансформатор 100кВА (тяжелый, габаритный и довольно дорогой).

Следует помнить, что при отключении первичной сети трансформатор сам по себе генерирует высоковольтный выброс, что требует установки варисторов на выходе трансформатора.

Одной из серьезных проблем в процессе организации защиты оборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений является то, что нормативная база в этой области до настоящего времени разработана недостаточно. Существующие нормативные документы либо содержат в себе устаревшие, не соответствующие современным условиям требования, либо рассматривают их частично, в то время как решение данного вопроса требует комплексного подхода.