

УДК 621.3

ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И РАЗРЯДНИКИ

Хомутовский М.А., Сытько М.С., Шалыгин Н.Г.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Петрашевич Н.С.

Ограничитель перенапряжений нелинейный (ОПН) — электрический аппарат, предназначенный для защиты оборудования систем электроснабжения от коммутационных и грозовых перенапряжений. ОПН также можно назвать разрядником без искровых промежутков. Основным элементом ОПН – варистор. Основная активная часть ОПН состоит из набора варисторов, соединённых последовательно и составляющих так называемую «колонку». В зависимости от требуемых характеристик ОПН и его конструкции ограничитель может состоять из одной колонки или из ряда колонок, которые соединены последовательно либо параллельно. ОПН конструктивно представляет собой колонку варисторов, заключённых в высокопрочный полимерный корпус из высокомолекулярного каучука, либо колонку варисторов, прижатую к боковой поверхности стеклопластиковой трубы, расположенной внутри фарфора. В ОПН с полимерной изоляцией пространство между стеклопластиковой трубой и колонкой варисторов заполняется низкомолекулярным каучуком, а сама труба имеет расчётное количество отверстий для обеспечения взрывобезопасности конструкции при прохождении токов короткого замыкания. У ограничителей перенапряжений с фарфоровой изоляцией на торцевых сторонах крышки располагают мембраны и герметизирующие резиновые уплотнительные кольца, а на фланцах устанавливают специальные крышки с выхлопными отверстиями. На крышке ограничителя перенапряжений имеется контактный болт для подключения к токоведущей шине. ОПН снабжён изолированной от земли плитой основания. Внутренняя стеклопластиковая труба, мембраны и крышки обеспечивают взрывобезопасность конструкции при прохождении токов короткого замыкания.

Принцип действия

Защитное действие ограничителя перенапряжений обусловлено тем, что появление опасного для изоляции перенапряжения, вследствие высокой нелинейности резисторов через ограничитель перенапряжений протекает значительный импульсный ток, в результате чего величина перенапряжения снижается до уровня, безопасного для изоляции защищаемого оборудования. В нормальном рабочем режиме ток через ограничитель имеет емкостный характер и составляет десятые доли миллиампера. Но при возникновении перенапряжений резисторы ОПН переходят в проводящее состояние и ограничивают дальнейшее нарастание перенапряжения до уровня, безопасного для изоляции защищаемой электроустановки. Когда перенапряжение снижается, ограничитель вновь возвращается в непроводящее состояние.

Вольт-амперная характеристика ограничителя состоит из 3 участков:

- область малых токов;
- область средних токов;
- область больших токов.

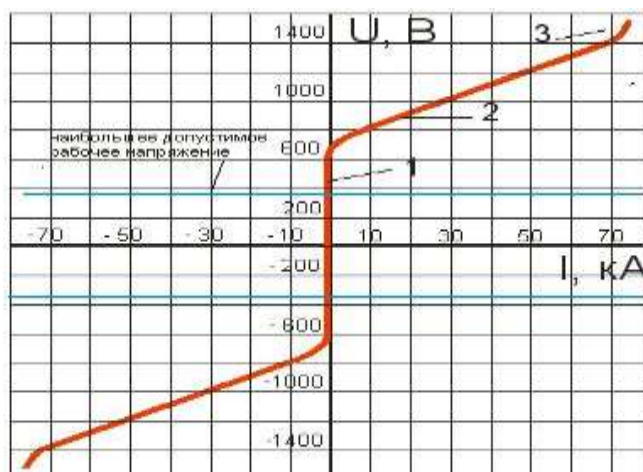


Рисунок 1. Вольт-амперная характеристика

В первой области варисторы работают под рабочим напряжением, не превышающим наибольшее допустимое рабочее напряжение. В режим средних токов варистор переходит при возникновении перенапряжения в сети. При этом на границе 1 и 2 областей происходит перегиб ВАХ, сопротивление варисторов существенно уменьшается и через них протекает кратковременный импульс тока. Варистор поглощает энергию импульса и рассеивает её в окружающее пространство в виде тепла. За счёт поглощения энергии импульс перенапряжения резко падает. Третья область для ограничителя является аварийной, сопротивление варисторов в ней вновь резко возрастает.

Виды ОПН

Ограничители перенапряжения подразделяются в зависимости от :

- типа изоляции (полимерная, фарфоровая);
- конструктивного исполнения (одноколонковые, многоколонковые);
- величины рабочего напряжения (6-10 кВ; 35кВ; 110кВ; 220кВ и др.);
- места установки (ОРУ либо ЗРУ).

Фарфоровые ОПН

Представляют собой колонку варисторов, прижатую к боковой поверхности стеклопластиковой трубы, расположенной внутри фарфоровой крышки. Получили большое распространение среди защитных средств, но, в последнее время мало пользуются спросом в связи с появлением ОПН с полимерной крышкой.

К плюсам ограничителей с фарфоровой изоляцией относят:

- Относительно малое влияние температурных колебаний на состояние аппарата;
- Большая механическая устойчивость (это связано с тем, что основная механическая нагрузка прикладывается к изоляционному покрытию).

Недостатки ОПН в фарфоровой крышке:

- Недостаточное обеспечение герметичности узла крепления фланца к фарфоровой изоляционной крышке и сохранение свойств резиновых уплотнителей в процессе длительной эксплуатации ;
- Высокая взрывоопасность (фарфоровые осколки при взрыве разлетаются в разные стороны с огромной скоростью);

- Масса и габариты (ограничители в полимерной крышке в 2-3 раза легче ОПН с фарфоровой изоляцией);
- Худшие по сравнению с ОПНп тепловые характеристики.

Полимерные ОПН

ОПН состоит из колонки варисторов, заключённых в высокопрочный полимерный корпус из высокомолекулярного каучука. Пространство между стеклопластиковой трубой и колонкой резисторов заполняется низкомолекулярным каучуком, а сама труба имеет расчётное количество отверстий для обеспечения взрывобезопасности конструкции при прохождении токов короткого замыкания. На данный момент полимерные ОПН (ОПНп) превзошли по масштабам использования и производства фарфоровые ОПН.

Преимущества ОПНп:

- Высокая гидрофобность;
- Значительно высокая взрывобезопасность, чем у фарфоровых ОПН;
- Малый вес;
- Лучшие, чем у ОПН в фарфоровой крышке, электрические и разрядные характеристики;
- Простота монтажа и транспортировки, а также стойкость к ударным и вибрационным воздействиям;
- Способность работать в условиях естественных и промышленных загрязнений и так далее.

К недостаткам полимерных ограничителей относятся:

- Влияние воздействия сезонных колебаний температуры окружающей среды (внутреннее пространство имеет значительно отличающийся коэффициент теплового расширения от материала крышки, это может привести к деформации рёбер крышки и снижению электрической прочности внешней изоляции);
- Неправильный расчёт механической нагрузки может привести к растрескиванию варисторов ограничителя.

Разрядники

Разрядник — электрический аппарат, предназначенный для ограничения перенапряжения в электротехнических установках и электрических сетях.

Применение

В электрических сетях часто возникают импульсные всплески напряжения, вызванные коммутациями электроаппаратов, атмосферными разрядами или иными причинами. Несмотря на кратковременность такого перенапряжения, его может быть достаточно для пробоя изоляции или р-n переходов полупроводниковых приборов и, как следствие, короткого замыкания, приводящего к разрушительным последствиям. Для того, чтобы устранить вероятность короткого замыкания, можно применять более надёжную изоляцию и высоковольтные полупроводниковые приборы, но это приводит к значительному увеличению стоимости оборудования. В связи с этим в электрических сетях целесообразно применять разрядники.

Устройство и принцип действия

Разрядник состоит из двух электродов и дугогасительного устройства. Один из электродов крепится на защищаемой цепи, второй электрод заземляется. Пространство между электродами называется искровым промежутком. При определенном значении напряжения между двумя электродами искровой промежуток пробивается, снимая тем самым перенапряжение с защищаемого участка цепи. Одно из основных требований, предъявляемых к разряднику — гарантированная электрическая прочность при промышленной частоте (разрядник не должен пробиваться в нормальном режиме работы сети). После пробоя импульсом искровой промежуток достаточно ионизирован, чтобы пробиться фазным напряжением нормального режима, в связи с чем возникает короткое замыкание и, как следствие, срабатывание устройств РЗА, защищающих данный участок. Задача дугогасительного устройства — устранить это замыкание в наиболее короткие сроки до срабатывания устройств защиты.

Трубчатый разрядник

Воздушный разрядник представляет собой дугогасительную трубку из полимеров, способных подвергаться термической деструкции с выделением значительного количества газов и без значительного обугливания — полихлорвинила или оргстекла, с разных концов которой закреплены электроды. Один электрод заземляется, а второй располагается на определенном расстоянии от него (расстояние определяет напряжение срабатывания, или пробоя, разрядника) и имеет прямое электрическое подключение к защищаемому проводнику линии. В результате пробоя в трубке возникает интенсивная газогенерация (плазма), и через выхлопное отверстие образуется продольное дутье, достаточное для гашения дуги. В воздушном разряднике открытого типа выброс плазменных газов осуществляется в атмосферу. Напряжение пробоя воздушных разрядников — более 1 кВ.

Газовый разрядник

Конструкция и принцип действия идентичны воздушному разряднику. Электрический разряд происходит в закрытом объёме (керамическая трубка), заполненном инертными газами. Процесс электрического разряда в газовой среде позволяет обеспечить лучшие характеристики скорости срабатывания и гашения разрядника. Напряжение пробоя газонаполненного разрядника — от 60 вольт до 5 киловольт. В сигнальных электрических цепях соответствующего напряжения в качестве разрядника может использоваться миниатюрная неоновая лампа.

Вентильный разрядник

Вентильный разрядник состоит из двух основных компонентов: многократного искрового промежутка (состоящего из нескольких последовательно соединенных единичных искровых промежутков) и рабочего резистора (состоящего из последовательного набора вилитовых дисков). Многократный искровой промежуток последовательно соединен с рабочим резистором. В связи с тем, что вилит меняет характеристики при увлажнении, рабочий резистор герметично закрывается от внешней среды. Во время

перенапряжения многократный искровой промежуток пробивается, задача рабочего резистора — снизить значение сопровождающего тока до величины, которая сможет быть успешно погашена искровыми промежутками. Вилит обладает особенным свойством — его сопротивление нелинейно — оно падает с увеличением значения силы тока. Это свойство позволяет пропустить больший ток при меньшем падении напряжения. Благодаря этому свойству вентильные разрядники и получили своё название. Среди прочих преимуществ вентильных разрядников следует отметить бесшумность срабатывания и отсутствие выбросов газа или пламени.

Магнитовентильный разрядник

РВМГ состоит из нескольких последовательных блоков с магнитным искровым промежутком и соответствующего числа вилитовых дисков. Каждый блок магнитных искровых промежутков представляет собой поочередное соединение единичных искровых промежутков и постоянных магнитов, заключенное в фарфоровый цилиндр.

При пробое в единичных искровых промежутках возникает дуга, которая за счет действия магнитного поля, создаваемого кольцевым магнитом, начинает вращаться с большой скоростью, что обеспечивает более быстрое, по сравнению с вентильными разрядниками, дугогашение.

Литература

1. Родштейн Л. А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. — 304 с
2. Халилов Ф.Х. Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений / Халилов Ф. Х., Евдокунин Г. А.— СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2002.- 272 с.