

УДК 621.3

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Дударев А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ДЕРЮГИНА Е.А.

Ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН) – электрические аппараты, предназначенные для защиты оборудования систем электроснабжения от коммутационных и грозовых перенапряжений. Основным элементом ОПН является нелинейный резистор – варистор (varistor, от англ. Vari(able) (Resi)stor – переменное, изменяющееся сопротивление).

В настоящее время варисторы для ограничителей изготавливаются как цилиндрические диски диаметром 28–150 мм, высотой 5–60 мм. На торцевой части дисков методом металлизации наносятся алюминиевые электроды толщиной 0,05–0,30 мм. Боковые поверхности диска покрывают глифталевой эмалью, что повышает пропускную способность при импульсах тока с крутым фронтом.

Применяемые в настоящее время разрядники с резисторами, имеющими недостаточную нелинейность, часто не позволяют обеспечить необходимое ограничение перенапряжений. Более глубокое снижение перенапряжений требует уменьшения нелинейного последовательного сопротивления, что приводит к существенному увеличению сопровождающих токов. Включение нелинейных сопротивлений на рабочее напряжение без искровых промежутков оказывается невозможным вследствие большого тока через нелинейное сопротивление при фазном напряжении.

Применение искровых промежутков вызывает дополнительные трудности, связанные с необходимостью уменьшения сопровождающего тока до величины, надежно отключаемой промежутками. Значительное улучшение защитных характеристик разрядников может быть достигнуто при отказе от использования искровых промежутков. Это оказывается возможным в ОПН при использовании резисторов с резко нелинейной вольтамперной характеристикой. Выполненные на основе окиси цинка варисторы отвечают этим требованиям и применяются в ограничителях перенапряжений. ОПН комплектуются из большого числа последовательно и параллельно соединенных оксидно-цинковых варисторов. Число последовательно соединенных в колонку варисторов и число параллельных колонок в ограничителе перенапряжений определяется номинальным напряжением сети и зависит от требований к защитному уровню напряжения и пропускной способности ограничителей по току. Пропускная способность ОПН и характер их повреждения зависят от амплитуды и длительности протекающего через них тока. При импульсах тока большой длительности, характерных для коммутационных перенапряжениях, наблюдается существенный нагрев ОПН, в результате так воздействий может происходить проплавление в варисторах сквозных отверстий и их разрушение при токах с амплитудой 80–120 А. При кратковременных импульсах тока, характерных для грозовых перенапряжений, варисторы не разрушаются даже при воздействии импульсов с амплитудой 1000–1500 А. Дальнейшее увеличение тока может приводить к их перекрытию по боковой поверхности, однако, ток перекрытия может быть значительно увеличен, если покрыть боковую поверхность варисторов специальным изоляционным лаком или залить колонку варисторов полимерным компаундом.

Большинство крупных фирм производителей электротехнической продукции при разработке и выпуске ОПН используют те же конструкторские решения, технологии и дизайн, что и для производства других электроустановочных изделий. Это касается габаритных размеров, материала корпуса, применяемых технических решений для установки изделия в электроустановку потребителя, внешнего вида и других параметров. Дополнительно к конструкции ограничителей перенапряжений могут быть предъявлены следующие требования:

– Корпус устройства должен быть выполнен с соблюдением требований по защите от прямого прикосновения (класс защиты не ниже IP20).

– Отсутствие риска возгорания устройства защиты или короткого замыкания в линии в случае его выхода из строя в результате перегрузки.

– Наличие простой и надежной индикации выхода из строя, возможность подключения дистанционной сигнализации.

В настоящее время вентильные разрядники практически сняты с производства и в большинстве случаев отслужили свой нормативный срок службы. Построение схем защиты изоляции оборудования как новых, так и модернизируемых подстанций, от грозовых и коммутационных перенапряжений теперь оказывается возможным только с использованием ОПН.

Следующим шагом должна стать установка защитных устройств. При выборе защитных устройств на оксидно-цинковых варисторах необходимо обращать внимание на следующие параметры:

– Номинальное напряжение ограничителя. Это номинальное напряжение сети, для работы в которой предназначен ОПН.

– Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение на ограничителе. Это наибольшее действующее значение напряжения промышленной частоты, которое может быть длительно приложено к выводам ОПН. Это напряжение должно быть не ниже наибольшего рабочего фазного напряжения сети, для работы в которой предназначен ОПН.

– Классификационное напряжение ограничителя. Это действующее значение напряжения промышленной частоты, которое прикладывается к ограничителю для получения классификационного тока.

– Номинальный импульсный разрядный ток. Номинальный импульсный разрядный ток ОПН должен пропустить без существенного изменения параметров 20 раз.

– Максимальный импульсный ток. Это значение испытательного грозового импульса тока (обычно формы 8/20 мкс), который устройство может пропустить один раз и не выйти из строя.

– Остающееся напряжение. Это максимальное значение падения напряжения на ограничителе при протекании через него импульса тока.

– Уровень защиты. Это значение остающегося напряжения при протекании через варистор ограничителя номинального импульсного тока разряда.

– Время срабатывания оксидно-цинковых варисторов обычно не превышает 25 нс.

Помимо неверного выбора мест установки и характеристик ОПН еще одной причиной повреждений ОПН являются используемые при их сборке варисторы низкого качества, к которым, прежде всего, относятся китайские и индийские варисторы.

Преимущества ОПН:

– простота конструкции и высокая надежность;

– по сравнению с разрядниками, более глубокое ограничение перенапряжения;

– стойкость к внешнему загрязнению изоляционного корпуса;

– способность ограничивать внутренние перенапряжения;

– большая взрывобезопасность у ограничителей перенапряжения с полимерным корпусом;

– меньшие габариты и масса, чем у разрядников;

– могут использоваться в сетях постоянного тока.

### Литература

1 Дмитриев, М.В. Параметры ограничителей перенапряжения / М.В. Дмитриев. – М. : Энергоатомиздат, 2002. – 205 с.

2 Поляков, В.С. Защита сетей 6–35 кВ от перенапряжений / В.С. Поляков. – М. : Энергоатомиздат, 2002. – 272 с.

3 Дмитриев, М.В. Применение ОПН в электрических сетях / М.В. Дмитриев. – М. : Энергоатомиздат, 2003. – 311 с.