

А.А. ЗАДЕРИХИН, инженер, ГП «НИИВН», Славянск;
Ю.Н. ШУМИЛОВ, д-р. техн. наук., проф., ГП «НИИВН», Славянск;
М.Ю. ШУМИЛОВ, канд. техн. наук, инж., ГП «НИИВН», Славянск;
В.Н. ТАРАН, инженер, ГП «НИИВН», Славянск

НЕЛИНЕЙНЫЕ ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ 220...400 кВ МОДУЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

В статье приведен обзор конструкции и технических характеристик ограничителей перенапряжений классов 220; 330 и 400 кВ модульного исполнения в полимерных корпусах, разработанных предприятием НИИВН.

У статті наведено огляд конструкції та технічних характеристик обмежувачів перенапруж класів 220; 330 і 400 кВ модульного виконання в полімерних корпусах, розроблених підприємством НДІВН.

An overview of design and technical specifications of modular design surge arresters in polymer housings 220; 330 and 400 kV classes developed by High Voltage Scientific Research Institute.

Для защиты электрооборудования классов напряжения 220...400 кВ от грозových и коммутационных перенапряжений в энергосистемах Украины традиционно используют вентильные разрядники (ВР) с искровыми промежутками.

Вентильные разрядники имеют ряд недостатков, основные из которых связаны с наличием искровых промежутков и недостаточной нелинейностью вольтамперной характеристики рабочих резисторов, изготовленных из вилита или тервита. Величина пробивного напряжения воздушных искровых промежутков зависит от многих факторов – температуры, влажности и давления воздуха, скорости нарастания напряжения и т. д.; время формирования каналов пробоя в промежутках составляет величину порядка 10 мкс, вследствие чего вентильные разрядники недостаточно эффективны при воздействии импульсов с величиной фронта 1...3 мкс. Кроме того, необходимость быстрого и надежного гашения дуги, возникающей в искровом промежутке при срабатывании разрядника, дополнительно усложняет конструкцию разрядника и уменьшает надежность его работы. С другой стороны, нелинейные резисторы из вилита и тервита имеют сравнительно не большую нелинейность вольтамперной характеристики ($\beta = 3...6$), поэтому при протекании больших токов на них возникает достаточно высокое остаточное напряжение.

Нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН) имеют по сравнению с вентильными разрядниками ряд преимуществ:

- глубокий уровень ограничения всех видов перенапряжений;

- отсутствие сопровождающего тока после затухания волны перенапряжения;
- сравнительная простота конструкции и высокая надежность в эксплуатации;
- стабильность характеристик и устойчивость к старению;
- способность к рассеиванию больших энергий импульсов;
- существенно меньшие габариты и вес.

В связи с вышеперечисленными недостатками вентильные разрядники практически везде уже сняты с производства и, поскольку использующиеся разрядники в большинстве случаев отслужили свой нормативный срок, происходит постепенная замена устаревших вентильных разрядников 220-400 кВ на современные нелинейные ограничители перенапряжений. При проектировании новых линий электропередачи, подстанций и т. п. вентильные разрядники не применяют, а ОПН используют в энергосистемах все чаще.

С учетом указанных обстоятельств в ГП «НИИВН» были разработаны ограничители перенапряжений классов 220; 330 и 400 кВ с пропускной способностью 850 А. Отдельные электрические характеристики ОПН приведены в табл. 1.

Таблица 1-Характеристики ограничителей перенапряжений производства ГП «НИИВН»

Класс напряжения, кВ	U _{нр} , кВ	I _н , кА	I ₂₀₀₀ , А	I _{4/10} , кА	Остающееся напряжение U _{ост} , кВ, при импульсах, мкс				Класс разряда линии
					8/20, 5 кА	8/20, 10 кА	30/60, 500 А	30/60, 1000 А	
220	156	10	850	100	463	535	412	429	3
330	230	10	850	100	650	750	576	600	3
400	267	10	850	100	865	1000	672	700	3

Условные обозначения:
 U_{нр} – наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение (действующее значение);
 I_н – номинальный разрядный ток с формой волны 8/20 мкс;
 I₂₀₀₀ – пропускная способность на прямоугольном импульсе тока длительностью 2000 мкс;
 I_{4/10} – выдерживаемый импульс большого тока 4/10 мкс

Ограничители перенапряжений собраны из двух параллельных колонок и имеют модульное исполнение: каждая из двух колонок ОПН класса 220 кВ состоит из двух модулей, а ОПН классов 330 и 400 кВ – из трех модулей (рис. 1), соединенных последовательно. Модули изготовлены в полимерном корпусе с трекинговой защитной оболочкой в соответствии с требованиями стандартов к испытательным напряжениям грозового импульса, напряжению промышленной частоты под дождем и трекинг-эрозионной стойкости.

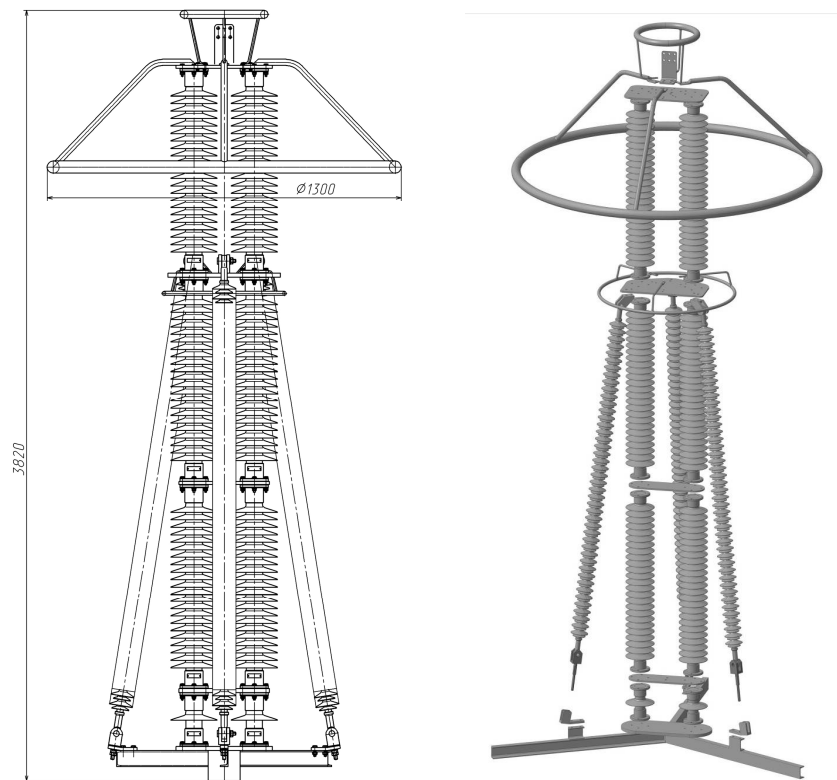


Рис. 1 – Ограничитель перенапряжений ОПНп-400/267/10/850

Модули ограничителей перенапряжений состоят из колонки металлоксидных варисторов с электродами, полимерного корпуса и присоединительных фланцев. Основой полимерного корпуса модуля является стеклопластиковая труба, внутри которой размещена колонка варисторов. В стеклопластиковой трубе (под защитной оболочкой) имеется ряд отверстий для сброса давления газов, что предотвращает разрушение ограничителя в случае аварийного электрического пробоя колонки. Пространство между колонкой варисторов и внутренней поверхностью стеклопластиковой трубы для повышения внутренней электрической прочности корпуса и обеспечения монолитности конструкции заполнено низкомолекулярным кремнийорганическим каучуком холодной вулканизации. Защитная ребристая оболочка выполнена из кремнийорганической резины.

Металлические фланцы закрепляются на трубе с помощью клеерезьбового соединения. Герметизация на участке стыка «фланец – стеклопластиковая труба – силиконовая оболочка» осуществляется с помощью

высокопрочного силиконового герметика холодного отверждения типа RTV. Необходимое контактное усилие между варисторами и электродами создается с помощью пружины, рассчитанной на соответствующую нагрузку.

Отдельные модули в конструкции ограничителя перенапряжений соединены между собой с помощью металлических пластин, расположенных между фланцами соседних модулей для увеличения устойчивости всей конструкции, и болтовых соединений (схема монтажа ограничителя представлена на рис. 1). С целью повышения механической прочности ОПН колонки, соединенные между собой пластинами, дополнительно закреплены изолирующими полимерными растяжками. Каждая колонка устанавливается на изолирующем основании, что обеспечивает возможность подключения регистратора срабатывания ОПН и измерения тока проводимости.

Ограничители 220...400 кВ комплектуются электростатическими тороидальными экранами для обеспечения равномерного распределения напряжения вдоль колонки варисторов при рабочем напряжении.

В настоящее время в ГП «НИИВН» освоено производство ограничителей перенапряжений 220; 330 и 400 кВ, и они с 2010 г. поставляются на энергетические предприятия Украины.

Список литературы: 1. Касаткин Г.С. Варисторы, их свойства и применение: уч. пособие / Г.С. Касаткин, В.В. Федотов. – М. : МИИТ, 2010. – 40 с. 2. Александров Г. Н. Ограничение перенапряжений в электрических сетях: уч. Пособие / Г. Н. Александров. – СПб. : Центр подготовки кадров энергетики, 2003. – 192 с. 3. Дмитриев В. Подстанции 110-750 кВ. Защита оборудования от перенапряжений / В. Дмитриев, М. Дмитриев // Новости электротехники. – 2004. – № 6. 4. Дмитриев М. Применение ОПН в сетях 110-220 кВ. Факторы риска – квазистационарные перенапряжения / М. Дмитриев // Новости электротехники. – 2006. – № 5.

Поступила в редколлегию 03.11.2010