

УДК 621.316.9

ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ ОТ НАБЕГАЮЩИХ ВОЛН ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Козловский А.Ю.

Научный руководитель – к.т.н. Дерюгина Е.А.

Защита высоковольтного оборудования подстанций (ПС) от грозовых перенапряжений осуществляется:

- от прямых ударов молнии – стержневыми и тросовыми молниеотводами;
- от набегающих волн с отходящих линий – молниеотводами (от прямых ударов молнии на определенной длине этих линий) и защитными аппаратами, устанавливаемыми на подходах и в распределительных устройствах, к которым относятся разрядники вентильные (РВ), ОПН, разрядники трубчатые (РТ) и защитные искровые промежутки.

Волны, набегающие с линии на подстанцию, возникают при прямых ударах в провода линии без тросов, при обратных перекрытиях с троса или опоры или прорывах молнии мимо троса линии с тросами. Максимальные значения волн, набегающих на подстанцию, не могут превышать разрядного напряжения изоляции линии относительно земли. Действительно, если на линии возникнет волна с более высоким максимальным значением, то она при своем распространении по линии будет вызывать перекрытие изоляции опор до тех пор, пока заземления опор, на которых произошло перекрытие, не снизят максимальное значение волны до разрядного напряжения линейной изоляции.

Уровень подстанционной изоляции ниже уровня изоляции линии, что обусловлено экономическими соображениями. Поэтому набегающие волны представляют опасность для изоляции подстанционного оборудования и их максимальное значение должно быть ограничено.

В результате перекрытия внешней изоляции возникает так называемый срез, т. е., практически мгновенный спад напряжения до нуля, являющийся причиной больших градиентных перенапряжений в обмотках трансформаторов, вызывающих в неблагоприятных случаях повреждение продольной изоляции. Пробой внутренней изоляции в отличие от перекрытия внешней – это в большинстве случаев необратимый процесс, приводящий к выходу из строя аппарата в целом.

Основной элемент 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, соединённых последовательно либо параллельно. Отличие материала варисторов ОПН от материала резисторов вентильных разрядников состоит в том, что у нелинейных резисторов ограничителей перенапряжения присутствует повышенная пропускная способность, а также высоконелинейная вольт-амперная характеристика (ВАХ), благодаря которой возможно непрерывное и безопасное нахождение ОПН под напряжением, при котором

обеспечивается высокий уровень защиты электрооборудования. Данные качества позволили исключить из конструкции ОПН искровые промежутки.

Материал нелинейных резисторов ОПН состоит в основном из оксида (окиси) цинка (ZnO) и оболочки в виде глифталевой эмали, повышающей пропускную способность варистора. В процессе изготовления оксид цинка смешивается с оксидами других металлов. Варисторы на основе оксида цинка являются системой, состоящей из последовательно и параллельно включённых $p-n$ переходов. Именно эти $p-n$ переходы определяют нелинейность ВАХ варистора.

ОПН конструктивно представляет собой колонку варисторов, заключённых в высокопрочный полимерный корпус из высокомолекулярного каучука (в случае полимерной изоляции прибора), либо колонку варисторов, прижатую к боковой поверхности стеклопластиковой трубы, расположенной внутри фарфора (в случае фарфоровой изоляции). 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.

Здания ЗРУ и ПС следует защищать от прямых ударов молнии в районах с числом грозových часов в году более 20. При установке стержневых молниеотводов на защищаемом здании от каждого молниеотвода прокладываются не менее двух токоотводов по противоположным сторонам здания.

РУ 3–20 кВ, к которым присоединены ВЛ, должны быть защищены РВ или ОПН, установленными на шинах или у трансформаторов. РВ или ОПН в одной ячейке с ТН должен быть присоединен до предохранителя ТН.

На подходах к подстанциям ВЛ 3–20 кВ с металлическими и железобетонными опорами установка защитных аппаратов не требуется. Однако при применении на ВЛ 3–20 кВ изоляции, усиленной более чем на 30 % (например, из-за загрязнения атмосферы), на расстоянии 200–300 м от ПС и на ее вводе должны быть установлены защитные искровые промежутки.

Необходимость установки ОПН для защиты оборудования в ячейках линий 330–750 кВ для ограничения коммутационных перенапряжений определяется расчетом и уровнем испытательных напряжений защищаемого оборудования.

Для линий 330 и 500 кВ длиной до 50 км установка ОПН не требуется.

Защитные аппараты от перенапряжений устанавливаются:

– в цепи трансформатора (автотрансформатора);

- на шинах РУ ПС;
- у шунтирующих реакторов.

ОПН устанавливается для защиты трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов в цепи их присоединений до выключателя.