

СХЕМНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ И ДИАГНОСТИКИ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

И.А. ХАТАНОВА, Д.В. ХАТАНОВ

Казанский государственный энергетический университет

Рассмотрены средства защиты и диагностики ограничителей перенапряжений. Предложены и экономически обоснованы патенты и методика (программа) выбора предохранителей для защиты и диагностики ограничителей перенапряжений.

Ограничители перенапряжения нелинейные (ОПН) являются современными аппаратами защиты изоляции электрооборудования от коммутационных и грозовых перенапряжений в сетях 6-35кВ. Однако постоянное нахождение варистора ОПН под напряжением ставит проблему тепловой устойчивости ОПН и при длительных рабочих напряжениях, и при ограниченных по времени повышениях напряжения в рабочих режимах электроустановки, и при установившихся (квазистационарных) перенапряжениях. При нарушении тепловой устойчивости варистора возможны и, как показывает аварийная статистика, ежегодно происходят взрывы, разрушения и преждевременный выход из строя ОПН, гарантированный срок службы которых составляет 30 лет.

Отсюда возникает комплексная задача так выбрать ОПН, чтобы он обеспечивал требуемое ограничение грозовых и коммутационных перенапряжений и был термически устойчив при продолжительных по времени перенапряжениях. При этом задача обеспечения термической устойчивости и взрывобезопасности часто решается в ущерб глубокому ограничению грозовых и коммутационных перенапряжений за счет повышения энергоемкости и стоимости ОПН.

В случае невозможности выбрать ОПН по термической устойчивости при ненормированных эксплуатационных воздействиях на ограничитель их защита, в частности, от длительных токов однофазных дуговых замыканий на землю (ОДЗ), не отключаемых релейной защитой (РЗ) в сетях 6-35 кВ более 2 часов, должна обеспечиваться специальными схемно-аппаратными средствами.

Известны следующие схемы и аппараты защиты ОПН от теплового разрушения:

- схема защиты от ОДЗ и перенапряжений, где РЗ срабатывает на отключение. Но из-за высокой стоимости схема имеет ограниченное применение в сетях собственных нужд электростанций;
- комбинирование ОПН с искровым промежутком (ИП), что в России не нашло распространения, так как комбинированные аппараты ОПН-ИП намного дороже ОПН;
- значительно дешевле других средств защита ОПН предохранителями, что не всегда эффективно применяется в электроустановках 6-35кВ из-за отсутствия специальных предохранителей.

Наиболее часто аппараты защиты от перенапряжений устанавливаются в ячейках распределительных устройств РУ-10, где ОПН подключен параллельно измерительному трансформатору напряжения через предохранитель ПКН-10, который защищает измерительный трансформатор и ОПН при его внутренних повреждениях от токов короткого замыкания (КЗ).

Однако плавкая вставка (ПВ) предохранителя ПКН не рассчитана на пропускание токов грозовых и коммутационных импульсов (I_k , I_g), то есть предохранитель может сработать при коммутационных и грозовых перенапряжениях и оставить секцию без защиты. Предохранитель ПКН также не защищает ОПН от токов ненормированных эксплуатационных воздействий, так как время плавления ПВ известных высоковольтных предохранителей при малых токах перегрузки более 2 часов, что во многих случаях превышает время термической устойчивости ОПН.

Предлагаем использовать в предохранителе ПКН запатентованную нами заменяемую ПВ, конструкция которой позволяет отключать даже малые токи за время, не превышающее время термической устойчивости ОПН. Параметры ПВ выбраны в зависимости от характеристик ОПН по разработанной нами методике (программе), рассчитаны на пропускание токов грозовых и коммутационных импульсов (I_k , I_g) и обеспечивают защиту ОПН как от токов КЗ, так и от токов перегрузки при установившихся (квазистационарных) перенапряжениях и других ненормированных эксплуатационных воздействиях на ограничитель. ПВ соответствует требованиям «Методических указаний по перезарядке предохранителей» и также защищает от токов КЗ измерительный трансформатор напряжения.

Таким образом, успешная работа ОПН в течение гарантированного срока службы (30 лет) обеспечивается правильным выбором его характеристик для данной точки сети и защитой от ненормированных эксплуатационных воздействий на ограничитель. Тем не менее, все вышесказанное не исключает старения и деградации характеристик ОПН в процессе эксплуатации. Поэтому рекомендуется проводить диагностику ОПН в процессе эксплуатации с проверкой его характеристик согласно ГОСТ Р52275, так как, по свидетельству изготовителей, ускоренная деградация и преждевременное тепловое разрушение ОПН возможны также в результате технологических нарушений при их изготовлении. Для диагностики ОПН 6-35 кВ в процессе эксплуатации ЗАО «Полимер-Аппарат» предлагает снабжать их отделителями. Назначение отделителя – отключение ограничителя от сети при его повреждении, что полностью заменяет дорогостоящие устройства диагностики. Однако предлагаемый нами предохранитель значительно дешевле отделителя и обеспечивает защиту и отключение ОПН от сети для его диагностики не только при его повреждениях, но и при других ненормированных эксплуатационных воздействиях.

В заключение отметим экономическую целесообразность предлагаемых патентов:

согласно «Методике определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» годовой экономический эффект (\mathcal{E}) от продления срока службы ОПН-10, средней стоимостью 3000 рублей, при их защите предохранителями с заменяемыми плавкими вставками, стоимостью 100 руб, будет тем выше, чем больше численность ОПН A , защищенных предохранителями и не вышедших из строя на первом году службы (в рассмотренном примере $A=1000$).

Коэффициенты реновации определяем упрощенно, как и величины, обратные сроку службы:

$$P_1=1/1=1;$$

$$P_2=1/30=0,03.$$

Определим приведённые затраты:

$$Z_1=3000 \text{ руб.}$$

$$Z_2= 3100 \text{ руб.}$$

$$\Delta = (3_1 \frac{P_{1н} E}{P_{2н} E} - 3_2) A = 16\,066\,670 \text{ руб.},$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,15).

Предлагаемый высоковольтный предохранитель для защиты ограничителей перенапряжения нелинейных (патент на полезную модель №152790 от 23.10.2014г. авторов Хатановой И.А. и Хатанова Д.В.) разработан на основе известных предохранителей, не требует капитальных вложений при применении и пригоден не только для защиты ОПН в ячейках КРУ, но и для защиты и диагностики отдельно установленных ОПН, а также другого электрооборудования. Возможные варианты применения схемно-аппаратных средств защиты ОПН 6-35 кВ или коммерческого соглашения по использованию патентов и методики(программы) выбора защитных аппаратов может быть обсужден с авторами Хатановой И.А. и Хатановым Д.В. (E-mail: khatanov@mail.ru), а схемы апробированы и запатентованы совместно с заинтересованными организациями,

Summary

Considered remedies and diagnostic surge arresters. Proposed and economically feasible patents and methods (program) selection of fuses for protection and diagnostics of surge arresters.

Поступила в редакцию

14 декабря 2015 г.

Хатанова Ирина Алексеевна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» (ЭПП) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). Тел.: 8(987)8643889.

Хатанов Дмитрий Викторович – инженер ООО «Тракса». Тел.: 8(987)4130787. E-mail: Khatanov@mail.ru.