

статья

■ Т. Путова,

подготовлена

руководитель группы защиты от перенапряжений, ИЦ, г. Нижний Новгород;

П. Малюшицкий,

инженер 1-й категории группы защиты от перенапряжений, ИЦ, г. Нижний Новгород

В. Гречин,

к.т.н., член МЭА, генеральный директор НИЦ, г. Нижний Новгород

Повышение надежности эксплуатации электрооборудования на основе проектных решений по выбору ОПН

Выбор и использование ограничителей перенапряжения для защиты электрооборудования должно быть технически и экономически оправдано на основе проектных решений.

Важной частью системы надежности, безопасности, живучести и эффективности (НБЖЭ) объектов энергетики и промышленности является защита оборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений (ПН). Современные требования к защите оборудования изменяют основы к подходу, задачам, составу, качеству и функциональным возможностям средств защиты от ПН.

Существует два способа обеспечения надежной защиты оборудования от ПН:

- многократно повышать прочность изоляционных конструкций оборудования;
- ограничить возникающие ПН с помощью защитных аппаратов (ЗА).

Реальным и экономически оправданным является второй вариант, поэтому в недавнем прошлом основным и единственным аппаратом защиты от ПН, прежде всего, подстанционного оборудования, являлся вентильный разрядник (РВ).

В настоящее время взамен РВ широко внедряются ограничители перенапряжений (ОПН), которые, в отличие от РВ, выполняют защиту не только от грозовых, но и от коммутационных ПН и рассчитаны на кратковременные и длительные повышения напряжения и его гармонических составляющих. Существенные отличия в работе аппаратов РВ и ОПН обязывают подтверждать выбор и использование ОПН соответствующими расчетами [1, 2].

Производство ОПН осуществляется различными фирмами, производящих их, как на основе собственных конструкторских решений, так и по лицензиям международных электротехнических концернов (МЭК). Комплектация ОПН осуществляется варисторами различных производителей,

с достаточно отличающимися характеристиками. Поэтому необоснованный выбор характеристик ОПН и их неправильная диагностика могут привести к повреждению, как самих ЗА [3], так и защищаемого оборудования.

Оптимальные проектные решения при выборе ОПН обеспечивают:

- минимально возможные затраты, как на оборудование, так и его защиту;
- надежность работы и ОПН, и защищаемого оборудования;
- уменьшение вероятности возможного повреждения ОПН;
- повышение сроков эксплуатации оборудования.

За последнее время произошли изменения в требованиях по вопросам защиты оборудования от ПН, изменился подход к обеспечению защиты оборудования и к расчету координационного интервала. Так, координационный интервал для РВ определялся по напряжению срабатывания РВ и испытательному напряжению изоляции защищаемого оборудования, тогда как координационный



интервал для ОПН определяется по остающемуся напряжению на ОПН, определяемому фактическим током, проходящим через ОПН. Но этот ток индивидуален в каждом конкретном случае, для определенной схемы, оборудования и может быть определен только расчетами.

На функционирующих объектах ОПН используется по существующей схеме защиты оборудования путем простой замены РВ на ОПН. Данное решение является не совсем верным, а при отсутствии расчета и возможно опасным, так как характеристики и работа ОПН, в сравнении с РВ, различны и имеют следующие особенности:

- РВ в силу технических и технологических и конструкторских решений выполняет только защиту от грозových ПН;

- ОПН не имеет искрового промежутка и реагирует на любые изменения в электрической сети, поэтому простая замена РВ на ОПН может быть не оптимальна;

- для РВ координационный интервал определяется по пробивному напряжению РВ; при этом остающееся напряжение было полностью согласовано с пробивным напряжением РВ;

- для ОПН пробивного напряжения не существует, а координационный интервал определяется по остающемуся напряжению, поэтому, в отличие от РВ, координационный интервал ОПН необходимо определять не только при грозových, но и коммутационных ПН.

Рассмотрим последствия того, когда определенные номинальные параметры исследуемого ОПН не соответствуют режимам работы.

1. Длительно допустимое рабочее напряжение ОПН.

Несоответствие номинальных параметров ОПН режимам его работы может вызвать следующие негативные последствия, а именно, снижение:

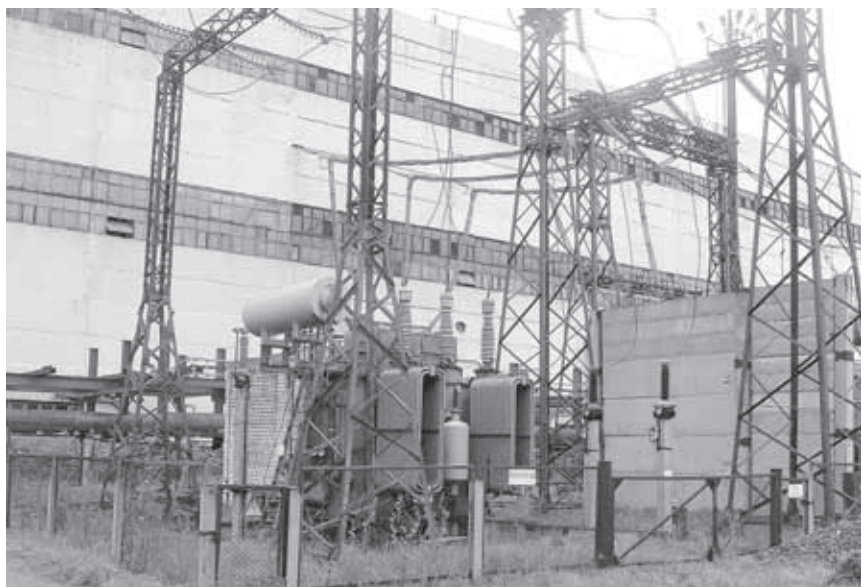
- защитных функций ОПН, если повышено значение наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения (Ураб.);

- устойчивости работы ОПН, если Ураб сети меньше допустимого, что приведет к его перегрузке, нагреву, изменению характеристик и, возможно, повреждению.

2. Номинальное напряжение ОПН.

При несоответствии значений номинального напряжения (Уном) могут быть следующие варианты:

- при заниженном значении Уном по режимам работы сети возможно превышение величины или



длительности квазиустановившихся ПН относительно допустимых. В результате, возможен перегрев ОПН и, как следствие, нарушение теплового баланса, рост тока проводимости, дальнейший лавинообразный разогрев ОПН под действием Ураб с последующим тепловым разрушением ОПН, расплавлением дисков и возникновением токов короткого замыкания внутри корпуса ОПН;

- при завышенном значении Уном последствия те же, что и при завышенном длительно допустимом Ураб.

3. Энергоемкость и остающееся напряжение при коммутационном импульсном токе.

Расчетные виды коммутационных ПН, влияющие на выбор ОПН, зависят от схемы распределительного устройства (РУ), его соединения с сетью и места установки ОПН в защищаемом РУ. При энергии, выделяющейся в ОПН при коммутационных ПН, которые превышают его энергоемкость, может произойти перегрев ОПН с возможной потерей тепловой устойчивости и последующим его повреждением и/или разрушением (либо частичное повреждение внутренней структуры резисторов ОПН с изменением их характеристик). В том случае, если энергоемкость выбрана с большим запасом, то это приводит, прежде всего, к повышению стоимости ОПН.

Остающееся напряжение на ОПН при коммутационном импульсе, которое определяется вольтамперной характеристикой (ВАХ) и фактическим током коммутационных ПН, не должно превышать величину, определяемую координационным интервалом для изоляции конкретного защищаемого



оборудования. Значение тока, в свою очередь, зависит не только от типа ОПН, но и от параметров электрической сети. Чем ниже ВАХ при тех же параметрах схемы с защищаемым оборудованием, тем больший ток будет проходить через ОПН (при коммутационных и грозовых ПН) и сократится допустимое время работы при квазиустановившихся ПН. Поэтому при более низкой ВАХ потребуются выбор ОПН с большей энергоемкостью и пропускной способностью.

При расчетах возможно возникновение несколько равноценных вариантов выбора ОПН по энергоемкости:

- меньшего количества ОПН с большей энергоемкостью;
- большего числа ОПН с меньшей энергоемкостью;
- меньшего количества ОПН с более высокой ВАХ.

Окончательный вариант может быть принят при расчете конкретной схемы защиты с учетом стоимости, эффективности защиты и размещения ОПН.

4. Номинальный ток и остающееся напряжение при грозовом импульсном токе.

Импульсный ток через ОПН при грозовых ПН не должен превышать номинальный импульсный ток ОПН. В противном случае, может произойти повреждение структуры ОПН, что вызовет изменение его характеристик. Изменение характеристик может привести к увеличению тока проводимости под действием Ураб через ОПН с нарушением теплового баланса и с последующим развитием повреждения ОПН или подъему ВАХ, что может вызвать увеличение значения остающегося

напряжения и потерю защитных функций ОПН. Величина тока грозового импульса через ОПН определяется расчетом.

Таким образом, на выбор ОПН оказывает влияние соотношение между всеми параметрами, определяющими работу ОПН при различных режимах. Поэтому расчет и выбор ОПН производятся поэтапно. При первоначальном расчете определяются параметры всех возможных режимов и ПН без учета характеристик ОПН. По результатам расчетов производится предварительный выбор ОПН. Затем выполняется окончательный расчет с проверкой соответствия выбранных ОПН. При отрицательном результате расчет повторяется.

Выводы.

1. Развитие техники, появление ЗА нового поколения изменяют принципиальный подход к обеспечению защиты оборудования от ПН.

2. Изменение директивных материалов, наличие множества производителей ОПН, производящих их как на основе собственных конструкторских решений, так и по лицензиям МЭК, изменение принципа действия ЗА нового поколения, современные требования к защите оборудования поставили задачу необходимости оптимального выбора ОПН для защиты оборудования.

3. Наличие большого числа выпускаемых типов ОПН с разнообразными характеристиками, зависимость защитных свойств ОПН от параметров схем и места установки требуют индивидуального подхода к выбору и применению ОПН.

4. Выбор ОПН без учета требований, предъявляемых к ним, может привести к нештатным режимам работы и к повреждению как самих ЗА, так и оборудования, к неоправданным затратам на защиту, к усложнению схемы защиты и неэффективному использованию ОПН.

Литература:

1. Методические указания по применению ограничителей перенапряжений в электрических сетях 110-750кВ / РАО «ЕЭС России». – М. 2001.
2. Руководство по защите электрических сетей 6-1150кВ от грозовых и внутренних перенапряжений. РД 153-34.3-35.125-99. РАО «ЕЭС России» / ПЭИПК. – СПб.1999.
3. Мисриханов М.Ш., Гречин В.П., Путова Т.Е., Малошицкий П.Г. Повышение эффективности диагностирования ограничителей напряжений./ Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии: Труды II Всероссийской науч.-техн. конф. с международным участием 16-18 мая. Ч.1.- Тольятти: ТГУ, 2007.– С. 162-168.