

- **Разработка нормативных документов – большая, кропотливая работа. Михаил Викторович Дмитриев считает, что сегодня разработчики не всегда с должной ответственностью относятся к подготовке таких документов.**

В частности, он обращает внимание на недостатки, которые содержатся в ПУЭ седьмого издания в части защиты электросетевого оборудования от грозовых перенапряжений и формулирует основные поправки, которые необходимо внести в текст документа, чтобы ошибочные требования не повторялись в стандартах организаций.



ПУЭ И ЗАЩИТА ОТ ГРЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Михаил Дмитриев, к.т.н., начальник отдела научно-технических исследований ЗАО «Завод энергозащитных устройств», г. Санкт-Петербург

Система нормативных документов, существующая в отечественной энергетике, имеет недостатки, на которые пора обратить внимание. Создалась весьма неприятная ситуация, когда специалисты обязаны следовать нормам, некоторые из которых несут скорее вред, нежели пользу, но за последствия, за экономический ущерб от выполнения этих ошибочных норм никто отвечать не будет.

Например, проектировщик защитил распределительное устройство от грозовых перенапряжений в соответствии с требованиями ПУЭ, но через несколько лет эксплуатации оборудование во время грозы было повреждено. Очевидно, что никаких претензий предъявить невозможно ни к проектировщику, поскольку он действовал в соответствии с обязательными нормами, ни к разработчикам ПУЭ и других нормативных документов. Поэтому, на мой взгляд, в энергетике обязательными должны быть требования к обеспечению безопасности персонала и к экологической безопасности, а все остальные требования должны иметь статус рекомендаций, а не законов. Если перейти к такой системе, то появляется реальное ответственное лицо – проектировщик или главный инженер, который принял то или иное ошибочное решение.

В советские времена нынешняя система имела смысл, так как «все было общее» и нормы логичнее было иметь общие. В современной России, в условиях частной собственности правильнее будет позволить каждому принимать в своей сети те решения, которые он считает правильными, за исключением вопросов безопасности и экологии (последние должны регулироваться и контролироваться государством).

СТАНДАРТ ФСК КОПИРУЕТ ОШИБКИ

Постепенно крупные организации стали переходить на систему собственных стандартов и норм. Однако не ясно, как эти нормы будут соотноситься с общероссийскими, пока еще обязательными к исполнению.

Например, в ФСК в настоящее время предпринимаются попытки создать стандарт на защиту изоляции сетей от перенапряжений. Выпуск этого документа, который в рамках ФСК будет иметь статус обязательного к применению, – важная и ответственная задача, так как перенапряжения являются причиной многих повреждений изоляции оборудования и приводят к значительному экономическому ущербу.

К сожалению, авторы отраслевых стандартов зачастую просто копируют нормативные документы, не всегда удачные и содержащие ошибки, но пока обязательные для всех. Так, при подготовке новой, седьмой редакции ПУЭ, разработчики внесли в дополнение к сомнительным требованиям, которые имелись в шестой редакции, целый ряд ошибочных утверждений, касающихся выбора числа защитных аппаратов и мест их установки на ПС. Соответственно, в проект стандарта на защиту изоляции оборудования сетей ФСК от перенапряжений все недостатки ПУЭ-7 попали без изменений. Таким образом, прекрасная идея создания современных отраслевых стандартов в значительной степени становится бессмысленной, т.к. по сути, представляет собой замену за большие деньги одного титульного листа на другой.

НЕДОСТАТКИ ТРЕБОВАНИЙ ПУЭ

Изъяны ПУЭ в части защиты от перенапряжений известны, и необходимость их скорейшего устранения неоднократно подчеркивалась на всевозможных конференциях по перенапряжениям, регулярно проходящих в Санкт-Петербурге, Новосибирске и других городах с участием ведущих специалистов отрасли. В этой статье мы кратко остановимся на недостатках требований ПУЭ лишь в части защиты изоляции сетей 35–750 кВ от грозовых перенапряжений.

Основной источник опасных грозовых перенапряжений на изоляции распределительных устройств (РУ) – удары молнии в присоединенные воздушные линии. Процессы, которые происходят при таких ударах, настолько сложны, что при упрощенном моделировании процессов невозможно корректно оценить уровни грозовых перенапряжений. Вместе с тем, даже при подробном моделировании вряд ли удастся указать на конкретное значение погрешности, с которой определены уровни перенапряжений или защищенность оборудования. Поэтому расчеты грозовых перенапряжений надо проводить при подробном моделировании процессов, а к результатам относиться лишь как к более или менее корректным оценкам реального положения дел. У создателей ПУЭ, учитывая, что большинство положений этого документа разрабатывалось много лет назад, не было возможности осуществить детальные расчеты, и проводились они, с позиции современных знаний, на весьма упрощенных моделях.

Например, при разработке ПУЭ не учитывались обратные перекрытия на присоединенных к РУ воздушных линиях, которые для сетей 35–220 кВ являются основным (!) источником грозовых волн, образующихся на линиях и набегающих на распределительные устройства. Лишь для сетей 330–750 кВ пренебрежение обратными перекрытиями оправдано.

Чтобы как-то сгладить неучет обратных перекрытий, разработчики ПУЭ указали, что сопротивление заземления опор должны быть не более 10–20 Ом. Видимо предполагалось, что при таких сопротивлениях обратных перекрытий или нет, или они бывают достаточно редко, т.е. отказ от их учета оправдан. Однако, если рассчитать, как часто на фазных проводах воздушной линии класса, скажем, 110 кВ образуются грозовые волны значительной величины и крутизны фронта, то получится что из 10 таких опасных волн лишь одна вызвана ударами молнии в фазные провода, а остальные девять – от обратных перекрытий. Таким образом, львиная доля грозовых волн для сетей 35–220 кВ не учтена, а выполненные по ПУЭ схемы защиты изоляции распределительных устройств имеют значительно худшую защищенность, чем это полагается.

По тем же самым причинам с точки зрения защищенности оборудования, имеет большое значение какое будет у опор на присоединенной ВЛ 35–220 кВ вблизи от входа РУ сопротивление заземления – 5, 10, 15 или 20 Ом. Тем не менее, так как все эти значения не превосходят 20 Ом, то с позиций ПУЭ они являются равноправными.

Важнейший фактор, влияющий на защищенность оборудования, – число ударов молнии в земную поверхность, выражаемое числом грозových часов в году. Требования ПУЭ сформулированы при условии 30 грозových часов, тогда как для многих регионов бывшего СССР число грозových часов составляет 60 и даже 80 в год, т.е. защищенность РУ в таких районах будет пропорционально хуже.

РАССТОЯНИЕ ОТ ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ ДО ОБОРУДОВАНИЯ

Помимо снижения сопротивлений заземления опор на присоединенных к РУ 35–750 воздушных линиях и установки на них молниезащитных («грозозащитных») тросов, в распределительных устройствах применяют специальные защитные аппараты – вентильные разрядники (РВ) и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). При грозových перенапряжениях важнейший вопрос – максимально допустимое расстояние от защитных аппаратов до защищаемого оборудования, при котором ещё обеспечивается приемлемый уровень надежности.

В ПУЭ для различных схем открытых распределительных устройств в зависимости от числа и типа вентильных разрядников даны такие максимальные расстояния до оборудования. Впервые требования ПУЭ в части расстояний от вентильных разрядников до защищаемого оборудования были сформулированы еще в 1961 году с помощью так называемых анализаторов грозозащиты и с тех пор не пересматривались. В последней (7-й) редакции ПУЭ впервые помимо вентильных разрядников в качестве защитного аппарата от грозových перенапряжений на оборудовании ПС рассматривается также ОПН. В этой редакции ПУЭ допустимые расстояния от оборудования ПС до ОПН предлагается определять в соответствии с защитными характеристиками ОПН на основе требований к расстояниям до вентильных разрядников, приведенных в предыдущих редакциях ПУЭ. Следовательно, за основу построения защиты оборудования РУ от грозových перенапряжений в последней редакции ПУЭ положены все те же требования ПУЭ 1961 года, полученные в весьма упрощенной постановке на анализаторах грозозащиты.

Исследования с применением современных средств вычислительной техники в типовых схемах недвусмысленно свидетельствуют о том, что использование современных ОПН вместо вентильных разрядников не дает права размещать эти ОПН на расстоянии больше, чем в аналогичных случаях ставились вентильные разрядники. Однако в ПУЭ и в проекте отраслевого стандарта ФСК есть формула, в соответствии с которой ОПН можно устанавливать на гораздо большем удалении, нежели это было при защите оборудования при помощи РВ.

Если мы ставим современные ОПН с характеристиками, лучшими чем у РВ, то это физически может снизить уровни перенапряжений лишь от некоторых грозových волн – тех, длительность фронта которых гораздо больше времени, необходимого волне для пробега от оборудования до защитного аппарата и обратно. Скорость электромагнитной волны конечна и не зависит от того, какой защитный аппарат (РВ или ОПН) установлен.

Так же в ПУЭ сказано, что если к РУ присоединено очень много воздушных линий (110 кВ – 7 и более; 150 кВ – 6 и более; 220 кВ – 4 и более), то все расстояния (кроме расстояний до силовых трансформаторов) можно не ограничивать вовсе. При этом разработчики полагали, что большое число присоединенных ВЛ – это большое число путей, по которым гроззовая волна может уйти из РУ обратно, не причинив вреда.

Между тем следует понимать, что увеличение числа присоединенных линий пропорционально увеличивает число грозových волн, которые могут в разное время набегать по этим линиям на РУ. Предположим, что разработчики ПУЭ учли это. Однако подчеркнем, они учли, что волны набегают в разное время, но не одновременно. В то же время существует немало распределительных устройств 110–220 кВ, от которых ВЛ 110–220 кВ отходят в одном коридоре впритык друг к другу. Если молния ударила в такой коридор, то на РУ гроззовая волна будет набегать уже не по одной присоединенной ВЛ (только такой случай учтен в ПУЭ), а сразу по нескольким, что является гораздо более тяжелым случаем.

Таким образом, большое число присоединенных ВЛ 110–220 кВ в ряде случаев – это не повод для снижения числа защитных аппаратов

в РУ, а наоборот – повод для увеличения их числа, т.е. заметного снижения реальных расстояний до оборудования по сравнению с теми, которые указаны в ПУЭ.

Например, весной 2007 года при грозových перенапряжениях произошло повреждение силового трансформатора 220 кВ. У этого трансформатора были установлены вентильные разрядники, а к сборным шинам было присоединено 4 линии 220 кВ, т.е. по ПУЭ-7 получается, что в такой схеме проблем с грозowymi перенапряжениями быть не должно. Однако, при ближайшем рассмотрении оказалось, что три из четырех ВЛ 220 кВ шли в одном коридоре, над которым «сверкали молнии». Трансформатор сгорел, а виновных нет, все сделано согласно ПУЭ.

ПУЭ-7: ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ИСПРАВЛЕНИЯ

Очевидно, что в настоящее время назрел вопрос об изменении подходов к выбору схем защиты оборудования РУ от перенапряжений. Новые схемы защиты оборудования от перенапряжений, построенные с использованием современных защитных аппаратов типа ОПН, должны обеспечивать повышенную защищенность всего оборудования РУ от перенапряжений. Учитывая это, актуальным является поиск в действующих нормативных документах (в частности, ПУЭ-7) недостатков, чтобы они не попали в разрабатываемые сейчас отраслевые стандарты, в том числе в области защиты от грозových перенапряжений.

В части выбора схем защиты изоляции оборудования 35–750 кВ от грозových перенапряжений автор предлагает внести в текст действующих ПУЭ следующие изменения:

1. Вентильные разрядники сняты с производства и их упоминание должно быть постепенно исключено из нормативных документов на защиту от перенапряжений.
2. Как высокоэффективный способ защиты оборудования от грозových (и коммутационных) перенапряжений должны быть рекомендованы к использованию схемы, в которых ОПН установлены не только у силовых трансформаторов, а еще и на каждой присоединенной ВЛ 35–750 кВ вблизи от входа в распределительное устройство; при этом установка защитных аппаратов на сборные шины не требуется. Учитывая высокие показатели защищенности оборудования при такой расстановке ОПН, вопрос о максимальных расстояниях между оборудованием и ОПН в определенной мере теряет смысл. Сама установка на «входные цепи» средств защиты от внешних воздействий является не новой и широко применяется даже в обычных бытовых приборах.
3. Если защитные аппараты на входе РУ не установлены, то:
 - допустимые расстояния от ОПН до оборудования должны быть не более тех, которые указаны в ПУЭ-7 для случая использования вентильных разрядников;
 - допустимые расстояния до оборудования в ПУЭ-7 указаны при грозовой активности не более 30 грозových часов в год; в случае, если число грозových часов в районе расположения более 30 в год, допустимые расстояния должны быть пропорционально снижены;
 - положение ПУЭ-7, допускающее не ограничивать расстояния до удаленного оборудования при большом числе присоединенных ВЛ 110, 150, 220 кВ, является ошибочным; при большом числе ВЛ в качестве максимально допустимых расстояний от защитных аппаратов до оборудования можно принять те расстояния, которые были указаны в таблице ПУЭ-7 при «трех и более постоянно включенных ВЛ 110, 150, 220 кВ»;
 - в случае повышенных (более величины 20 Ом) сопротивлений заземления опор ВЛ 35–220 кВ на подходах к РУ в дополнение к ОПН, установленным у силовых трансформаторов (автотрансформаторов, шунтирующих реакторов) обязательно устанавливать ОПН 35–20 кВ, размещаемые на каждой ВЛ на входе РУ (или, что менее эффективно, на сборные шины);
4. Помимо максимально допустимого расстояния от аппаратов до разрядников и ОПН, необходимо также ограничить минимальное расстояние до аппаратов, что обусловлено требованиями электромагнитной совместимости (см. РД 34.20.116-93 «Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех»).