

ПУЭ И ЗАЩИТА ОТ ГРОВОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ (к.т.н. Дмитриев М.В., ЗАО «Завод энергозащитных устройств»)

Разработка нормативных документов является делом, требующим большой кропотливой работы. К сожалению, в условиях современной России, разработчики нормативных документов не всегда достаточно ответственно относятся к подготовке новых и уточнению действующих нормативных документов, что, несомненно, отражается на качестве выпускаемых бумаг. Некоторые из них даже таковы, что несут скорее вред, нежели пользу. Вместе с тем, многие из нормативных документов обязательны к исполнению. Например, такой статус для энергетиков имеют правила устройства электроустановок ПУЭ.

Если задуматься, то получается весьма неприятная ситуация, когда нас с Вами обязывают следовать нормам, но за последствия, за экономический ущерб от выполнения этих горе-норм никто отвечать не будет.

Предположим, что проектировщик, обязанный соблюдать требования ПУЭ, защитил оборудование распределительного устройства от грозových перенапряжений, но через несколько лет эксплуатации дорогостоящее оборудование во время грозы было повреждено. Очевидно, что никаких рекламаций проектировщику выставить невозможно, поскольку он действовал в соответствии с обязательными нормами, а разработчикам ПУЭ, как и ко всем разработчикам нормативных документов, претензий не предъявить. Поэтому, на мой взгляд, в энергетике обязательными должны быть требования к обеспечению безопасности персонала, требования к экологической безопасности. Все остальные требования должны иметь статус «рекомендаций», но отнюдь не законов. Если перейти к такой системе, то появляется реальное ответственное лицо – проектировщик или главный инженер, принявшие то или иное ошибочное решение.

Цель этого небольшого введения – обратить внимание на некоторые недостатки существующей в отечественной энергетике системы нормативных документов. В советские времена эта система имела смысл, так как «все было общее», и нормы логичнее было иметь общие. Теперь же в условиях частной собственности в современной России, правильнее будет позволить каждому делать в своей сети все, что он считает нужным, за исключением вопросов безопасности и экологии, которые должны регулироваться и контролироваться государством.

Постепенно многие крупные организации стали переходить на систему отраслевых стандартов, т.е. каждый для себя разрабатывает свои нормы. Однако до сих пор 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, который в рамках ФСК будет иметь статус обязательного к применению документа. Задача выпуска такого стандарта очень важная и ответственная, так как перенапряжения

объективно являются причиной многих повреждений изоляции оборудования, приводят к значительному экономическому ущербу.

К сожалению, разработчики стандартов, зачастую занимаются переписыванием тех самых, не всегда удачных и содержащих ошибочные утверждения, нормативных документов, которые пока еще являются обязательными для всех. Так, при подготовке новой, седьмой редакции ПУЭ, разработчики внесли, в дополнение к имеющимся в шестой редакции сомнительным требованиям, целый ряд заведомо ошибочных утверждений, касающихся выбора числа и мест установки защитных аппаратов на ПС. И, соответственно, в проект стандарта на защиту изоляции оборудования сетей ФСК от перенапряжений попали без изменений все те недостатки, которые имели ПУЭ седьмой редакции. Таким образом, прекрасная идея создания современных отраслевых стандартов в значительной степени становится бессмысленной, так как, по сути, представляет собой замену за большие деньги одного титульного листа на другой.

Что касается конкретных недостатков ПУЭ в части защиты от перенапряжений, то они известны и необходимость их скорейшего устранения неоднократно подчеркивалась на всевозможных конференциях по перенапряжениям с участием ведущих специалистов отрасли, регулярно проходящих в Санкт-Петербурге, Новосибирске, других городах.

Ниже в сжатой форме перечислены недостатки требований ПУЭ лишь в части защиты изоляции сетей номинального напряжения 35-750 кВ от грозových перенапряжений.

Основным источником опасных грозových перенапряжений на изоляции распределительных устройств (РУ) являются удары молнии в присоединенные воздушные линии. Процессы, которые происходят при таких ударах, настолько сложны, что при упрощенном моделировании процессов корректно оценить уровни грозových перенапряжений нельзя. 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 грозových 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 разработано многие годы назад, возможность осуществить детальные расчеты отсутствовала, 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, между прочим, для сетей 35-220 кВ являются основным (!) источником грозových 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 сопротивления заземления опор должны быть не более 10-20 Ом. Видимо при этом полагалось, что при таких сопротивлениях обратных перекрытий или нет,

или они бывают достаточно редко, т.е. отказ от их учета оправдан. Вместе с тем, если взять воздушную линию класса, скажем, 110 кВ и рассчитать, как часто на ее фазных проводах 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, совершенно не одно и то же с точки зрения защищенности оборудования, будет ли у опор на присоединенной ВЛ 35-220 кВ вблизи от входа РУ сопротивление заземления 5, 10, 15, 20 Ом. Тем не менее, все эти значения не превосходят 20 Ом, т.е. по ПУЭ являются равноправными.

Важнейшим фактором, влияющим на защищенность оборудования, является число ударов молнии в земную поверхность, выражаемое числом грозовых часов в году. Требования ПУЭ сформулированы при 30 грозовых часах, тогда как для многих регионов бывшего СССР число грозовых часов составляет 60 и даже 80 в год, т.е. защищенность РУ в таких районах будет пропорционально хуже.

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 ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН). При грозовых перенапряжениях важнейшим является вопрос о максимально допустимом расстоянии от защитных аппаратов до защищаемого оборудования, при котором еще 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 грозовых перенапряжений на оборудовании ПС рассматривается также и 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 грозовых перенапряжений в последней редакции ПУЭ положены все те же требования ПУЭ еще 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 большем, чем в аналогичных случаях ставились вентильные разрядники. Однако ж, 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 вентильных разрядников.

Если мы ставим современные ОПН с характеристиками, лучшими чем у РВ, то это физически может снизить уровни перенапряжений лишь от некоторых грозовых 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 распределительному устройству 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 разработчиками полагалось, что большое число присоединенных воздушных линий – это большое число путей, по которым грозовая волна может уйти из распределительного устройства восвояси, не натворив в нем бед.

Однако следует понимать, что увеличение числа присоединенных линий пропорционально увеличивает число грозовых волн, которые могут в разное время набегать по этим линиям на РУ. Предположим, что разработчики ПУЭ учли это. Подчеркнем, они учли, что волны набегают в «разное время», но не одновременно. А теперь давайте вспомним, сколько мы знаем распределительных устройств 110-220 кВ, от которых ВЛ 110-220 кВ отходят в одном коридоре впритык друг к другу – таких РУ совсем немало. Если молния ударила в такой коридор, то на распределительное устройство грозовая 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 распределительном устройстве, 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, в самом начале грозового сезона, уже произошло повреждение силового трансформатора 220 кВ при грозовых перенапряжениях. К сборным шинам было присоединено 4 линии 220 кВ, т.е. по ПУЭ-7 получается, что в такой схеме проблем с грозовыми перенапряжениями быть не должно. Однако, при ближайшем рассмотрении оказалось, что три из четырех ВЛ 220 кВ шли в одном коридоре, над которым «сверкали молнии». И ведь трансформатор сгорел, а виновных нет, все сделано согласно ПУЭ.

Очевидно, что в настоящее время назрел вопрос об изменении подходов к выбору схем защиты оборудования РУ от перенапряжений. Принимая во внимания все возрастающие требования к надежности электроснабжения,

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 недостатков действующих нормативных документов (в частности, ПУЭ-7) так, чтобы они не попали в разрабатываемые сейчас отраслевые стандарты, в частности, на защиту от грозовых перенапряжений.

Некоторые предложения по корректировке ПУЭ-7 в части выбора схем защиты изоляции оборудования 35-750 кВ от грозовых перенапряжений даны ниже.

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 грозовых (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 грозовых часов в год; в случае, если число грозовых 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 по ПУЭ, которые были указаны в таблице ПУЭ-7 при «трех и более постоянного включенных ВЛ 110, 150, 220 кВ»;
 - в случае повышенных (более величины 20 Ом) сопротивлений заземления опор ВЛ 35-220 кВ на походах к РУ в дополнение к ОПН, установленным у силовых трансформаторов (автотрансформаторов, шунтирующих реакторов) обязательно устанавливаются ОПН 35-20 кВ, размещаемые на каждой ВЛ на входе РУ (или, что менее эффективно, на сборные шины).