

Опыт внедрения защиты от замыканий на землю в городских сетях 10 кВ г. Ханты-Мансийска

Щеглов А.И. – доцент, к.т.н. НГТУ

Горюнов В.А. – аспирант НГТУ

Кузнецов С.П. – начальник службы РЗА ГЭС г.Ханты-Мансийска

Работы по внедрению защиты от замыканий на землю (ЗНЗ) в высоковольтных электрических сетях г. Ханты-Мансийска начались с установки заземляющих резисторов и направления токовых защит нулевой последовательности на всех подстанциях, питающих городские электрические сети (ГЭС) в 2000 году. Токи замыкания на землю в то время составлял $30 \div 40$ А. В соответствии с 1.7.64 ПУЭ [1] в городских сетях с воздушными ВЛ релейная защита от ЗНЗ должна действовать на отключение. Это позволило использовать резисторы небольшой энергоемкости, без затруднения размещающихся в типовых КРУ. Резисторы снижают перенапряжения в переходном процессе при ЗНЗ (особенно при перемежающихся дуговых замыканиях), исключают появление феррорезонанса и обеспечивают селективность релейной защиты. Подбору сопротивления резистора предшествовали лабораторные испытания. В 2001 году в КРУ 10 кВ Ханты-Мансийской подстанции под руководством проф. Целебровского Ю.В. были проведены натурные испытания. Имитировалось дуговое перемежающееся замыкание при отсутствии резистора и при наличии резистора с током $I_p = 17,3$ А. Испытания показали, что при наличии резистора кратность переключения не превысила 2, релейная защита действовала селективно [2].

В качестве защиты использовалась направленная токовая защита нулевой последовательности типа УЗЛ, разработанная проф. Шалиным А.И. [3]. Селективность при ЗНЗ в сети обеспечивалась по ступенчатому принципу. До оснащения защитами всех кабельных и воздушных ВЛ защиты от ЗНЗ были выведены на сигнал. Это потребовало в данной ситуации отключить резистор после появления ЗНЗ через время, достаточное для селективного отключения поврежденного присоединения с учетом АПВ и РПВ (примерно 10 с). Следующим этапом была установка селективных защит на РП и ТП ГЭС. В настоящее время защиты установлены на всех присоединениях сети, имеющие высоковольтные выключатели и начался постепенный перевод защит с действием на отключение. Токи замыкания на землю в сети увеличились до $40 \div 90$ А. На ряде РП использована централизованная микропроцессорная защита МК ЗЗП-М, разработанная в НГТУ.

Основные трудности, с которыми столкнулись при выполнении данной работы, наверное, являются характерными для любых сетей напряжения $6 \div 10$ кВ. Они связаны, прежде всего с традиционным отсутствием достаточного

внимания к этим защитам. Так на многих присоединениях либо отсутствовали, либо не были подключены трансформаторы тока нулевой последовательности. На многих присоединениях было неправильно выполнено заземление экрана кабеля. Защита часто выполнялась на реле устаревшего типа – явно не способной удовлетворить ни селективности ни чувствительности (например, на базе реле типа РТ-40/0,2). Там, где защита была выполнена, сигнал от нее не доводился до диспетчерской службы. В ряде случаев даже на РП, выполненных на современном импортном оборудовании, защита от ЗНЗ отказывалась недееспособной, т.к. предназначалась для работы в сетях с токами замыкания на землю в сотни ампер. Так, например, защита от ЗНЗ SPAC-800 выполнена ступенчатой с токами срабатывания на много превышающими токи ЗНЗ в отечественных сетях.

Много дополнительной работы пришлось провести и телемеханикам. Только, получив надежную информацию о месте ЗНЗ, диспетчеры оценили достоинство проводимой работы.

За период 2005 – 2008 гг., когда практически все присоединения были оснащены селективными защитами, проводился регулярный анализ поведения релейной защиты, действующей на сигнал. При этом оценивалась ее селективность и последующий способ устранения замыкания. Так выявленное ЗНЗ могло быть устранено дежурным персоналом – выездом его на соответствующую подстанцию (в среднем на это уходит около 1 часа). Замыкание переходит в двойное замыкание и устраняется защитой от КЗ до вмешательства дежурного. Наконец, выявленное защитой замыкание может самоустраниваться и больше не появится. Статистика этих наблюдений показала, что самоустраниющиеся ЗНЗ было менее 10 %. Наверное в этом случае ситуацию поправит АПВ. Оставшиеся случаи разделились примерно поровну между первым и вторым способами устранения ЗНЗ. Большой процент ЗНЗ переходящих в междуфазное КЗ объясняется действием защиты на сигнал и лишь подтверждает необходимость селективного отключения ЗНЗ релейной защитой.

За три года наблюдений неселективного действия защиты, а также ее отказа зафиксировано не было. Это укрепило уверенность руководства ГЭС в необходимости перевода защиты на отключение. Для реализации последнего потребовалось продолжить расширение высоковольтности ГЭС, обеспечивая надежность резервирования, и повсеместное использование на РП и ТП устройств АВР. Начиная с весны 2008 года начался постепенный перевод защит от ЗНЗ на РП и ТП ГЭС на отключение присоединений.

ВЫВОДЫ:

1. Выполнение защит от ЗНЗ в сетях 6 ÷ 1- кВ с действием на отключение выключателей требует серьезного переосмысления взглядов на этот вид повреждения как при проектировании РЗА, так и при ее монтаже и эксплуатации.

2. Селективное отключение ЗНЗ позволяет существенно сократить число междуфазных КЗ, повысить электробезотказность и облегчить работу дежурного персонала.
3. Направленные токовые защиты и микропроцессорные централизованные защиты, разработанные в последнее время отечественными производителями позволяют обеспечить селективность и достаточную чувствительность при наличии в сети резистивного заземления нейтрали.
4. Действие защит от ЗНЗ на отключение позволяет отказаться от применения дорогостоящих крайне неудобных в эксплуатации реакторов, особенно, если иметь в виду, что они должны быть регулируемы, а их число в сети постоянно увеличивается.

Литература:

1. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Глава 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Глава 7.5, 7.6, 7.10 – 7-е издание. М. Издательство НЦ ЭНАС, 2003.- 176 с.
2. С.В.Нестеров, А.И.Щеглов, Ю.В.Целебровский. Анализ осциллограмм токов и напряжений при однофазных дуговых замыканиях в сети 10 кВ с резистивным заземлением нейтрали. Сборник трудов второй всероссийской научно-технической конференции «Ограничение перенапряжений и режимы заземления нейтрали сетей 6-35 кВ. Новосибирск. 2002, стр.127-131.
3. А.И.Шалин, Ю.В.Целебровский, А.И.Щеглов. Защита сетей 6 ÷ 35 кВ от однофазных замыканий на землю. Энергетика. Сборник научных трудов под редакцией проф. А.И.Шалина. Часть I. Новосибирск, 2002 г.