

Резистивное заземление нейтрали в сетях 6-35 кВ в ОАО «МРСК Волги»

Сети 6-10-35 кВ, эксплуатируемые в России, традиционно имеют изолированную нейтраль или нейтраль, заземленную через дугогасящий реактор (ДГР). Однако в последние годы широко развернулась дискуссия о заземлении нейтрали в этих сетях через резисторы различного номинала.

Опыт эксплуатации сетей 6-10-35 кВ за многие годы показал, что нарушения нормальной работы этих сетей связаны, в основном, с однофазными замыканиями на «землю» (ОЗЗ), и феррорезонансными явлениями (в сетях с малыми емкостными токами замыкания на «землю»).

Рассмотрим кратко основные достоинства сетей с изолированной нейтралью и нейтралью, заземленную через ДГР.

Основным достоинством сетей с изолированной нейтралью считается то, что в режиме ОЗЗ эти сети могут работать определенное время без отключения, сохраняя тем самым бесперебойность энергоснабжения.

При больших значениях емкостных токов на «землю» ухудшаются условия самопогасания дуги в месте замыкания, а кроме этого протекание больших токов в месте дугового замыкания приводит к повреждению оборудования и увеличению нанесенного ущерба.

Компенсация емкостных токов однофазного замыкания на «землю» путем использования дугогасящего реактора, при правильной его настройке, позволяет обеспечить работу с «землей» в течение длительного времени без перехода в междуфазное замыкание, что является одним из основных достоинств подобных сетей. Но, как показывает практика, у таких сетей есть ряд недостатков:

- точное ведение режима компенсации емкостного тока возможно лишь при применении плавнорегулируемых ДГР с автоматической настройкой компенсации;
- несовершенство имеющихся регуляторов автоматической настройки ДГР, работающих на «фазовом» принципе, ограничивает применение автоматики в сетях с нестабильным вектором несимметрии;
- необходимость симметрирования воздушных и кабельно-воздушных сетей, требующая больших трудозатрат;

- необходимость установки специального оборудования для определения дефектного присоединения. Существующие методы отыскания места повреждения путем поочередного отключения фидеров вносят в сеть раскомпенсацию, и тем самым, способствуют переходу ОЗЗ в междуфазные замыкания.

Кроме того, есть общий серьезный недостаток, характерный для сети с изолированной нейтралью и сети с нейтралью, заземленной через ДГР: уровни перенапряжений при однофазных замыканиях на «землю», особенно при дуговых (ОДЗ), превышают уровень изоляции некоторых видов электрического оборудования, например вращающихся машин.

Одним из способов повышения надежности эксплуатации сетей 6-10-35 кВ, является применение резистивного заземления нейтрали.

При резистивном заземлении нейтрали ограничение перенапряжений при дуговых замыканиях осуществляется за счет разряда емкости здоровых фаз и снижения напряжения на нейтрали до значения, исключающего эскалацию перенапряжений при последующих пробоях ослабленной изоляции аварийной фазы. Кроме того, практически исключаются опасные феррорезонансные явления, что в свою очередь так же приводит к повышению надежности рассматриваемых сетей.

Теоретические исследования и опыт эксплуатации [1-4] показывают, что уменьшить величину дуговых перенапряжений и число замыканий на «землю» без значительного искусственного увеличения тока замыкания на «землю», можно за счет включения в нейтраль сети высокоомного резистора величиной от нескольких сотен Ом до нескольких кОм.

Высокоомный резистор с сопротивлением R_N в нейтрали сети (как правило, в нейтрали специального вспомогательного трансформатора) обеспечивает стекание заряда за время, равное полупериоду промышленной частоты.

Включение резистора в нейтраль сети позволяет получить в месте повреждения активную составляющую тока, примерно равную емкостной:

$$I_{RN} \approx I_C$$

При этом суммарный ток замыкания на «землю» возрастает в $\sqrt{2}$ раз.

Емкостная составляющая тока замыкания на «землю» имеет вид:

$$I_c = 3\omega CU\phi,$$

где ω — круговая частота равная $2\pi f$,
 C — фазная емкость сети на «землю»,
 $U\phi$ — фазное напряжение сети

Активная составляющая тока замыкания на «землю» равна:

$$I_{RN} = U\phi/R_N,$$

где R_N — сопротивление резистора

$$U\phi/R_N = 3\omega CU\phi$$

$$R_N \approx 1/(900 C)$$

Однако, как показывает практика, выбор резистора для конкретной сети производится индивидуально. При этом в одних случаях по условию ограничения кратности дуговых перенапряжений до уровня $(2,6-2,7)U\phi$ активная составляющая замыкания на «землю» может быть в $1,5 \div 2$ раза меньше емкостной составляющей. В других случаях для повышения селективности работы токовой защиты от замыкания на «землю» активная составляющая тока замыкания на «землю» может несколько превысить емкостную составляющую.

Система резистивного заземления нейтрали производства «ПНП Болид» применена в ОАО «МРСК Волги»: в кабельной сети 35 кВ г. Саратова, на ПС «Россия», ПС «Елшанская», ПС «Шёлковая», ПС «Пивовар».

Выводы:

1. Применение резистивного заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ ОАО «МРСК Волги» позволило экономить средства на эксплуатации дорогостоящих кабельных линий, за счет снижения их повреждаемости.

2. После установки резисторов в сетях 6-35 кВ появилась реальная возможность сделать простую и селективную защиту от замыканий на «землю» на базе трансформаторов тока нулевой последовательности и реле РТЗ-51, позволяющую определять по активному току дефектные присоединения. Такая защита может работать как на отключение, так и на сигнал в зависимости от технологического процесса.

Литература

1. Халилов Ф.Х., Евдокунин Г.А., Поляков В.С., Подпоркин Г.В., Таджибаев А.И. / Защита сетей 6-35кВ от перенапряжений. — СПб., ПЭИПК, 1997;
2. Евдокунин Г.А., Гудилин С.В., Корепанов А.А. / Выбор способа заземления нейтрали в сетях 6-10кВ. — Электричество, 1998, №12;
3. Режимы заземления нейтрали сетей 3-6-10-35 кВ. Сборник докладов научно-технической конференции — Новосибирск, ГЦРО, 2000;
4. Кадомская К.П. / Защита от перенапряжений в сетях различного назначения. — Новосибирск, НГТУ, 2001.



Дмитрий Викторович Багаев,
 заместитель начальника отдела диагностики и технического обслуживания электрических сетей (ОДиТО) ОАО «МРСК Волги»



Валерий Николаевич Сазонов,
 начальник отдела развития сетей Департамента технического развития ОАО «МРСК Волги»



Сергей Олегович Астафьев,
 директор по техническому развитию и эксплуатации ОАО «МРСК Волги»



Владимир Иванович Кучеренко,
 заместитель генерального директора по техническим вопросам, главный инженер ОАО «МРСК Волги»