

УДК 621.315

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СЕТЕЙ С КОМПЕНСИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

М.В. Несветайло, студентка гр. ЭЭМ-524, 5 курс
Научный руководитель: Л.В. Владимиров, к.т.н., ст. преподаватель
Омский государственный технический университет
г. Омск

Замыкание на землю обычно происходит через дугу. Чем больше ток замыкания на землю, тем вероятнее, что под действием дуги однофазное замыкание на землю (ОЗНЗ) перейдет в междуфазное короткое замыкание (КЗ), которое автоматически отключится защитой.

Цель статьи: рассмотрение особенностей режима работы электроустановок с компенсированной нейтралью.

Сеть с изолированной нейтралью, в которой установлена дугогасящая катушка индуктивности, называется сетью с компенсированной нейтралью. В такой сети емкостной ток замыкания на землю компенсируется индуктивным током катушки.

При полном замыкании на землю одной фазы дугогасящий реактор (ДГР) оказывается под фазным напряжением. При этом через катушку индуктивности и через точку замыкания на землю наряду с емкостным током I_C протекает индуктивный ток реактора I_L , который направлен противоположно емкостному току замыкания на землю (Рис.1).

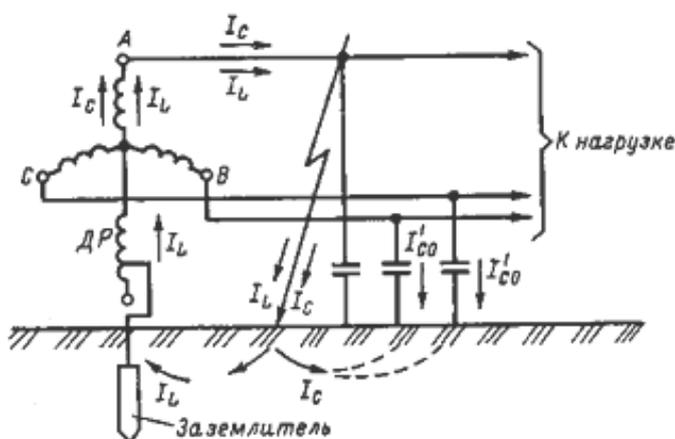


Рис. 1. Трехфазная сеть с компенсированной нейтралью

Наличие дугогасящих реакторов особенно ценно при кратковременных замыканиях на землю, так как при этом дуга в месте замыкания гаснет и линия не отключается. В сетях с нейтралью, заземленными через ДГР, при ОЗНЗ фазы С напряжения двух

неповрежденных фаз А и В относительно земли увеличиваются в $\sqrt{3}$ раза (до линейного значения), а напряжение между нейтралью и землей становится равным фазному напряжению. Под действием этой разницы напряжений от места повреждения потечет ток в катушку (I_L) и одновременно в емкости фаз А и В (I_C). Ток в месте замыкания на землю равен сумме токов $I_L + I_C$. Сопротивление катушки должно быть таким, чтобы индуктивный ток I_L , проходящий через катушку, был равен по величине суммарному емкостному току $3I_C$, проходящему через фазовые емкости сети.

Суммарный ток в точке замыкания на землю равен разности индуктивного тока катушки и емкостного тока. Так как индуктивный и емкостный токи отличаются по фазе на угол 180° , то они будут компенсировать друг друга, и дуга погаснет (Рис. 2).

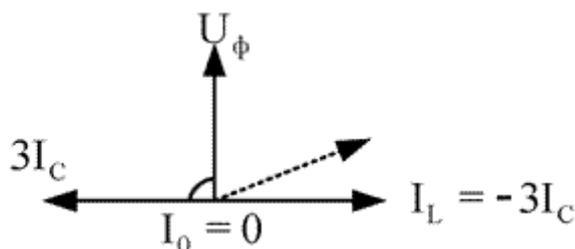


Рис. 2. Векторная диаграмма токов и напряжений при компенсации емкостного тока

При резонансной настройке ($I_C = I_L$) через замыкания на землю ток протекать не будет. Дуга в точке замыкания на землю практически полностью отсутствует, поэтому катушка индуктивности, включенная в нейтраль, называется дугогасящей катушкой.

В действительности же ток в дуге никогда не будет равен нулю. В месте замыкания кроме вышеперечисленных токов будет протекать остаточный ток $I_{ост}$, обусловленный активными потерями в катушке, неточностями настройки катушки, утечками на землю и высшими гармониками. К этому току будет добавляться еще ток расстройки катушки $I_{рас}$, обусловленный тем, что во время эксплуатации емкость сети не остается постоянной. В зависимости от того, увеличивается или уменьшается длина сети по сравнению с расчетной длиной, сеть может оказаться недокомпенсированной или перекомпенсированной.

Сеть работает с недокомпенсацией емкостного тока замыкания на землю при условии, что емкостной ток в точке замыкания больше индуктивного тока катушки. Недостатком настройки с недокомпенсацией является следующее. При замыканиях на землю получают значительные смещения нейтрали, при которых в сети могут возникнуть перенапряжения, представляющие не меньшую опасность, чем те, которые являются следствием перемежающейся дуги.

Если индуктивный ток катушки больше емкостного тока, то сеть работает с перекомпенсацией. Этот способ настройки гасительной катушки рекомендуется в качестве основного. Положительная сторона настройки с перекомпенсацией: при замыканиях на землю смещение нейтрали не превышает фазного напряжения.

Оба вида расстройки с точки зрения наибольших смещений нейтрали оказываются почти равноценными, так как при недокомпенсации смещение нейтрали вследствие насыщения стали также будет ограничено пределом фазного напряжения [3].

Если ток в месте замыкания на землю превзойдет определенную величину, то гашение дуги может оказаться затруднительным и компенсирующее устройство не выполнит своей задачи. Поэтому все компенсирующие устройства должны обеспечивать регулирование индуктивного сопротивления в определенных пределах.

В соответствии с ПТЭ » [2]: «Компенсация емкостного тока замыкания на землю ДГР должна применяться при емкостных токах, превышающих следующие значения:

UНОМ, кВ	6	10	15-20	35
IЗ, А	30	20	15	10

В сетях 6-35 кВ с ВЛ на железобетонных и металлических опорах должны использоваться дугогасящие реакторы при емкостном токе замыкания на землю более 10 А».

Суммарная мощность ДГР для сетей определяется по формуле (1):

$$Q = n \cdot I_c \cdot U_\phi, \quad (1)$$

где n – коэффициент, учитывающий развитие сети (ориентировочно можно принять $n=1,25$);

I_c – полный ток замыкания на землю, А;

U_ϕ – фазное напряжение сети, кВ.

По рассчитанному значению Q в каталоге подбираются реакторы требуемой номинальной мощности. При этом регулировочный диапазон реакторов должен быть достаточным. Наиболее распространены реакторы типа РЗДСОМ, мощностью до 1520 кВА на напряжение до 35 кВ с диапазоном регулирования 1:2.

Применение ДГР можно считать эффективным и оправданным только в том случае, если емкостный ток ОЗНЗ полностью компенсируется индуктивностью, которая включается непосредственно между нейтральной точкой какого-либо оборудования (обычно силового трансформатора) и землей. Однако, для реализации этого положения необходимо обеспечить по крайней мере три условия [1]:

1) идеально симметризовать сеть (практически до нулевого напряжения несимметрии в нейтрали);

2) автоматизировать подстройку индуктивности ДГР, как в нормальном режиме, так и в режиме ОЗНЗ, к изменяющимся в широких пределах параметрам сети (согласно ПУЭ допустимое значение расстройки ДГР не должно превышать величины 5%);

3) обеспечить компенсацию не только основной, но и высших гармонических составляющих токов ОЗНЗ.

Следует отметить, что в сетях с компенсированной нейтралью вероятность перенапряжений меньше, чем в сетях с изолированной нейтралью. В сетях с компенсированной нейтралью допускается временная работа с замкнутой на землю фазой (не более 6 часов). Основной недостаток: требуется усиление изоляции и установка дугогасящей катушки.

Тем не менее, следует считать целесообразным оснащение указанными средствами практически всех существующих и строящихся сетей 6-35 кВ, независимо от величины емкостного тока.

Список литературы:

1. Виштибеев А.В. О необходимости перевода электрических сетей 6-35 кВ на режим резистивного заземления нейтрали// Проблемы энергетики. № 3 – Новосибирск, 2002.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Энергосервис. – Москва, 2003.
3. Трехфазные сети с резонансно-заземленной (компенсированной) нейтралью. [Электронный ресурс]. – http://studopedia.ru/2_115433_trehfaznie-seti-s-rezonansno-zazemlennoy-kompensirovannoy-neytralyyu.html.