

А.В. Остапчук

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ АКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

Введение. В настоящее время при эксплуатации сетей с компенсацией емкостных токов даже при резонансной настройке, не всегда удается достигнуть локализации аварии. Такая ситуация возникает при сильно выраженной активной составляющей аварийного тока, поэтому в научной литературе чаще стали появляться предложения по использованию систем с компенсацией активного тока [1].

Анализ последних достижений. Среди предложенных на сегодняшний день способов компенсации активной составляющей, перспективными следует считать основанные на принципе – введения в сеть дополнительного напряжения. В нейтраль через дугогасящий реактор или однофазный трансформатор вводится дополнительное напряжение \dot{U}_D , совпадающее с фазным напряжением поврежденной фазы [2, 3] либо опережающее его на определенный угол [4].

Преимуществом приведенных способов является простота регулирования значения вводимого напряжения. К недостаткам следует отнести влияние устройства компенсации активной составляющей на настройку дугогасящего реактора и трудность точного определения величины дополнительного напряжения. Для устранения первого недостатка, необходимо вместе с регулированием напряжения, сдвигать его на определенный угол (изменять одновременно фазу [4]), что касается второго недостатка то предложенные методы [5] не работоспособны при влиянии переходного сопротивления.

Формулирование целей и постановка задачи.

Целью данной работы является разработка метода расчета дополнительного напряжения при компенсации активной составляющей тока однофазного замыкания на землю (ОЗНЗ), работоспособного при влиянии переходного сопротивления.

Изложение основного материала. Как показывает практика, при работах связанных с компенсацией активной составляющей тока ОЗНЗ, важным условием является измерение напряжения нулевой последовательности U_0 – параметра позволяющего с достаточной точностью определить напряжение компенсации. Величина напряжения нулевой последовательности показывает степень влияния переходного сопротивления

Методика определения напряжения компенсации при ОЗНЗ через переходное сопротивление следующая.

Ток замыкания через параметры нулевой последовательности (компенсированная нейтраль):

$$\dot{I}_3 = \dot{U}_0(Y_K + 3Y)$$

где \dot{U}_0 – фазное напряжение сети; Y – проводимость изоляции относительно земли всей электрически связанной сети; Y_k – проводимость ДГР.

Выразив проводимости через сопротивления $Y = \frac{1}{R} + j\omega C$;
 $Y_k = \frac{1}{R_k} - j\frac{1}{\omega L_k}$ и приведя действительные и мнимые части, перейдем к следующему соотношению:

$$\dot{i}_3 = \dot{U}_0 \left(\left(\frac{1}{R_k} + \frac{3}{R} \right) + j \left(3\omega C - \frac{1}{\omega L_k} \right) \right)$$

где C и R – емкость, и активное сопротивление изоляции относительно земли; R_k и L_k – активные сопротивление и индуктивность ДГР.

Приведем к общему знаменателю выражения в скобках:

$$\dot{i}_3 = \dot{U}_0 \left(\left(\frac{3R_k + R}{R_k R} \right) + j \left(\frac{3\omega^2 C L_k - 1}{\omega L_k} \right) \right)$$

Из полученного выражения можно выделить активную и реактивную составляющие тока ОЗНЗ:

$$\dot{i}_{за} = \dot{U}_0 \frac{3R_k + R}{R_k R}; \dot{i}_{зр} = \dot{U}_0 \left(\frac{3\omega^2 C L_k - 1}{\omega L_k} \right)$$

В приведенных формулах величину напряжения нулевой последовательности можно определить при помощи обмотки трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник, с последующей передачей на устройство обработки. Остальные величины определяются при помощи известного би-частотного метода наложения сигналов непромышленных частот. Данные определяются в нормальном режиме работы по заданному алгоритму.

На основании данных изложенных в [6], для компенсированной нейтрали характерно следующее расположение векторов тока и напряжения при ОЗНЗ рис.1. По приведенным рисункам можно сделать вывод, что угол между вектором напряжения нулевой последовательности и вектором тока в ДГР не зависит от режима компенсации, переходного сопротивления в точке замыкания, а определяется параметрами ДГР и равен около 90° . При этом вектор тока в ДГР отстает от вектора напряжения нулевой последовательности. Угол φ – это угол между напряжением нулевой последовательности при металлическом замыкании и напряжением нулевой последовательности при замыкании через переходное сопротивление, а угол φ' – это угол между током нулевой последова-

тельности и токком компенсации для случая – а); угол между токком нулевой последовательности и емкостным токком сети для случая – б).

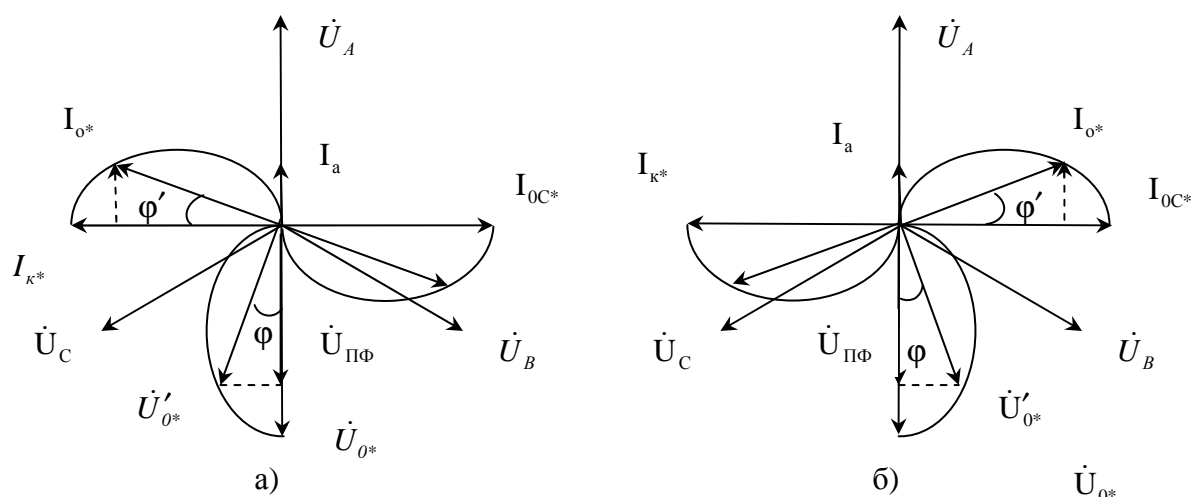


Рис. 1 Расположение векторов тока и напряжения при ОЗНЗ

а) режим недокомпенсации; б) режим перекомпенсации

где $\dot{U}_C, \dot{U}_B, \dot{U}_A$ – фазные напряжения сети; \dot{U}_{0*} и I_{0*} – напряжение и ток нулевой последовательности сети; \dot{U}'_{0*} – напряжение нулевой последовательности сети при влиянии переходного сопротивления; \dot{I}_{0C*} – емкостной ток сети; $I_{к*}$ – ток компенсирующего устройства; I_a – активная составляющая тока замыкания; $\dot{U}_{ПФ}$ – напряжение компенсации

Выразим напряжение $\dot{U}_{ПФ}$ через \dot{U}'_{0*} и угол φ .

$$\dot{U}_{ПФ} = \dot{U}'_{0*} * \cos \varphi$$

Также из рисунка видно что $\varphi = \varphi'$, поэтому:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\dot{I}_{за}}{\dot{I}_{зр}} = \frac{\omega L_K (3R_K + R)}{R_K R (3\omega^2 C L_K - 1)}$$

Выводы: Рассчитав при помощи вышеизложенного метода значение напряжения, можно создать условия для ликвидации активной составляющей тока ОЗНЗ. Напряжение используется из сети, при помощи устройства выбора поврежденной фазы. На данном этапе ведутся работы по усовершенствованию устройств данного типа и реализации метода в устройстве компенсации. Рассмотренный алгоритм работы метода настройки в резонанс может быть использован при проектировании новых устройств компенсации для написания программного обеспечения управляющего органа.

Список литературы

1. Обабков В.К., Обабкова Н.Е. Возможности создания быстродействующего линейного дугогасящего реактора для сетей 6-35кВ с компенсацией емкостных токов / В сборнике докладов V международного симпозиума “Электротехника-2010”, том 1, 1999.-С.108-113.

2. Ершов А.М., Петров О.А. Способы компенсации активной составляющей тока однофазного замыкания на землю.//Известия вузов. Энергетика, 1977. №3-С.15-19.
3. Петров О.А., Ершов А.М. Компенсация активной составляющей тока однофазного замыкания на землю в электрических сетях.//Известия вузов. Энергетика, 1975. №10 – С.52-59.
4. А.с. 559325 (СССР) Устройство для компенсации активной составляющей однофазного замыкания на землю /Петров О.А., Ершов А.М. – Оpubл. В Б.И., 1977, №9.
5. Шкрабец Ф.П., Остапчук А.В. Система автоматической компенсации активной составляющей тока замыкания на землю. Науковий вісник НГУ №3 2004 р. С.35-38.
6. Пивняк Г.Г., Шкрабец Ф.П. Несимметричные повреждения в электрических сетях карьеров: Справочное пособие. – М.: Недра, 1993. – 192 с.