

СПОСОБ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Сивокобыленко И.В.

Магистральные электрические сети Донбасской электроэнергетической системы

The way of expansion of functionalities of differential protection of the transformer based on creation of a difference of currents used for an additional starting body of reserve protection is offered.

Как известно [1,2], одной из основных защит трансформаторов и автотрансформаторов от внутренних коротких замыканий является дифференциальная токовая защита, принцип действия которой основан на сравнении фазных токов на входе и выходе защищаемого объекта. К ее достоинствам относятся быстрдействие и сравнительно высокая чувствительность, а к недостаткам - отсутствие возможности резервирования защит при коротких замыканиях (к.з.) на отходящих от шин смежных присоединениях, так как такие повреждения находятся вне зоны действия дифференциальной защиты.

В данной работе предлагается способ расширения функциональных возможностей дифференциальных защит трансформаторов, заключающийся в обеспечении резервирования защит смежных присоединений. Этого можно достичь, если дифференциальную защиту выполнить с двумя токовыми пусковыми органами (грубым и чувствительным) и преднамеренно создать ток небаланса в ее цепях за счет неполного выравнивания намагничивающих сил, создаваемых токами трансформаторов тока разных сторон трансформатора. При этом токи срабатывания грубого и чувствительного органов должны быть выбраны таким образом, чтобы при внешнем для трансформатора к.з. срабатывал бы только чувствительный орган и действовал на отключение трансформатора с выдержкой времени, отстроенной на ступень селективности от защит, отходящих от шин присоединений. При к.з. в трансформаторе должен действовать грубый пусковой орган и отключать трансформатор без выдержки времени. Для достижения поставленной цели в токовые цепи дифференциальной защиты, например автотрансформатора (рис.1), введем дополнительный трансформатор тока ТА3, суммирование вторичных токов которого с токами трансформатора тока ТА2 обеспечивает для чувствительного пускового органа АК2 заданное значение тока небаланса, равного необходимому току срабатывания защиты при к.з. в сети СН. При таком способе включения ТА3 можно также обеспечить действие реле АК2 при к.з. на сторонах высокого (ВН) и низкого (НН) напряжений сети.

Таким образом для предусмотренной разницы вторичных токов их суммирование осуществляется через дополнительные промежуточные

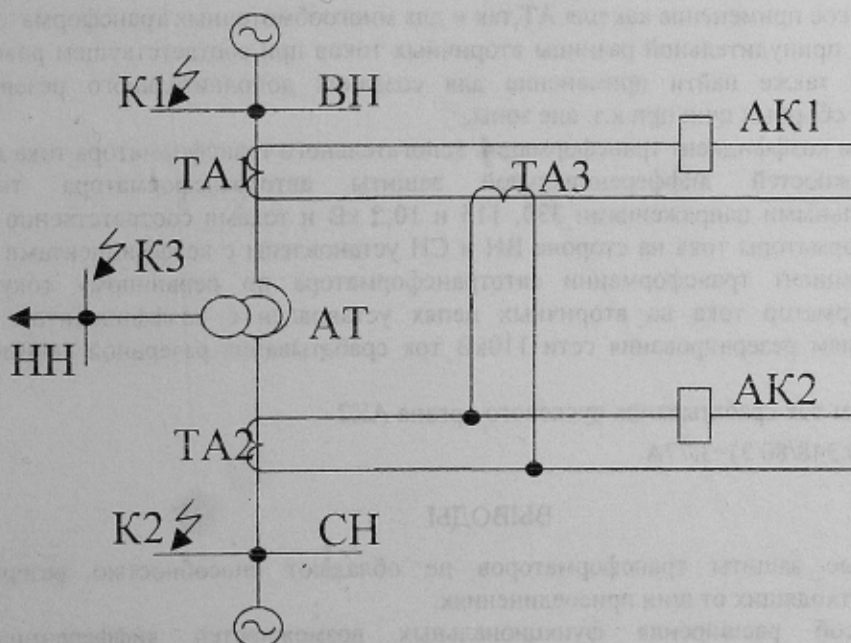


Рисунок 1 - Принципиальная схема подключения резервной защиты, выполненной с помощью реле АК2 и трансформатора тока ТА3

трансформаторы тока, в результате чего токи стороны СН складываются с частью токов стороны ВН, вызывая при сквозном первичном токе между ними разницу вторичных токов, обеспечивающую действие резервной защиты с соответствующим направлением, уставками и последовательностью срабатывания. При к.з. в автотрансформаторе, в том числе и на стороне НН, в той же резервной защите протекает сумма токов сторон, достаточная по чувствительности для резервирования защит этой части схемы. Работоспособность защиты

сохраняется при любых вариантах включения АТ и возможных режимах источников питания, что учитывается при выборе уставок защит.

Согласованное действие резервной защиты можно обеспечить за счет оптимального выбора коэффициента трансформации промежуточного трансформатора тока. С учетом перетока мощности через автотрансформатор и по согласованию с резервными защитами прилегающей сети, для первичного тока срабатывания пускового измерительного органа резервной защиты, равного $I_{уст.}$, вторичный ток срабатывания можно определить как:

$$I_{cp} = I_{уст} \left(\frac{1}{K_{ТТС}} - \frac{K_{АТ}}{K_{ТТВ} K_{ТТО}} \right), \quad (1)$$

где $K_{АТ}$ – коэффициент трансформации автотрансформатора (отношение номинального тока высокой стороны к номинальному току средней стороны);

$K_{ТТС}$ – коэффициент трансформации промежуточного трансформатора тока;

$K_{ТТО}$, $K_{ТТВ}$ – коэффициенты трансформации трансформаторов тока соответственно сторон ВН и СН.

Следовательно, значение вторичного тока в реле однозначно определяется коэффициентами $K_{АТ}$, $K_{ТТВ}$, $K_{ТТС}$, $K_{ТТО}$ и током уставки $I_{уст.}$. Вместе с тем, при к.з. на стороне НН этот же вторичный ток срабатывания реле резервной защиты должен удовлетворять условию:

$$I_{cp} K_{\eta} \leq \left(\frac{I_{КС}}{K_{ТТС}} + \frac{I_{КВ}}{K_{ТТВ} K_{ТТО}} \right), \quad (2)$$

где $I_{КВ}$ и $I_{КС}$ – составляющие тока короткого замыкания соответственно протекающие по сторонам ВН и СН при к.з. на стороне НН в максимальном режиме системы.

K_{η} – коэффициент чувствительности защиты.

Следовательно из (1) и (2) вытекает, что

$$\left(\frac{1}{K_{ТТС}} - \frac{K_{АТ}}{K_{ТТВ} K_{ТТО}} \right) \leq \frac{1}{K_{\eta}} \left(\frac{I_{КС}}{K_{ТТС}} + \frac{I_{КВ}}{K_{ТТВ} K_{ТТО}} \right), \quad (3)$$

Если принять $K_{ТТО} > 0$, то путем подбора из (3) можно найти оптимальный $K_{ТТО}$ и затем из (1) определить соответствующий ток срабатывания измерительного органа I_{cp} . Если защита выполнена направленной с разными уставками действия на каждой стороне, тогда выбор производится из условия соответствующей разности токов в одну и другую сторону действия защиты.

Указанное включение резервной защиты носит многофункциональный характер, обеспечивая защиту автотрансформатора от внутренних повреждений, а также создает необходимое резервное действие защиты при к.з. в подключенной сети на любой стороне АТ при различных режимах его работы. Поэтому рассмотренная защита может найти широкое применение как для АТ, так и для многообмоточных трансформаторов.

Изложенный метод принудительной разницы вторичных токов при соответствующем равенстве сквозных первичных токов может также найти применение для создания дополнительного резервного действия дифференциальных защит сборных шин при к.з. вне зоны.

Для примера найдем коэффициент трансформации вспомогательного трансформатора тока для расширения функциональных возможностей дифференциальной защиты автотрансформатора типа АТДЦТН-200000/330/110 с номинальными напряжениями 330, 115 и 10,5 кВ и токами соответственно 350,3; 1005,3 и 4404А. Основные трансформаторы тока на стороне ВН и СН установлены с коэффициентами трансформации 400/5 и 1500/5. Коэффициент трансформации автотрансформатора по первичному току равен 0.348, а дополнительный трансформатор тока во вторичных цепях установлен с коэффициентом трансформации равным трем. По условиям резервирования сети 110кВ ток срабатывания резервной защиты должен быть принят равным 2000А.

Тогда по (2) находим ток срабатывания пускового органа АК2

$$I_{cp} = 2000 (1/300 - 0.348/80 \cdot 3) = 3.77А$$

ВЫВОДЫ

1. Дифференциальные защиты трансформаторов не обладают способностью резервирования при коротких замыканиях на отходящих от шин присоединениях.

2. Предложен способ расширения функциональных возможностей дифференциальных защит, основанный на принудительном создании нескомпенсированной разности токов в дифференциальной цепи и использовании ее для пускового органа резервной защиты, что позволяет повысить надежность работы электрических сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. - М., Энергия, 1976. - 560 с.
2. Руководящие указания по релейной защите. Защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1989. - 120 с.