

УДК 621.316.925

К.В.Бакун (6 курс, каф. ЭСиАЭС), М.А.Шахова, к.т.н., доц.

МЕТОД ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ СТАТОРА ГЕНЕРАТОРА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

Рост мощности энергоблоков влечет за собой повышение требований к точности, надежности и количеству функций, реализуемых защитами. Также для таких энергоблоков становится особенно актуальной проблема защиты от однофазных замыканий на землю. Однофазное замыкание на землю является наиболее распространенным видом повреждения в сетях с изолированной нейтралью. Однофазные замыкания на землю не вызывают появления больших токов и не искажают значения междуфазных напряжений, однако, в результате теплового воздействия тока замыкания на землю и электрической дуги в месте повреждения возможно нарушение изоляции между фазами и переход однофазного замыкания в междуфазные. Кроме того, появляется опасность выгорания стали статора генератора в связи с длительным протеканием тока замыкания на землю.

В настоящее время чаще всего применяются следующие методы защиты: для блока генератор-трансформатор – по напряжению нулевой последовательности и по третьей гармонике ЭДС генератора. Для генератора, работающего на сборные шины – по току обратной последовательности. Эти методы имеют ряд существенных недостатков: наличие зон нечувствительности, невозможность определения конкретного места повреждения, отсутствие постоянного контроля сопротивления изоляции.

Метод защиты от однофазных коротких замыканий, разработанный на кафедре электрических станций и автоматизации энергетических систем СПбГТУ лишен недостатков традиционных методов. Суть метода состоит в том, что в цепи генераторного напряжения с помощью коммутатора ведется постоянный контроль и выбирается фаза с наибольшим по абсолютному значению напряжением относительно земли; выбранная фаза соединяется с землей через сопротивление и измеряется ток утечки на землю, протекающий через это сопротивление. По среднему значению тока утечки и интегральному значению напряжения на зажимах генератора определяется общее активное сопротивление изоляции сети генераторного напряжения относительно земли. Это сопротивление сравнивается с допустимым значением и, если оно оказывается меньше допустимого, считается, что произошло замыкание на землю, и формируется соответствующий сигнал.

Для определения места повреждения, определяются интегральные (средние) значения токов утечки отдельных фаз. На каждом текущем интервале времени, соответствующем периоду промышленной частоты, эти средние значения сравниваются между собой и по их соотношениям определяется место повреждения в защищаемой сети. Находится наименьшее из средних значений токов утечки в фазах и вычисляется отношение этого наименьшего среднего значения тока утечки в фазе к среднему значению тока утечки. Оно равно расстоянию (измеряемому витками обмотки статора) от фазного вывода до места повреждения в обмотке в относительных единицах:

$$\frac{I_c}{I_{ym}} = \frac{I_c}{(I_A + I_B + I_C)} = \alpha .$$

Здесь I_C – среднее значение тока утечки в поврежденной фазе, I_{ym} – среднее значение тока утечки, α - расстояние (число витков) от фазного вывода поврежденной обмотки до места повреждения в обмотке в относительных единицах.

Поврежденной считается фаза, в которой интегральное значение тока утечки имеет наименьшее значение. Постоянный контроль сопротивления изоляции и знание места повреждения в сети позволяет выводить из работы только поврежденные элементы, что облегчает ремонтно-восстановительные работы и сокращает продолжительность вынужденного перерыва в электроснабжении потребителей, за счет чего повышается надежность работы сети в целом.

При использовании данного метода для защиты генератора, работающего на сборные шины, от однофазных замыканий на землю, существует возможность лишь зафиксировать факт возникновения замыкания, но не определить место повреждения. В связи с этим, рекомендуется применять метод для защиты блоков генератор-трансформатор.

Рассматриваемый метод осуществляет полный контроль цепей статора генератора (без зоны нечувствительности) и установка дополнительной защиты от однофазных коротких замыканий не требуется, но при необходимости защиту можно использовать совместно с традиционными вариантами защит, например по напряжению нулевой последовательности. Для этого нейтраль трансформатора напряжения необходимо соединить с землей через конденсатор, параметры которого выбираются по условиям допустимости колебательных и феррорезонансных явлений. Установлено, что емкость конденсатора для трансформаторов напряжения типа НТМИ должна быть не менее 24 мкФ.

Возможны различные варианты реализации описываемого метода в зависимости от схемы подключения трансформатора напряжения (звезда, или открытый треугольник) и схемы выпрямительного моста (3 или 6 диодных ключей). При использовании для подключения трансформатора напряжения схемы открытого треугольника исключается возможность совместной работы с защитой по напряжению нулевой последовательности, но улучшаются условия работы самого трансформатора напряжения и устройства защиты, так как в этом случае для дальнейших расчетов используются междуфазные напряжения. Увеличение количества диодных ключей в выпрямителе расширяет сферу применения метода.

Цифровая реализация данного метода дает возможность включения устройств защиты генератора от однофазных замыканий на землю в состав АСУ ТП электрической части станции.

Использование нового метода для защиты блоков генератор-трансформатор дает возможность стопроцентной защиты цепей статора. У такой защиты отсутствует зона нечувствительности, имеются возможности определять места повреждения на землю и производить непрерывный контроль сопротивления изоляции. Использование цифровых устройств, реализующих данный метод защиты в АСУ ТП электрической части станции, позволяет проводить диагностику состояния цепей статора генератора, что продлевает срок службы основного оборудования.