

Последствия аварии:

В результате аварии в Московской энергосистеме была отключена 321 подстанция, в том числе 16 ПС 220 кВ, 201 ПС 110 кВ, 104 ПС 35 кВ. В результате этого произошло отключение потребителей:

Московской энергосистемы – порядка 2 500 МВт;

Тульской энергосистемы – 900 МВт;

Калужской энергосистемы – 100 МВт;

Рязанской энергосистемы – 26,5 МВт;

Смоленской энергосистемы – 13 МВт.

Длительность аварии – 45 ч.

УДК 621.311

СТАТИЧЕСКИЙ ТИРИСТОРНЫЙ КОМПЕНСАТОР НА ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМОГО ШУНТИРУЮЩЕГО РЕАКТОРА ТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПА

Сильченко О.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор ПОСПЕЛОВ Г.Е.

Рассмотрена принципиально новая схема статического тиристорного компенсатора на основе управляемого шунтирующего реактора трансформаторного типа. Показано, что при подключении к компенсационной обмотке УШРТ параллельно фильтрам высших гармонических конденсатора или батареи конденсаторов, он работает в режиме выдачи реактивной мощности при разомкнутой обмотке управления, а также при углах зажигания тиристоров, близких к 180° . Путем подбора емкости конденсатора можно обеспечить любое требуемое соотношение между номинальными токами СТК в емкостном и индуктивном режимах. При этом используется только один тиристорный блок, шунтирующий обмотку управления СТК.

Реактор имеет три обмотки (рисунок 1):

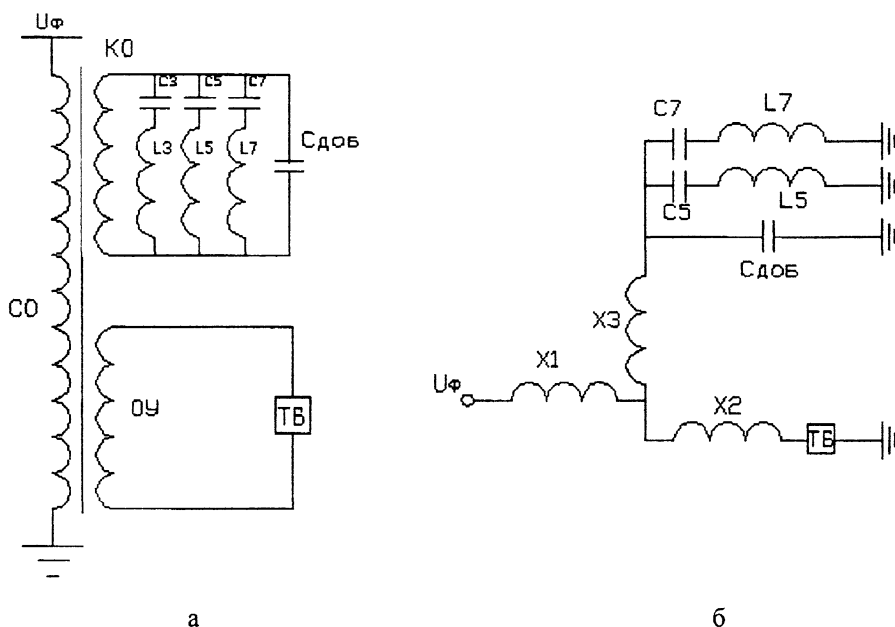


Рисунок 1. Принципиальная однолинейная схема (а) и эквивалентная схема (б) СТКТ

- сетевую обмотку (СО), постоянно включенную между фазой сети и землей;
- обмотку управления (ОУ), замкнутую на автоматически регулируемый тиристорный блок;
- компенсационную обмотку (КО), расположенную между СО и ОУ, соединенную в треугольник в трехфазном исполнении для подавления 3-й гармонической, к которой присоединены фильтры 5-й и 7-й гармонических в трехфазном исполнении реактора и дополнительно фильтр 3-й гармонической при однофазном исполнении реактора (например, для применения в качестве дугогасящей катушки в нейтрали трансформатора).

Следует заметить, что эквивалентная схема предлагаемого статического компенсатора реактивной мощности аналогична схеме СТК, предложенной в [1]. Принципиальным отличием предлагаемого СТКТ является непосредственное подключение тиристорного ключа и конденсатора к обмоткам трансформатора без дополнительных реакторов. При этом индуктивные элементы предлагаемого компенсатора определяются электромагнитной связью обмоток трансформатора, исключающей необходимость использования двух реакторов дополнительно.

Была представлена принципиальная схема УШРТ (быстродействующий управляемый реактор трансформаторного типа с малыми потерями и с низким содержанием высших гармонических впервые изготовлен и пущен в эксплуатацию в Индии (400 кВ, 50 Мвар) в 2001 году) и на основании расчетов было установлено:

- 1) у рассматриваемого СТКТ расход меди меньше, чем у УШРТ той же мощности;
- 2) у СТКТ активное сечение стали магнитопровода больше, чем у УШРТ той же мощности;
- 3) наиболее эффективно используется мощность добавочного конденсатора при $\alpha \leq 0,6$ и $\delta < 0,7$;
- 4) коэффициент трансформации СТКТ меньше, чем у УШРТ той же мощности и зависит от α и δ ;
- 5) расширен диапазон регулирования тока реактора вплоть до $\pm 100\%$ номинального тока УШРТ;
- 6) получены кривые и зависимости, на основе которых представлен порядок расчета и построены угловые характеристики СТКТ.

Приведенный в данной работе анализ был полностью подтвержден испытаниями СТКТ на основе УШРТ 11 кВ, 2 Мвар на трансформаторном заводе компании BHEL в Индии (г. Бхопал).

Преимуществом предлагаемого компенсатора является возможность его непосредственного подключения к сети высокого напряжения, в том числе и непосредственно к линии электропередачи без выключателя на высокой стороне для обеспечения ограничения перенапряжений при коммутации линии. Таким образом, предлагаемое устройство является универсальным компенсатором избыточной реактивной мощности в электрических сетях при минимальных затратах на его изготовление и установку.

Выводы

1. На основе УШРТ может быть сделан статический компенсатор реактивной мощности, подключаемый к сети высокого напряжения, в том числе непосредственно к линиям электропередачи, с произвольным отношением максимальных емкостного и индуктивного токов путем присоединения добавочного конденсатора к компенсационной обмотке низкого напряжения.

2. Регулирование тока СТКТ от максимального емкостного до максимального индуктивного обеспечивается изменением угла зажигания тиристорных блоков от 180° до 90° , т. е. в тех же пределах, что и для УШРТ. При этом используются тиристорные блоки номинальной мощности.

3. Эффективность использования конденсаторов в режиме СТКТ достаточно высока.

4. Регулирование тока СТКТ производится на низкой стороне напряжения КО и ОУ, что определяет относительно низкую стоимость регулирования.

Литература

1. Азарьев, Д.И., Белоусов, И.В. Повышение пропускной способности электропередач сверхвысокого напряжения с помощью реверсивных статических компенсаторов // *Электричество*. – 1982. – № 4.

УДК 621.316.1.017

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 6–10 КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА ДЕЛЬТА

Школьникова Ю.С.

Научный руководитель – ЖЕРКО О.А.

Значительная часть электрической энергии передается по сильно разветвленным распределительным сетям 6–10 кВ. Эти сети работают, в основном, в разомкнутом режиме и характеризуются большой размерностью, динамизмом развития вследствие непрерывного увеличения электропотребления, недостаточной информационной обеспеченностью сетей, отсутствием необходимого числа обслуживающего персонала. Перечисленные специфические особенности распределительных сетей требуют разработки соответствующих методов оценки режимов, расчета, снижения и нормирования потерь электрической энергии, ориентированных на применение современных вычислительных средств и, прежде всего, персональных электронных вычислительных машин (ПЭВМ).

Комплекс ДЕЛЬТА является одной из альтернативных разработок, созданной на кафедре «Электрические системы» БНТУ. Комплекс ДЕЛЬТА предназначен для оценки и анализа режимов, определения и анализа величины, структуры и доверительных интервалов потерь электроэнергии в электрических сетях 6–10 кВ на основе как детерминированных, так и вероятностно-статистических моделей в условиях различной степени неполноты режимной информации.

В структуре потерь электроэнергии по энергосистеме в целом потери в разомкнутых сетях составляют от 20 до 70 % суммарных потерь и возможности их расчета практически определяют возможности установления объективных плановых потерь для энергосистемы в целом, а также выбора обоснованных мероприятий по снижению потерь.

К беззатратным мероприятиям по снижению потерь электроэнергии в сети 6–10 кВ, приносящим ощутимый технический, а в некоторых случаях и экономический эффект, можно отнести оптимизацию точек разрезов и оценку эффективного режима поддержания напряжения на шинах центра питания (ЦП).

I. Оптимизация точек разрезов. В соответствии с инструкцией по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений, оптимизация электрической сети 6–35 кВ должна проводиться с учетом изменения потерь в питающей сети 110 кВ и выше. Однако в ряде случаев при чрезмерном увеличении рассчитываемого объема сети допускается выполнение расчетов по оптимизации точек разрезов отдельно от основных сетей. В качестве расчетного объема сети принимается электрическая сеть 6–10 кВ без учета основной сети.