

УДК 621.316.72

УПРАВЛЯЕМЫЕ ШУНТИРУЮЩИЕ РЕАКТОРЫ

Хоревко И.С.

Научный руководитель – БЫЧКОВ М.М.

Для управления режимами по напряжению и реактивной мощности наряду с традиционным применением генераторов, синхронных и статических компенсаторов, коммутируемых реакторов и конденсаторных батарей в последнее десятилетие все более широко используются новые устройства – управляемые шунтирующие реакторы (УШР). Трансформаторное исполнение для открытой установки на любой класс напряжения с возможностью плавного регулирования потребляемой реактивной мощности позволяет установить УШР в любой части энергосистемы и обеспечить стабилизацию напряжения, оптимизацию перетоков реактивной мощности, повышение пропускной способности электропередач, снижение потерь. Сочетание УШР с параллельно установленной батареей статических конденсаторов (БСК) позволяет обеспечить не только плавно регулируемую компенсацию (потребление) реактивной мощности, но и ее выдачу в соответствии с мощностью БСК при разгрузке УШР до режима холостого хода.

За предшествующий к настоящему времени период в странах СНГ и ближнего зарубежья введено в эксплуатацию более шестидесяти управляемых реакторов напряжением от 6 до 500 кВ. По принципу действия трехфазные плавно регулируемые реакторы для компенсации реактивной мощности можно разделить на три класса – управляемые подмагничиванием магнитопровода, трансформаторного типа и реакторы с переключением отпаяк (аналогично РПН трансформаторов).

Управляемые шунтирующие реакторы предназначены для автоматического управления потоками реактивной мощности и стабилизации уровней напряжения, что позволяет:

- устранить суточные и сезонные колебания напряжения в электрической сети;
- повысить качество электрической энергии;
- оптимизировать и автоматизировать режимы работы электрической сети;
- снизить потери электроэнергии при её транспортировке и распределении;
- в десятки раз улучшить условия эксплуатации и повысить срок эксплуатации электротехнического оборудования за счёт резкого сокращения числа коммутаций нерегулируемых устройств компенсации реактивной мощности и ограничения использования менее надёжных в эксплуатации устройств РПН – трансформаторов и автотрансформаторов;

- увеличить пропускную способность линий электропередачи и обеспечить надёжное автоматическое управление уровнями напряжения при перетоках мощности, близких к предельным по статической устойчивости;

- обеспечить условия для работы генераторов электростанций в таком диапазоне генерации реактивной мощности, который способствует наиболее благоприятным эксплуатационным режимам.

Управляемый шунтирующий реактор представляет собой трансформаторное устройство, дополнительно выполняющее функции полупроводникового ключевого прибора, что достигается за счёт работы магнитной системы реактора в области глубокого насыщения. Заложенный принцип позволил оптимальным образом использовать существующие разработки как в области трансформаторостроения, так и в области силовой электроники. Магнитная система одной фазы УШР содержит два стержня с обмотками, вертикальные и горизонтальные ярма. На каждом стержне размещены обмотки управления, соединённые встречно, и сетевые (силовые) обмотки, соединённые согласно. В стержнях магнитной системы УШР отсутствуют немагнитные промежутки. При подключении реактора к сети он будет находиться в состоянии холостого хода. При этом величина потребляемой из сети реактивной мощности не будет превышать 3 % номинального

значения. Для увеличения загрузки реактора по реактивной мощности его рабочая зона должна быть смещена в нелинейную область гистерезисной характеристики, что достигается за счёт дополнительного подмагничивания магнитной системы. При подключении к обмоткам управления регулируемого источника постоянного напряжения происходит нарастание потока подмагничивания.

Так как на поток подмагничивания накладывается переменный поток сетевой обмотки, то результирующий поток смещается в область насыщения стержней магнитопровода. В свою очередь, насыщение стержней приводит к появлению тока в сетевой обмотке. При вводе или выводе энергии из контура управления возникает переходный процесс увеличения или уменьшения сетевого тока и соответственно потребляемой реактором реактивной мощности.

УШР характеризуются следующими основными техническими характеристиками:

- диапазон плавного регулирования более 100 % номинальной мощности;
- мощность управления 0,5–2 % номинальной мощности УШР;
- гарантированная скорость набора полной мощности;
- время набора полной мощности с предварительным подмагничиванием (не более 0,02 секунды);
- удельные потери холостого хода 0,5–1,0 Вт/кВАр, номинальные 4–6 Вт/кВАр;
- допустимая перегрузка по мощности 130 % (не более 30 минут);
- допустимая перегрузка по току 120 % (не более 30 минут);
- полностью автоматический режим эксплуатации;
- уровень надежности, условия эксплуатации и текущего обслуживания соответствуют обычным шунтирующим реакторам.

В различных точках энергосистемы управляемые реакторы или УШР совместно с конденсаторными батареями способны решать следующие основные задачи:

- повышение пропускной способности межсистемных связей;
- автоматическая стабилизация уровней напряжения;
- оптимизация режимов работы электрических сетей и снижение потерь электроэнергии;
- обеспечение требуемой загрузки генераторов электростанций по реактивной мощности;
- снижение числа коммутаций выключателей;
- снижение числа переключений устройств РПН трансформаторов и автотрансформаторов.

Преимущества УШР перед аналогичными устройствами:

- регулировочный диапазон составляет 100 % номинальной мощности УШР;
- плавное регулирование с неограниченным ресурсом возможных изменений;
- отсутствие устройств РПН;
- возможность нормированной перегрузки УШР до 130 % и кратковременной перегрузки до 200 %;
- регулирование напряжения и реактивной мощности непосредственно в точке подключения;
- использование маломощных вентильных устройств с меньшими потерями и отсутствием необходимости в водяном охлаждении;
- традиционные требования к квалификации обслуживающего персонала на подстанции;
- более низкий уровень потерь (в 1,5–3 раза);
- существенно более низкая стоимость.

Литература

- 1 Кондратенко, Д.В. Статический компенсатор реактивной мощности на базе УШР. – М. : Журнал Электро, 2010. – 35 с.
- 2 Евдокунин, Д.А. Управляемые подмагничиванием шунтирующие реакторы. – М. : Знак, 2004.