

УДК 621.316.925

А.С.Касперович (5 курс, каф. ЭСиАЭС), А.К.Черновец, д.т.н., проф.

УПРАВЛЯЕМЫЕ РЕАКТОРЫ (УР) ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Применение управляемого реактора (УР) особенно целесообразно в электрической сети с переменным графиком нагрузки взамен нерегулируемых или ступенчаторегулируемых реакторов.

Вместе с батареями конденсаторов УР выполняют функцию синхронных или статических тиристорных компенсаторов. УР наиболее перспективны как средства поперечной компенсации в протяженных линиях высокого и сверхвысокого напряжений. Их использование позволяет: автоматизировать процесс стабилизации напряжения или одного из заданных параметров режима с одновременной разгрузкой коммутационного оборудования в схемах регулирования напряжения; повысить до 30% пропускную способность ЛЭП по допустимому уровню напряжений; снизить потери мощности в электрических сетях и повысить надежность их эксплуатации, в том числе и за счет резкого снижения числа срабатывания устройств РПН трансформаторов; повысить передаваемость мощности по условию статической и динамической стойкости.

Фаза УР – двухобмоточный трансформатор с расщепленным стержнем. Одна из обмоток, сетевая, подключена к электрической сети, другая – управляющая, подключена к регулируемому по модулю источнику постоянного напряжения. Секции сетевой и управляющей обмоток включены встречно – параллельно и не имеют прямой электромагнитной связи. Каждая из обмоток создает свои магнитные потоки: сетевая обмотка – переменный поток промышленной частоты; управляющая – постоянный, регулируемый по значению поток подмагничивания. Постоянный поток подмагничивания смещает переменный поток в область насыщения кривой намагничивания стали, что и приводит к изменению индуктивного сопротивления реактора.

Вопрос быстрого действия УР тесно связан с инерционностью устройства подмагничивания. Без принятия специальных мер регулирование мощности инерционно. В результате испытаний получено, что без форсировки при мощности преобразователя около 0,2% номинальной мощности реактора время набора мощности от холостого хода до номинальной составляет 5 с. Для обеспечения режимов с форсировкой подмагничивания и кратности форсировки по напряжению, равной пяти, мощность источника подмагничивания составляет 1% от мощности реактора. При этом время набора мощности переходного процесса снижается до 0,4 с. Результаты подтверждены натурными осциллограммами.

Быстродействие реактора может быть еще увеличено при увеличении мощности преобразователя, питающего обмотки подмагничивания. Быстродействие УР можно характеризовать также и временем набора мощности при включении УР в сеть. Параметр быстродействия важен для работы УР в режиме АПВ. В работах [1, 2] отмечается, что можно добиться выхода УР на полную мощность за полпериода промышленной частоты.

С 1998 г. группой предприятий (Всероссийский Электротехнический Институт, ОАО «Электрические Управляемые Реакторы», ОАО «Запорожтрансформатор», ОАО «Раменский Электротехнический завод Энергия») подготовлено производство УШР для сети 110 – 500 кВ. Осуществили ряд проектов: 1998-1999 г.г. – установка УР 25МВ*А, 110кВ на подстанции «Кудымкар»; 2001-2002 г.г. – изготовление и установка УР 110МВ*А, 220кВ на подстанции «Чита»; 2002 г. – изготовление УР 180МВ*А 500кВ для подстанции «Барановичи». Стоимость такого проекта почти в 2 раза ниже, чем альтернативных

вариантов, а срок окупаемости достигает 1.5 – 2 лет. В №1 журнала «Электротехника» за 2003 г. приводится положительный отзыв Московского энергетического института (технического университета) на новые разработки УР.

Поясним применение шунтирующего реактора 110 кВ, 25000 кВА совместно с существующей конденсаторной батареей установленной мощностью 52 МВА на подстанции «Кудымкар».

Основным назначением УР является стабилизация напряжения и снижения потерь от перетоков реактивной мощности на головной подстанции, которая получает питание от энергосистемы «Пермэнерго» двумя линиями 110 кВ протяженностью более 100 км. Резко переменный суточный и сезонный график нагрузок при значительной удаленности от центра питания приводил ранее к регулярным отключениям.

Напряжения в пределах от 97 до 120 кВ устанавливались при ежедневной коммутации существующей конденсаторной батареи (до 800 раз в год) и постоянной работе устройств РПН трансформаторов (1800 переключений в год). Броски напряжения при коммутации конденсаторов достигали 10...15 кВ. Ситуация усугублялась наличием отходящих на север тупиковых линий 110 кВ длиной, превышающей 100 км.

В качестве альтернативного варианта развития энергоузла рассматривалось строительство параллельной линии электропередач 220 кВ, затраты которой превышали более чем на порядок стоимость установленного оборудования реактора 110 кВ.

По своему назначению и функциональным возможностям УР совместно с батареей статических конденсаторов (БСК) выполняет функции аналогичного по мощности синхронного компенсатора, установленного на данной подстанции, либо статического тиристорного компенсатора (СТК) такой же мощности.

Поскольку стабилизация напряжения на шинах подстанции 110 кВ при изменении суточного графика нагрузок не требует повышенного быстродействия, техническим заданием предусмотрена постоянная времени по изменению мощности реактора 1 с. При этом номинальная мощность подмагничивания составляет 0,4% номинальной мощности реактора, что существенно упрощает и удешевляет стоимость установки.

При помощи реактора удалось достичь:

- *колебания напряжения в точке подключения в режиме автоматической стабилизации ограничены 1,5% относительно напряжения установки;
- *число коммутаций БСК и РПН сократилось примерно в 100 раз и составляет в среднем одно отключение в месяц;
- *в часы максимумов графика нагрузок потери электроэнергии в прилегающей сети снижены на 2,5МВт, что обеспечивает окупаемость реактора менее, чем за 3 года;
- *в режиме автоматической работы реактор не требует вмешательства эксплуатационного персонала;
- *обеспечено бесперебойное электроснабжение потребителей, что позволило отнести строительство линии 220 кВ на 10...15 лет.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Управляемые подмагничиванием шунтирующие реакторы для сетей 35-500 кВ – Брянцев А.М., Долгополов А.Г., Евдокунин Г.А. и др. Электротехника, 2003, №1.
2. Трехфазный индуктирующий управляемый реактор мощностью 100 МВА, 220 кВ на подстанции «Чита» МЭС Сибири. – Брянцев А.М., Долгополов А.Г. и др. Электротехника 2003 г., №1.