

УДК 621.316.016.25

## ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Перепелкин В.С., студент гр. ЭРБ-161, III курс

Научный руководитель Беляевский: Р.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Сегодняшний этап развития электроэнергетики характеризуется внедрением научно-технических достижений крупными компаниями в данной сфере. Совершенствование методов управления процессами передачи и распределения электроэнергии, а также повышение требований к улучшению технических и экономических показателей энергосистемы ведет к развитию энергетики в условиях удорожания топлива. Возрастает роль обеспечения экономичной, бесперебойной и надежной работы электрических сетей.

При отсутствии реактивной мощности неосуществим трансфер активной мощности ни по линиям электропередачи, ни через зазоры между статором и ротором электродвигателей и ни между первичной и вторичной обмотками трансформатора, но, главное, она не выполняет никакой работы.

Поэтому одним из важных вопросов на сегодняшний день является вопрос компенсации реактивной мощности. При его правильном решении, генерирующие компании, а главное, потребители экономили бы большие денежные средства и материальные ресурсы. Тем более, реактивная мощность, протекая по элементам сети, создает дополнительные потери, вызывает дополнительный нагрев передающих элементов и уменьшает возможность загрузки ее активной мощностью, что увеличивает потребность использования большой мощности источника энергии.

Величина снижения потерь электроэнергии зависит от множества факторов. Например, таких как уровень технического совершенства компенсирующих устройств, их технико-экономических параметров и технологических средств применения в системах электроснабжения потребителей.

Вместе с потерями активной мощности, реактивная мощность оказывает большое влияние на стабильность энергетических систем. Недостаток реактивной мощности может привести к крупным авариям и аварийным ситуациям на подстанциях в энергосистемах, что может повлечь за собой отключение множества потребителей [1].

Вопрос о компенсации реактивной мощности в электрических системах имеет большую значимость по следующим факторам:

1) использование реактивной мощности в сравнении с активной в промышленном производстве увеличивается, так как она требуется для специали-

зированного оборудования (создание электромагнитных полей в электродвигателях, сварочных трансформаторах и т.д.);

2) в городских электрических сетях выросло использование реактивной мощности благодаря увеличению бытовых нагрузок, рекламного, городского освещения с потреблением реактивного тока.

Как правило, в энергетической системе генерируемая или компенсируемая реактивная энергия равна необходимым мощностям потребителя. Для затрачиваемой электроустановками реактивной мощности на промышленном предприятии, применяются генераторы и синхронные двигатели, которые вырабатывают только нужное количество реактивной энергии на эти установки, а также целесообразно устанавливать дополнительные компенсирующие устройства: синхронные компенсаторы, батареи конденсаторов и специальные статические источники реактивной мощности. Они обеспечивают и регулируют баланс реактивной мощности в нынешних электрических сетях, но имеются некоторые ограничения по техническим условиям [1].

Чтобы использовать устройства компенсации реактивной мощности должно предшествовать детальное технико-экономическое исследование с целесообразностью их применением в связи с высокой стоимостью и достаточной сложностью машин.

Вдобавок, для большей эффективности необходимо рассчитывать правильную установку компенсирующих устройств: индивидуальную, групповую, централизованную [2].

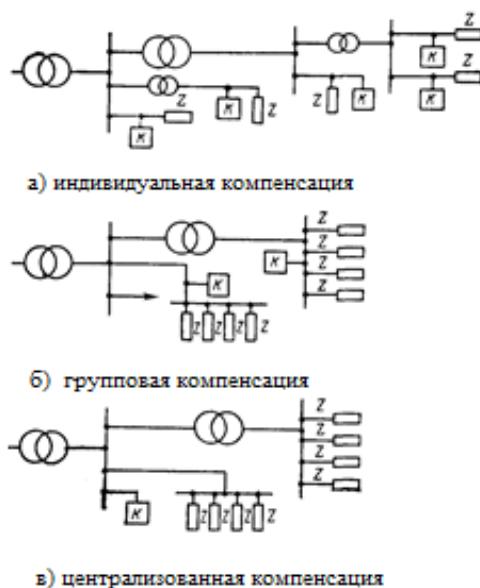


Рис. 1. Способы установки компенсирующих устройств

При этом немалый эффект для оперативной коррекции параметров отводится на развитие автоматизированных систем диспетчерского управления.

Конечно, естественное уменьшение потребления реактивной мощности достигается, например, улучшением режимов работы приемников, правильным выбором электродвигателей по мощности, использованием двигателей и

трансформаторов более высокого технического уровня, заменой недогруженных асинхронных двигателей двигателями (по принципу действия асинхронный двигатель подобен трансформатору) меньшей мощности, а также устранением недогрузки двигателей и трансформаторов и установкой ограничителей холостого хода, понижением напряжения у малонагруженных двигателей. Или возможностью замены асинхронных двигателей на синхронные, так как они также могут обеспечивать компенсацию реактивной мощности в режиме перевозбуждения.

Использование обычных средств компенсации реактивной мощности, предназначенных на синусоидальные токи и напряжения в сетях с превышающим содержанием высших гармоник, генерирующими нелинейными нагрузками, связано с техническими осложнениями.

При потребности в компенсации нагрузок с быстроизменяющейся реактивной мощностью использование регулируемых конденсаторных батарей, путем переключения их секций через механические выключатели, оказывается на деле затруднительным, а зачастую и невозможным ввиду высокой стоимости оборудования, крайне небольшим быстродействием и низкой механической прочностью выключателей. Не исключено, появление так называемых ударных коммутационных сверхтоков, зависящих от момента подключения батареи конденсаторов к питающей сети, а так же неблагоприятное воздействие на конденсаторы токовых перегрузок при частоте высших гармоник, создаваемыми нелинейными нагрузками.

По причине того, что конденсаторные батареи способствуют возникновению резонанса токов, при которых, батареи конденсаторов, работающие при несинусоидальном напряжении, в некоторых случаях быстро выходят из строя в результате вспучиваний и возгораний и меняют частотные характеристики систем. Работу батарей конденсаторов в условиях несинусоидального напряжения необходимо рассматривать с позиций взаимного влияния высших гармоник питающей сети и самих конденсаторов.

Интерес к компенсации реактивной мощности с помощью синхронных компенсаторов преобразовательной нагрузки заметно снизился, из-за чего заводы изготовители инициативно проводят исследования по улучшению и проектирования различных статических компенсаторов реактивной мощности под индивидуальные задачи в энергетике. Также особый интерес в данный момент времени уделяется улучшению методов расчета, схемных решений и разрешению вопросов практического применения фильтрокомпенсирующих устройств [3].

Статические компенсаторы используются для эффективной компенсации реактивной мощности из-за своих положительных особенностей: подавление колебаний напряжения, быстро действующее и плавное регулирование, повышения коэффициента мощности выдаваемой в сеть, отсутствие вращающихся частей механизма, симметрирование (балансирование) нагрузок. Эти свойства по итогу своей работы показывают заметные уменьшения потерь в распределительных электросетях.

Статические компенсирующие устройства также имеют несколько дополнительно весомых преимуществ: быстрый отклик, большой диапазон изменения регулирования, малые искажения питающего напряжения, возможность установки в любом узле питания потребителя или энергосистемы, так как они не требуют основания для установки, самая ресурсосберегающая эксплуатация, в сравнении с другими компенсирующими устройствами. Они также имеют и недостатки: квадратичная зависимость вырабатываемой реактивной мощности от напряжения, что в дальнейшем может стать причиной лавины напряжения, относительно короткое время эксплуатации (8 - 10 лет), при более высоком напряжении по сравнению с номинальным легко выходят из строя, а ремонт затруднителен и не экономичен.

Для улучшения коэффициента мощности статические источники потребляют опережающий ток, чтобы уменьшить и вовсе убрать запаздывающий индуктивный ток в энергетической системе.

В сравнении с ними синхронные компенсаторы имеют множества недостатков вращающихся двигателей и обладают меньшим быстродействием так как его цель состоит не в том, чтобы преобразовать электроэнергию в механическую или наоборот, а в том, чтобы отрегулировать энергию в сети. Его поле контролируется регулятором напряжения, чтобы генерировать или поглощать реактивную мощность по мере необходимости. Номинальная мощность статического компенсирующего устройства будет больше, чем номинальная мощность синхронного компенсатора, при одинаковой реактивной нагрузке в системе, а также они имеют более высокие потери энергии, чем батареи статических конденсаторов.

Перед установкой специальных компенсаторов реактивной мощности, необходимо сделать полный анализ данной энергосистемы, определить объемы производимой и потребляемой реактивной мощности, тщательно разработать дальнейшие действия, попытаться снизить (при необходимости) реактивную мощность не устанавливая специализированные устройства или сделать шаг к модернизации оборудования и технологий.

Выбор компенсирующего устройства будет зависеть от определения расчетной реактивной нагрузки в часы максимума и минимума потребителя, обеспечивающей минимум суммарных потерь мощности, а, значит, обеспечивающей высокий показатель экономичности.

### **Список литературы:**

1. Готман, В.И. Оптимизация режима Реактивной мощности дальних ЛЭП с промежуточными системами / В.И. Готман, А.В. Глазачев // Известия Томского политехнического университета, 2010. – Т. 317. – №4. – С. 74–78.
2. Минин, Г.П. Реактивная мощность / Г.П. Минин, А.Д. Семенов. – М.: Энергия, 1978. – 74 с.
3. Кацевич, В.Л. Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями / В.Л. Кацевич, Е.Н. Зимин, С.К. Козырев. – М.: Энергоиздат, 1981. – 164 с.