**Задание: изучить и законспектировать**

Способы и средства компенсации реактивной мощности на предприятиях

Основными потребителями реактивной мощности ин­дуктивного характера на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели АД (60—65 % общего ее потребления), трансформаторы, включая сварочные (20—25%), вентильные преобразователи, реакторы и про­чие ЭП.

Меры по снижению потребления реактивной мощнос­ти: естественная компенсация (естественный cos φ) без применения специальных компенсирующих устройств (КУ); искусственная компенсация, называемая чаще про­сто компенсацией (искусствен­ный соs φ), с применением КУ.

К естественной компенсации относятся:

упорядочение и автоматизация технологического про­цесса, ведущие к выравниванию графика нагрузки и улуч­шению энергетического режима оборудования (равномер­ное размещение нагрузок по фазам, смещение времени обеденных перерывов отдельных цехов и участков, пере­вод энергоемких крупных ЭП на работу вне часов макси­мума энергосистемы и, наоборот, вывод в ремонт мощных ЭП в часы максимума в энергосистемы и т. п.);

создание рациональной схемы электроснабжения за счет уменьшения количества ступеней трансформации;

замена трансформаторов и другого электрооборудова­ния старых конструкций на новые, более совершенные с меньшими потерями на перемагничивание;

замена малозагруженных трансформаторов и двигате­лей трансформаторами и двигателями меньшей мощности и их полная загрузка;

применение СД вместо АД, когда это допустимо по ус­ловиям технологического процесса;

ограничение продолжительности XX двигателей и сва­рочных трансформаторов, сокращение длительности и рас­средоточение во времени пуска крупных ЭП;

улучшение качества ремонта электродвигателей, умень­шение переходных сопротивлений контактных соединений;

отключение при малой нагрузке (например, в ночное время, в выходные и праздничные дни) части силовых трансформаторов.

Для искусственной компенсации реактивной мощности, называемой иногда «поперечной» компенсацией, применя­ются специальные компенсирующие устройства, являющи­еся источниками реактивной энергии емкостного характера.

К техническим средствам компенсации реактивной мощности относятся следующие виды компенсирующих устройств: конденсаторные батареи (КБ), синхронные двигатели, вентильные статические источники реактивной мощности (ИРМ).

Наибольшее распространение на промышленных пред­приятиях имеют конденсаторы (КБ) — крупные (в отли­чие от конденсаторов радиотехники) специальные устрой­ства, предназначенные для выработки реактивной емкост­ной мощности. Конденсаторы изготовляют на напряжение 220, 380, 660, 6300 и 10500В в однофазном и трехфазном исполнениях для внутренней и наружной установки. Они бывают масляные (КМ) и соволовые (КС). Диэлектричес­кая проницаемость совала примерно вдвое больше, чем масла. Однако допустимая отрицательная температура со­ставляет —10 °С для соволовых конденсаторов, в то время как масляные могут работать при температуре — 40° С. Широкое применение конденсаторов для компенсации реактивной мощности объясняется их значительными преимуществами по сравнению с другими видами КУ: незначительные удельные потери активной мощности до 0,005 кВт/квар, отсутствие вращающихся частей, простота монтажа и эксплуатации, относительно невысокая стоимость, малая масса, отсутствие шума во время работы, возможность установки около отдельных групп ЭП и т.д.

Недостатки конденсаторных батарей: пожароопасность, наличие остаточного заряда, повышающего опасность при обслуживании; чувствительность к перенапряжениям и толчкам тока; возможность только ступенчатого, а не плавного регулирования мощности.

Конденсаторы, как правило, собираются в батареи (КБ) и выпускаются заводами электротехнической промышленности в виде комплектных компенсирующих устройств (ККУ).

За счет присоединения к сети КУ с мощностью QK уменьшаются потери мощности и напряжения. После компенсации потери мощности



где - потери мощности в компенсирующем устройстве, кВт.

Потери напряжения после компенсации, В, ****

Рассмотрим другой вид КУ – синхронные двигатели.

При увеличении тока возбуждения выше номинального значения синхронные двигатели (СД) могут вырабатывать реактив­ную мощность, следовательно, их можно использовать как средство компенсации реактивной мощности. Главным от­личием СД от АД является то, что магнитное поле, необхо­димое для действия СД, создается в основном от отдель­ного источника постоянного тока (возбудителя). Вследст­вие этого СД в нормальном режиме (при соs φ= 1) почти не потребляет из сети реактивной мощности, необходимой для создания главного магнитного потока, а в режиме пе­ревозбуждения, т. е. при работе с опережающим коэффи­циентом мощности, может генерировать емкостную мощ­ность в сеть.

Синхронные двигатели, выпускаемые отечественной промышленностью, рассчитаны на опережающий коэффи­циент мощности соs φ= 0,9 и при номинальной активной нагрузке Рном и напряжении *U*ном могут вырабатывать но­минальную реактивную мощность: 

Преимуществом СД, используемым для компенсации реактивной мощности, по сравнению с КБ является возможность плавного регулирования генерируемой реактивной мощности.

Недостатком является то, что активные потери на гене­рирование реактивной мощности для СД больше, чем для КБ, так как зависят от квадрата генерируемой мощности СД.

Как правило, в системах электроснабжения промышлен­ных предприятий КБ компенсируют реактивную мощность базисной (основной) части графиков нагрузок, а СД сни­жают, главным образом, пики нагрузок графика.

Разновидностью СД являются синхронные компенсаторы (СК), которые представляют собой СД облегченной конструкции без нагрузки на валу. В настоящее время выпускается СК мощностью выше 5000 квар; они имеют огра­ниченное применение в сетях промышленных предприятий и лишь в ряде случаев используются для улучшения показателей качества напряжения у мощных ЭП с резкопеременной ударной нагрузкой (дуговые печи, прокатные станы и т. п.). В сетях с резкопеременной ударной нагрузкой на напряжении 6—10 кВ рекомендуется применение не конден­саторных батарей, а специальных быстродействующих источников реактивной мощности (ИРМ), которые должны устанавливаться вблизи таких ЭП. Схема ИРМ приведена на рис. 1 В ней в качестве регулируемой индуктивности используются индуктивности LR и нерегулируемые емкости С1—СЗ.

Рис. 1 Схема ИРМ, применяемых для компенсации реактивной мощности ЭП с ударными нагрузками: LR- индуктивный элемент для плавного регулирования колебаний напряжения с помощью тиристорных ключей VS, 1- фильтр высших гармоник 5-го, 7-го,9-го и т.д. порядка; 2- С1-С3- батареи конденсаторов (нерегулируемая часть) для компенсации постоянной составляющей реактивной мощности

Достоинствами статиче­ских ИРМ является отсутствие вращающихся частей, от­носительная плавность регулирования реактивной мощности, выдаваемой в сеть, возможность трех- и четырехкратной перегрузки по реактивной мощности. К недостаткам относится появление высших гармоник, которые могут возникнуть при глубоком регулировании реактивной мощности.