

## Установки компенсации реактивной мощности: "За" И "Против"

Спад промышленного производства в нашей стране в предыдущие годы и простой большинства предприятий привели к временной неостребованности систем КРМ ввиду малого потребления полной мощности простаивающими предприятиями. Одновременно с этим происходили следующие технические процессы: существующие КРМ устаревали и выходили из строя, ставшая нередкой неполная удельная загрузка промышленного оборудования привела к понижению доли активной мощности в полной и соответственно к понижению  $\cos$  — величины, которая далее более подробно рассмотрена в данной статье. К таким же результатам вела работа в две смены вместо четырех. Ввод в работу старого оборудования после капитальных ремонтов, таких как электродвигатели, трансформаторы и т.п. — все это привело к повышенному поступлению в сеть реактивной энергии.

Для потребителей, не связанных с электроэнергетикой, поясним возникновение реактивной мощности в сетях.

Основной нагрузкой электрической сети современных промышленных предприятий являются асинхронные двигатели АД и распределительные трансформаторы. Когда заходит речь о мощности нагрузки, потребителя обычно волнует вопрос об уровне активной составляющей мощности, так как именно она определяет полезную работу. С другой стороны, принцип действия и АД, и трансформаторов основан на изменении магнитного поля в обмотках электрических машин, то есть, в данном случае, индуктивных элементах.

Отставание тока по фазе от напряжения в индуктивных элементах обуславливает интервалы времени (на рис. 1 они выделены серым цветом), когда синусоиды напряжения и тока имеют противоположные знаки: напряжение положительно, а ток отрицателен, и наоборот. В эти моменты мощность не потребляется нагрузкой, а подается обратно по сети в сторону

генератора. При этом электроэнергия, запасаемая в каждом индуктивном элементе, распространяется по сети, не рассеиваясь в активных элементах, а совершая колебательные движения (от нагрузки к генератору и обратно).

Соответствующую мощность называют реактивной. Наличие РМ является паразитным фактором, неблагоприятным для сети в целом. Оно приводит к следующим негативным явлениям, возникающим в распределительной сети:

- снижение нагрузочной (пропускной) способности;
- повышение активных потерь;
- большее падение напряжения.

Реактивная мощность  $Q$  пропорциональна реактивному току, протекающему через индуктивный элемент:

$$Q=U \cdot I_L ,$$

где  $I_L$  — реактивный (индуктивный) ток,

$U$  — напряжение сети.

Таким образом, полный ток, питающий нагрузку, складывается из активной и индуктивной составляющих:

$$I=I_L+I_R .$$

Для снижения доли реактивного тока в системе генератор — нагрузка параллельно нагрузке подключают компенсаторы-электроприемники с емкостным током. РМ при этом уже не перемещается между генератором и нагрузкой, а совершает локальные колебания между реактивными элементами — индуктивными обмотками нагрузки и компенсатором (ами).

Такая КРМ (снижение индуктивного тока в системе генератор — нагрузка) позволяет, в частности, передать в нагрузку большую активную мощность при той же номинальной полной мощности генератора.

Как известно, коэффициент мощности, в частном случае, равный косинусу угла между током и напряжением на основной частоте, определяют как отношение активной мощности к полной:  $\cos\varphi=P/S$ . Этим коэффициентом принято характеризовать уровень РМ двигателей, генераторов и сети предприятия в целом.

На современном этапе, с ростом таких сфер производства как перерабатывающая, пищевая, горно-обогатительная промышленности, первичная металлообработка, добыча, транспортировка и переработка нефти и газа, вопросы применения КРМ вновь приобретают актуальность. Полное использование мощностей (при полной загрузке трансформаторов) возможно только при компенсации реактивной составляющей мощности. Отметим, что в государствах объединенной Европы, например, в Германии, оборудование редко простаивает, и тариф на потребление реактивной мощности РМ весьма велик (частные электрические компании четко следят за состоянием загрузки электросети потребителя в целом, и, в частности, за наличием у потребителя устройств компенсации). Поэтому практически ни одно промышленное предприятие там давно уже не обходится без оборудования КРМ.

В России традиционно проблемами исследования компенсации реактивной мощности занимались и занимаются такие государственные организации как, например, ВНИИЭ — институт электроэнергетики, г.Москва.

В настоящее время, в связи с развитием таких работ как энергосбережение, энергоаудит, вопросы применения КРМ активно исследуются независимыми организациями.

Таким образом, можно обобщить некоторый существующий опыт по применению КРМ.

Какие аргументы "за" существуют для применения установок КРМ? Использование установок компенсации реактивной мощности оказывает следующие положительные эффекты:

1. Компенсация реактивной мощности позволяет подключить дополнительную активную нагрузку, не увеличивая общей установленной мощности силовых трансформаторов.

2. Компенсация реактивной мощности позволяет, не увеличивая сечение питающего кабеля, запитывать через него дополнительную полезную нагрузку.

3. Компенсация реактивной мощности позволяет поднять напряжение потребителю в тех случаях, когда это необходимо для производственных процессов.

4. Компенсация реактивной мощности снижает потребление активной энергии на 3-7% при самых скромных подсчетах, а на практике и больше. Но эту экономию возможно реализовать только при установке местной или локальной, не групповой компенсации.

5. Эффективно применение компенсации реактивной мощности и в автономных энергосистемах: геологических партиях, энергоустановках на кораблях, на буровых, стройплощадках и т. д. Основной экономический эффект достигается за счет более полного использования генераторных агрегатов по активной мощности.

Требуется меньшая установочная мощность генераторов, снижается расход топлива, смазочных материалов, увеличивается срок службы оборудования.

Какие аргументы "против " существуют для применения установок КРМ?

1. Данная организация не несет никаких платежей за реактивную мощность. Достаточно отметить, что имеется экономия по активной энергии, как показано выше, и она работает в противовес этому аргументу.

2. Энергосбытовые компании предписывают отключить компенсаторы из-за емкостного  $\cos\varphi$  по ВН и СН. Достаточно ответить, что современные КРМ обладают функцией автоматической регулировки по управляемому параметру —  $\cos\varphi$  и поддерживают его в заданных границах. Например, в

индуктивной зоне по стороне НН. Таким образом, ничем не могут помешать стороне ВН и СН. Кроме того, компенсация по ВН и СН может осуществляться своими КРМ, учитывающими емкостной характер нагрузок на стороне ВН и СН.

3. Окупаемость установок превышает некий допускаемый минимум. При правильном разбиении установочных мощностей и поэтапном применении местной компенсации возможно уже сейчас достичь окупаемости установок за 2-4 года.

Кроме того, не отбрасывается и административный фактор, который может обеспечить развитие существующих тенденций к увеличению платы за активную мощность, введение платежей или штрафов за реактивную мощность, что уменьшит сроки окупаемости и увеличит положительный эффект от установки.