

## **Проведение обследования системы электроснабжения предприятия для внедрения компенсации реактивной мощности.**

В.Л. Иткин, Д.А. Петров, ООО «Матик-электро»

Компенсация реактивной мощности является самым дешевым и эффективным способом снижения затрат на оплату электроэнергии, высвобождения дополнительных мощностей для подключения нового оборудования, снижения потерь в системах системы электроснабжения (СЭС) предприятия.

Ужесточающиеся требования электроснабжающих организаций, дефицит мощностей, повышение цен на энергоносители, заставляют руководство предприятий искать пути экономии электроэнергии, снижения потерь в распределительных сетях, повышения энергоэффективности производства в целом.

Повсеместное внедрение силовой преобразовательной техники (СПТ), например, частотные электропривода, ставит перед предприятиями проблему искажения кривой питающего напряжения высшими гармониками, генерируемыми СПТ.

Многие предприятия, делая попытку сэкономить при внедрении частотных приводов, не оснащают их выходными фильтрами. Впоследствии таким предприятиям приходится решать проблему очень сильного засорения питающего напряжения высшими гармониками.

Высокое содержание высших гармонических составляющих в сети предприятия снижает коэффициент мощности, приводит к перегреву и обусловленному этим преждевременному старению изоляции и выходу из строя элементов СЭС, ложным срабатываниям защит, перебоям в сети работы компьютерного оборудования и т.д.

Компенсация реактивной мощности и фильтрокомпенсирующие устройства, производимые компанией «Матик-электро» позволяют решать обозначенные выше проблемы. Надёжные комплектующие от ведущих мировых производителей, жесткий контроль качества на этапе производства, постоянное совершенствование выпускаемой продукции позволяют компании «Матик-электро» представлять на рынке современную продукцию, отвечающую самым высоким требованиям по качеству и надежности, простую в обслуживании и доступную по цене.

Для оптимального выбора устройств компенсации реактивной мощности и фильтрации токов высших гармоник, а также определения точек их размещения, целесообразно провести обследование системы электроснабжения предприятия.

В общем случае **ЦЕЛЬ** обследования СЭС предприятия выражается следующим образом:

**В сроки, предусмотренные программой модернизации/развития определить тип, количество и точки подключения оборудования, для КРМ и ФГ в объемах, необходимых для достижения в точке/точках балансовой принадлежности коэффициента мощности и уровня гармонических составляющих, заданного электроснабжающей организацией.**

*ВАЖНЫМ ПРИМЕЧАНИЕМ является то обстоятельство, что внедрение устройств КРМ необходимо делать на стороне ПОТРЕБЛЕНИЯ реактивной мощности, чтобы по возможности разгрузить силовые трансформаторы и распределительные сети. В том случае, если граница балансовой принадлежности проходит по высокой стороне, внедрение КРМ на высокой стороне является ошибочным. Внедрение КРМ по высокой стороне не разгружает трансформаторы и внутренние сети, а также как*

правило, в целях экономии делается без регулирования. В условиях изменяющейся нагрузки это приводит либо к неполной компенсации, либо к перекомпенсации. И тот и другой случай вызывает нарекания со стороны энергоснабжающих организаций.

Для достижения поставленной цели компания «Матик-элеткро» направляет на предприятие-заказчик специалистов с приборами – анализаторами электропотребления. Специалисты компании «Матик-электро» совместно со специалистами предприятия-заказчика решают следующие задачи:

1. Определение мощности и специфики потребителей электроэнергии;

*Решение данного вопроса позволяет предварительно выяснить мощность и тип компенсирующего устройства.*

*Мощные частотно-регулируемые электропровода, плавильные, сушильные ВЧ- печи, вносят значительные гармонические искажения в кривую питающего напряжения, что обуславливая необходимость применения конденсаторных установок с фильтрами гармоник, либо фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ).*

*Роботизированные линии, либо крановое оборудование накладывает повышенные требования на быстрдействие устройств компенсации реактивной мощности.*

*В случае наличия нескольких мощных потребителей на предприятии, имеет смысл рассмотреть вариант индивидуальной компенсации, проведя замеры как на сборных шинах подстанций, так и непосредственно у потребителей. В случае сильного гармонического загрязнения можно будет выяснить вклад каждого потребителя в общее содержание гармоник в сети.*

*Также на этом этапе выясняется график работы мощных потребителей и всего производства в целом. В случае, если потребитель работает практически, практически без отключений, нет необходимости в суточных замерах его показателей. А в том случае, если производству присуща суточная цикличность, необходимы замеры как минимум суточного графика нагрузок.*

2. Определение мощностей источников питания и состояния распределительных сетей  
*Решение данного вопроса позволяет выяснить, насколько потребности предприятия в электрической энергии удовлетворены на момент проведения обследования, возможно ли высвобождение мощностей в случае внедрения КРМ.*

*Определение состояния распределительных сетей производится для того, чтобы выяснить оптимальное место установки устройств для КРМ. Наиболее правильным является максимальное приближение устройств КРМ к потребителям, так называемая, индивидуальная компенсация. Более дешевым вариантом при разветвленных внутренних сетях предприятия является групповая компенсация на главных питающих пунктах. Однако, в этом случае не происходит разгрузки внутренних линий от передачи реактивной мощности. В случае, если линии изношены, а их ремонт/замена весьма дороги, детально прорабатывается вопрос индивидуальной компенсации.*

3. Определение состояния вопроса КРМ

*Решение этого вопроса позволяет выяснить, есть ли на предприятии устройства компенсации реактивной мощности, работают ли они, хватает ли их мощности для поддержания заданного коэффициента мощности.*

*В том случае, если на предприятии уже используются устройства КРМ важно выяснить, в каком они состоянии, используются ли. Так, например, в случае, если требуется расширение (увеличение мощности) имеющихся конденсаторных установок, надо принимать в расчет, что 2 автоматических КУ не могут одновременно работать на одну систему шин, т.к. такой режим приведет к сбоям в работе электронного блока управления. В таких случаях необходимо либо менять установку на новую, большей мощности, либо применять систему работы двух установок КРМ от одного регулятора (микропроцессорного блока).*

4. Существующие/прогнозируемые тарифы на активную/реактивную мощность, требования электроснабжающей организации, ТУ на подключение

*Решение данного вопроса играет важную роль в подготовке ТЭО. Подготовка ТЭО внедрения устройств КРМ в основном базируется на экономии за оплату реактивной мощности. В меньшей степени экономия проявляется за счет сокращения потребления активной мощности и снижения потерь в распределительных сетях. Также ТЭО может быть построено на экономии за счет высвобождения мощности трансформатора (снижения загрузки) за счет внедрения КРМ по сравнению с покупкой нового трансформатора.*

*В тех случаях, когда потребитель не имеет подключения к сети и имеет свои мощности генерации электроэнергии, ТЭО строится на экономии за счет разгрузки генераторов, что снижает нагрузку на валах двигателей, вследствие чего уменьшается потребление горючего.*

Решение обозначенных вопросов составляет подготовительный этап обследования СЭС предприятия. Основной исходной информацией для проведения замеров по итогам подготовительного этапа является следующее:

- Определение точек подключения устройств КРМ
- Определение точек проведения замеров
- Определение длительности проведения замеров

Этап проведения измерений включает в себя работу специалистов «Матик-электро» на предприятии заказчика – проведение измерений анализаторами электропотребления на подстанции и РП, а также сбор данных с систем АСКУЭ. Сбор данных с систем АСКУЭ позволяет определить потоки мощности в сети предприятия, сравнить данные предприятия с полученными экспериментальными данными.

Специалисты «Матик-электро» измеряют следующие параметры электроэнергии: напряжения, токи, активную и реактивную мощность (потребление и генерация), гармоники.

На данном этапе важной составляющей успеха является четкая совместная работа специалистов-измерителей и персонала предприятия-заказчика: своевременный доступ в подстанции, согласованные переключения, поддержка со стороны службы АСКУЭ.

Следующим этапом обследования СЭС является обработка результатов замеров.

По результатам замеров заказчику предоставляется отчет, содержащий графики, отражающие динамику измеренных величин, комментарии, рекомендации, технико-коммерческое предложение по внедрению устройств КРМ и ФГ.

Подбор оборудования для КРМ осуществляется, исходя из того, какую мощность необходимо компенсировать, каков уровень гармоник в сети, каково напряжение питания потребителей и какова динамика потребления.

*В тех случаях, когда в сети наблюдается высокое содержание гармоник, перед внедрением установки КРМ необходимо определить, частоту (номер) гармоники, на которой произойдет резонанс контура, образуемого вторичной обмоткой силового трансформатора и конденсаторной установкой.*

*Номер гармоники определяется по формуле:*

$$n = \sqrt{\frac{S_{габ}}{\eta_{кз} \cdot Q_{уст}}}, \text{ где}$$

*n – порядковый номер гармоники, на которой произойдет резонанс;*

*S<sub>габ</sub> – габаритная мощность трансформатора;*

*η<sub>кз</sub> – напряжение КЗ;*

*Q<sub>уст</sub> – мощность конденсаторной установки.*

*Ф*

*В том случае, если резонанс происходит на гармонике, амплитуда которой превышает допустимый уровень (гармонике, генерируемой СПТ), необходимо устанавливать конденсаторные установки с фильтрующими дросселями.*

*Фильтрующие дроссели в данных установках защищают конденсаторы от токов высших гармоник и препятствуют возникновению резонанса в контуре «вторичная обмотка трансформатора – конденсаторная установка».*

*В таких условиях обычные контакторные установки, обладающие скоростью реакции 1 мин. и временем на разряд конденсатора 2 мин, не справятся с постоянно изменяющейся нагрузкой, постоянное срабатывание контакторов быстро выведет их из строя, причем установка будет работать с запаздыванием, неэффективно. Тиристорные конденсаторные установки обладают временем реакции и временем повторного включения конденсатора 60 мс, что позволяет компенсировать реактивную мощность при самых быстротекущих процессах.*

*Если потребитель работает статично, без скачков нагрузки, можно ограничиться и нерегулируемыми установками.*

*Также этот случай касается применения ФКУ.*

*Также ФКУ устанавливаются в тех случаях, когда существует необходимость именно в фильтрации гармоник.*

*Данные из отчета, полученного по результатам обследования СЭС могут использоваться как отправная точка в постановке ТЗ на проектирование, для определения объема капиталовложений, либо как руководство к действию.*

*По результатам обследования СЭС заказчик знает:*

- Состояние вопроса КРМ на текущий момент
- Объемы КРМ, необходимой для достижения требуемого коэффициента мощности
- Тип необходимого оборудования
- Необходимый объем капитальных затрат

*Также специалисты «Матик-электро» могут подготовить технико-экономическое обоснование внедрения КРМ и проект внедрения КРМ на предприятии заказчика.*

