

**АНАЛИЗ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

*Представлена целесообразность компенсации реактивной мощности в целях разгрузки энергосистемы и ее значение в экономике энергетики. Приведены существующие организационные и технические мероприятия по повышению коэффициента мощности.*

*Ключевые слова: компенсация, устройство, конденсаторы, батареи, синхронные, двигатели, мощность*

Kuluev Jalil Osmonahunovich - associate professor,  
Aldasheva Nurjamal Tunaevna, Ph.D., Associate professor,  
Osh technological university

**ANALYZIS OF INDEMNIFICATION OF REACTIVE-POWER**

*The expediency of compensation of reactive power for the purpose of unloading the power system and its importance in the energy economy is presented. The existing organizational and technical measures for increasing the power factor are presented.*

*Key words: compensation, device, capacitors, batteries, synchronous, motors, power*

Электроприемники промышленных и сельскохозяйственных предприятий требуют для своей работы активной (P), так и реактивной (Q) мощности. Реактивная мощность вырабатывается, как и активная, синхронными генераторами и передается по системе электроснабжения к потребителям.

Величина активной мощности, отдаваемой в сеть источником тока, определяется известным соотношением

$$P = \sqrt{3}UI \cos\varphi = \sqrt{3} S \cos\varphi. \quad (1)$$

Угол  $\varphi$  между векторами тока и напряжения определяет степень использования мощности источника тока. Величина активной и реактивной мощностей соотношением

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (2)$$

Снижая потребление приемниками реактивной мощности, можно уменьшить установленную мощность генераторов, трансформаторную мощность подстанций, увеличить пропускную способность системы электроснабжения, не увеличивая сечения кабелей, проводов и других токоведущих частей.

Учитывая, что потребляемый ток обратно пропорционален  $\cos\varphi$ , потери мощности в сети  $\Delta P = (I / (\cos\varphi))^2 r$  обратно пропорциональны  $\cos\varphi^2$ . Таким образом, повышение коэффициента мощности – один из способов снижения потерь мощности в сети.

Основными электроприемниками реактивной мощности на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях являются асинхронные двигатели – на их долю приходится 65-70% потребляемой реактивной мощности, 20-25% приходится на трансформаторы и около 10% - на воздушные линии электропередачи и другие приемники- люминесцентные лампы, индукционные печи, реакторы и т.д. Компенсация реактивной мощности имеет большое народно-хозяйственное значение.

Так, увеличение коэффициента мощности на 0,01 в масштабах страны дает возможность дополнительно выработать до 500 млн. кВт/ч электроэнергии в год.

При снижении потребления реактивной мощности  $Q$  до  $(Q-Q_k)$  величина угла  $\varphi_1$  уменьшается до  $\varphi_2$ , что приводит к увеличению коэффициента мощности при постоянной величине передаваемой активной мощности.

В каждый момент времени коэффициент мощности промышленного предприятия определяется соотношением

$$\cos\varphi_1 = P_i / S_i = P_i / \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3)$$

где:  $P_i, S_i, Q_i$  - активная, полная, реактивная мощности в момент времени  $t_i$ .

На практике в соответствии с ранее действовавшими Руководящими указаниями по компенсации реактивной мощности промышленным предприятиям задавалась величина средневзвешенного коэффициента реактивной мощности  $\cos\varphi_{\text{ср}}$  за расчетный период – сутки, месяц, год.

Высокие значения средневзвешенного коэффициента мощности в большинстве случаев не отражают истинного потребления реактивной мощности. Поэтому вместо непоказательной величины средневзвешенного коэффициента мощности вводится коэффициент мощности в часы максимальных нагрузок потребителей. При этом контролируется наибольшее потребление реактивной мощности за получасовой период в режиме активной наибольшей нагрузки энергосистемы, а также реактивная нагрузка, выданная в сеть энергосистемы за период ночного провала графика активных нагрузок энергосистемы.

Для контроля наибольшей реактивной мощности служат счетчики с указателями 30-минутного максимума и реле времени. При отсутствии специальных счетчиков для контроля наибольшей потребляемой реактивной энергии используются записи обычных счетчиков. Записи подлежат тридцатиминутные показания счетчиков в часы максимума системы и их показания к началу и концу суточного провала активной нагрузки данной энергосистемы.

Задачи компенсации реактивной мощности должны решаться в соответствии с “Указаниями по компенсации реактивной мощности в распределительных сетях” комплексно с энергосистемами с учетом регулирования напряжения района, в котором расположено промышленное или сельскохозяйственное предприятие.

Выбор параметров компенсирующих устройств, их размещение в системе электроснабжения представляют технико-экономическую задачу и определяются условиями наибольшей экономичности по минимуму приведенных затрат.

При составлении баланса реактивной энергии для послеаварийного режима исходят из предельно допустимых технических параметров качества электроэнергии, определяемых ГОСТ 13109-67.

Для стимулирования мероприятий по компенсации реактивной мощности на действующих предприятиях Госэнергонадзором установлена шкала скидок (-) и надбавок (+) к тарифу на электроэнергию. Скидки и надбавки к тарифу определяются по справочным таблицам в зависимости от степени компенсации реактивной мощности, которая оценивается при помощи коэффициентов  $\text{tg } \varphi_{\text{э}} = Q_{\text{э}}/P_{\text{м.з}}$  и  $\text{tg } \varphi_{\text{м}} = Q_{\text{м.ф}}/P_{\text{м.з}}$ ,  $\text{tg } \varphi_{\text{э}}$  – оптимальный коэффициент;  $\text{tg } \varphi_{\text{м}}$  – фактический коэффициент;  $P_{\text{м.з}}$  – заявленная предприятием активная мощность, участвующая в максимуме энергосистемы и зафиксированная в договоре на пользование электроэнергией, кВт;  $\text{tg } \varphi_{\text{э}} = Q_{\text{э}}$  – оптимальная реактивная нагрузка предприятия в часы максимума активной нагрузки, заданная на границе раздела сетей системы и предприятия и зафиксированная в договоре на пользование электроэнергией, кВАр;  $Q_{\text{м.ф}}$  – фактическая реактивная нагрузка предприятия, участвующая в максимуме энергосистемы, кВАр.

При проектировании предприятия и его эксплуатации рассматриваются и внедряются мероприятия, не требующие специальных компенсирующих устройств; это мероприятия целесообразны практически всегда. Это:

- а) упорядочение синхронного технологического процесса для повышения коэффициента мощности;
- б) использование синхронных двигателей во всех случаях, когда это рационально и возможно;
- в) правильный выбор мощности трансформаторов и двигателей с их оптимальной загрузкой;
- г) применение устройств, ограничивающих холостой ход приемников – асинхронных двигателей, трансформаторов;
- д) замена и временное отключение малозагруженных трансформаторов, асинхронных двигателей и т.п.

К техническим средствам, компенсирующим реактивную мощность, относятся перечисленные ниже.

1. Конденсаторные батареи.
2. Синхронные двигатели.
3. Синхронные компенсаторы.
4. Статические источники реактивной мощности.

Компенсирующие устройства несколько усложняют сеть, удорожают эксплуатацию электроустановок. Кроме того, в этих устройствах происходят потери активной мощности. В справочных таблицах приведены удельные потери наиболее распространенных средств компенсации реактивной мощности. Как видно из таблиц, наименьшие удельные потери имеют статически конденсаторы. На предприятиях для экономичного использования компенсирующих устройств и повышения качества электроэнергии осуществляют регулирование реактивной мощности, используя в первую очередь синхронные двигатели с регулируемым возбуждением. Если мощность их недостаточна, то регулируют часть конденсаторных батарей. Регулирование реактивной мощности производят, как правило, на предприятиях с неравномерным графиком нагрузки.

С помощью регуляторов реактивной мощности можно получить дополнительную экономию от снижения потерь электроэнергии и регулировать напряжение.

При решении вопросов регулирования реактивной мощности необходимо учитывать как потребность предприятия, так и нужды энергосистемы. Энергосистема устанавливает наиболее рациональное распределение реактивной нагрузки между синхронными компенсаторами района и конденсаторными установками предприятия с учетом экономических факторов и уровня в сети.

#### **Выводы:**

Приведены аргументы целесообразности установки и типы компенсирующих устройств, применяемых для выработки реактивной мощности в местах ее потребления.

#### **Литература:**

1. **Федоров, А.А.** “Основы электроснабжения промышленных предприятий” [Текст] / А.М. Каменев // Учебник для ВУЗов. 4-е изд., перераб. и доп.: “Энергоатомиздат”, 1984 г. стр. 289 – 319.
2. **Ермилов, А.А.** “Электроснабжение промышленных предприятий” [Текст] / М.: “Энергоиздат”, 1983 г. стр. 78 – 105.
3. **Липкин, М.** “Электроснабжение промышленных предприятий и установок”. [Текст] / М.: “Энергоиздат”, 1990 г. стр. 116 – 129.
4. Справочник по проектированию электроснабжения. [Текст] / Под ред. В. И. Круповича // М.: “Энергия”, 1980 г. стр. 305 – 318.