

АКТУАЛЬНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Особенностью электрических цепей является наличие в них реактивных элементов (индуктивностей и емкостей), которые препятствуют изменению параметров электрической энергии. Так, индуктивности препятствуют любому изменению тока в них, а ёмкости – изменению напряжения. Указанное препятствие выражается в том, что эти элементы в определённые интервалы времени «запасают» и «отдают» электрическую энергию. При выработке, преобразовании, потреблении электрической энергии на переменном напряжении наличие реактивных элементов приводит к колебательному процессу обмена энергией между ними. Реактивности сосредоточены между элементами электрических станций, подстанций, линий электропередач и приёмниками.

Доля электрической энергии, равная энергии обмена между реактивными элементами, называется реактивной энергией. Реактивная энергия не преобразуется в другие виды энергии, но её передача по элементам электрических цепей сопровождается дополнительной нагрузкой этих элементов, а также дополнительными потерями активной энергии на сопротивлениях цепи.

Поскольку реактивная энергия не преобразуется в другие виды энергии, на её производство не расходуется первичный энергоноситель на электрических станциях. Общеприняты понятия, что реактивности индуктивного характера являются потребителями реактивной энергии, а реактивности ёмкостного характера – источниками реактивной энергии.

Так как реактивная энергия работы не совершает, а только циркулирует по линиям электропередач между генераторами и приёмниками, вызывая их нагрев и, соответственно, дополнительные потери мощности, то её нужно компенсировать (уменьшать). Отсюда следует, что задача компенсации реактивных мощностей является актуальной.

При передаче реактивной мощности по сети возникают три негативных аспекта:

- 1) требуется увеличивать электробезопасность проводов и мощность трансформаторов (увеличиваются затраты на сеть), так как растёт величина модуля передаваемого по сети тока;
- 2) появляются дополнительные потери мощности и электроэнергии, так как

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot I_a^2 \cdot R + 3 \cdot I_p^2 \cdot X = p_a + p_p,$$

где p_a – потери активной мощности в сети, обусловленные передачей активной мощности; p_p – потери активной мощности в сети, обусловленные передачей реактивной мощности;

3) появляются дополнительные потери напряжения в сети:

$$\Delta U = U_0 - U = I_a \cdot R + I_p \cdot X$$

Влияние указанных негативных аспектов на электрические сети снижают путём компенсации реактивных мощностей (КРМ).

КРМ – это использование в отдельных узлах сети или непосредственно у потребителей реактивной мощности, так называемых компенсирующих устройств (КУ) или источников реактивной мощности (ИРМ). ИРМ – электрооборудование, потребляющее из сети реактивный ток (индуктивный или емкостной). При этом уменьшается передаваемая по сети или потребляемая в узле нагрузки реактивная составляющая тока (уменьшается загрузка сети током) и снижаются потери активной мощности и потери напряжения:

$$\begin{aligned} \Delta P &= 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot I^2 \cdot R + 3 \cdot (I_p - I_{КУ})^2 \cdot R \\ \Delta U &= U_0 - U = I_a \cdot R + (I_p - I_{КУ}) \cdot X \end{aligned}$$

К компенсирующим устройствам относятся специально изготавливаемое электрооборудование, предназначенное для КРМ: силовые конденсаторы и конденсаторные батареи, фильтровые компенсирующие устройства и активные фильтры, используемые для уменьшения высших гармоник в электрических сетях, синхронные компенсаторы, а также статические КУ.

ИРМ – более широкое понятие. Это все виды КУ и электроприёмники, которые по своему принципу работы помимо выполнения производственных функций могут «вырабатывать» реактивную мощность: синхронные генераторы, синхронные электродвигатели в режиме перевозбуждения, естественные ёмкости воздушных линий электропередачи, вентильные преобразователи с искусственной коммутацией вентилей или выполненные с использованием высокочастотных полностью управляемых полупроводниковых приборов. Распределением источников реактивной мощности (ИРМ) по узлам электрической сети и регулированием их мощностей изменяют потоки реактивных мощностей по элементам цепи, что приводит к изменению потерь активной энергии на элементах и изменению напряжений в узлах цепи. Правильное расположение регулируемых источников реактивных мощностей в узлах позволяет существенно уменьшить потери в энергосистемах.

Сделанные выводы формируют актуальность задачи управления режимами работы электроэнергетических систем и систем электроснабжения.

Объективной тенденцией развития народного хозяйства является дальнейшая широкая электрификация всех его сфер, но при этом нужно иметь в виду, что основным потребителем электрической энергии является промышленность. Для оценки структуры использования энергии в промышленности водится ряд характеристик, таких, как годовое потребление энергии, складывающееся из годового потребления электроэнергии, годового потребления тепловой энергии и годового потребления топлива, идущего непосредственно на технологические процессы. Кроме характеристик для оценки структуры энергопотребления вводятся коэффициенты: электроэнергетический, теплоэнергетический, топливо энергетический, теплоэнергетический и электротопливный. С помощью этих коэффициентов оцениваются соотношения между всеми составляющими годового потребления энергии, и проводится анализ слагаемых общего количества электроэнергии, потребляемой в промышленности, с учётом динамики направления электрификации промышленности.

Анализ структуры потребления энергоресурсов в промышленности позволяет рассматривать методы составления и анализа энергетических балансов промышленных предприятий. Значение балансового метода состоит в том, что он обеспечивает соответствие между потребностью и приходом энергии в энергетическом хозяйстве предприятия.

УДК 681.51

М.В. Клютко, ассист.;
В.П. Кобринец, доц., канд. техн. наук;
Д.С. Карпович, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ

Электромеханическая система (ЭС) с 5-тью степенями свободы имеет компактную форму, есть возможность установки на пол, подвешивание к потолку или установку на стены. Данный манипулятор демонстрирует отличную свободу движений в любых ситуациях, идеально подходит для сложных задач, таких как сборка, погрузка и разгрузка небольших деталей.

Нами рассмотренная электромеханическая система состоит из элементов: основание, плечо, локоть, предплечье и запястье.