

УДК 621.3

## АКТУАЛЬНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНЫХ МОЩНОСТЕЙ

Мушницкий А. В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

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, передаче и потреблении электрической энергии на переменном напряжении наличие реактивных элементов приводит к колебательному процессу обмена энергией между ними. Реактивности рассредоточены 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 сечения проводников и мощность трансформаторов (увеличивать затраты на сеть), так как растёт величина модуля передаваемого по сети тока;
- 2) имеются дополнительные потери мощности и электроэнергии, так как

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

где  $\Delta p_a$  -- потери активной мощности в сети, обусловленные передачей активной мощности;  $\Delta p_p$  - потери активной мощности в сети, обусловленные передачей реактивной мощности;

3) имеются дополнительные потери напряжения в сети:

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

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 индуктивный ток (угол  $\varphi$  положительный). При этом уменьшается передаваемая по сети или потребляемая в узле нагрузки реактивная составляющая тока (уменьшается нагрузка сети током) и снижаются потери активной мощности и потери напряжения:

$$\Delta P = 3 I^2 R = 3 I_a^2 R + 3 (I_p - I_{КУ})^2 R$$

$$\Delta U = U_0 - U = I_a R + (I_p - I_{КУ}) X.$$

К компенсирующим устройствам относится 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.