Компенсация реактивной мощности

Теоретическое занятие

Специальность: 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

МДК 01.02 Электроснабжение

Тема 1.2 Внутреннее электроснабжение объектов

Преподаватель: Масловцева Н. Ю.

2023

Внутреннее электроснабжение объектов

Вопрос о компенсации реактивной мощности является одним из основных вопросов, решаемых как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации систем промышленного электроснабжения, и включает выбор целесообразных источников, расчет и регулирование их мощности, размещение источников в системе электроснабжения.

Перед тем как рассмотреть вопрос о компенсации реактивной мощности необходимо повторить понятия и термины, тесно связанные с данной темой. Вспомним, что полной мощностью называется та максимальная активная мощность, которая может быть получена в цепи при данных действительных значениях напряжения и тока:

$$S=U\cdot I^{1}.$$

В свою очередь активная мощность определяет совершаемую работу или передаваемую энергию. Любая электротехническая установка рассчитывается на полную мощность. Однако из-за наличия угла сдвига фаз между полным напряжением и током φ она используется не полностью. Таким образом, угол φ имеет важное значение, т.к. определяет значения активной и реактивной мощности при данных значениях тока и напряжения:

$$P=UI\cos\varphi,\ Q=UI\sin\varphi.$$

Полная и реактивная мощности не определяют ни совершаемой работы, ни передаваемой энергии. Тем не менее, в электротехнике реактивной мощности приписывают аналогичный смысл, рассматривая ее как мощность отдачи, получения или передачи некоторой величины, которую условно называют реактивной энергией

Хотя за счет реактивной энергии и не совершается работа, без нее невозможна работа любого электротехнического устройства, в котором создается магнитное поле (двигатель, трансформатор).

---

[1] Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: учебное пособие для студентов СПО. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2019.

Для реактивной мощности приняты такие понятия, как потребление, генерация, передача, потери, баланс. Считается, что если ток отстает по фазе от напряжения (индуктивный характер нагрузки), то реактивная мощность потребляется и имеет положительный знак, а если ток опережает напряжение (емкостный характер нагрузки), то реактивная мощность генерируется и имеет отрицательное значение. С точки зрения генерации и потребления между реактивной и активной мощностью существуют значительные различия. Если большая часть активной мощности потребляется приемниками и лишь незначительная теряется в элементах сети и электрооборудования, то потери реактивной мощности в элементах сети могут быть соизмеримы с реактивной мощностью, потребляемой приемниками электроэнергии. Активная мощность генерируется электростанциями, а реактивная – генераторами электростанций, синхронными компенсаторами, синхронными двигателями, батареями конденсаторов, тиристорными источниками реактивной мощности и линиями.

Концентрация производства реактивной мощности во многих случаях экономически нецелесообразна по следующим причинам.

1. При передаче значительной реактивной мощности возникают дополнительные потери активной мощности и электроэнергии во всех элементах системы электроснабжения, обусловленные загрузкой их реактивной мощностью.

2. Возникают дополнительные потери напряжения, которые особенно существенны в сетях районного значения. Например, при передаче мощностей P и Q через элемент системы электроснабжения с активным сопротивлением R и реактивным X потери напряжения составят.

3. Загрузка реактивной мощностью систем промышленного электроснабжения и трансформаторов уменьшает их пропускную способность и требует увеличения сечений проводов воздушных и кабельных линий, увеличения номинальной мощности или числа трансформаторов подстанций и т. п.

Основными потребителями реактивной мощности на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели (60-65 % общего потребления),

трансформаторы (20-25 %), вентильные преобразователи, реакторы, воздушные электрические сети и прочие приемники (10 %)[2].

До недавнего времени основным нормативным показателем, характеризующим реактивную мощность, был коэффициент мощности:

$$\cos\varphi = P/S.$$

На вводах, питающих промышленное предприятие, средневзвешенное значение этого коэффициента должно было находиться в пределах 0,92 – 0,95. Однако выбор соотношения P/S в качестве нормативного не дает четкого представления о динамике изменения реального значения реактивной мощности. Например, при изменении коэффициента мощности от 0,95 до 0,94 реактивная мощность изменяется на 10 %, а при изменении этого же коэффициента от 0,99 до 0,98 приращение реактивной мощности составляет уже 42 %.

Способы компенсации реактивной мощности

Для компенсации реактивной мощности, потребляемой электроустановками промышленного предприятия, используют генераторы электростанций синхронные двигатели, а также дополнительно устанавливаемые компенсирующие устройства – синхронные компенсаторы, батареи конденсаторов и специальные статические источники реактивной мощности.

Синхронные компенсаторы представляют собой синхронные двигатели облегченной конструкции без нагрузки на валу. Они могут работать как в режиме генерирования реактивной мощности (при возбуждении компенсатора), так и в режиме ее потребления (при недовозбуждении).

Синхронные двигатели, применяемые для электропривода, в основном изготовляют с коэффициентом мощности 0,9 при опережающем токе. Они являются эффективным средством компенсации реактивной мощности. Наибольший верхний предел возбуждения синхронного двигателя определяется допустимой температурой

---

[2] Сивков А.А., Сайгаш А.С, Герасимов Д.Ю. Основы электроснабжения: учебное пособие для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2019.

обмотки ротора с выдержкой времени, достаточной для форсировки возбуждения при кратковременных снижениях напряжения.

Максимальное значение реактивной мощности зависит от загрузки двигателя активной мощностью, подводимого напряжения и технических данных двигателя.

Конденсаторы – специальные емкости, предназначенные для выработки реактивной мощности. По своему действию они эквивалентны перевозбужденному синхронному компенсатору и могут работать лишь как генераторы реактивной мощности. Конденсаторы изготовляют на номинальные напряжения 660 В и ниже мощностью 12,5 – 50 кВАр в трех- и однофазном исполнениях, а на 1050 В и выше мощностью 25 – 100 кВАр – в однофазном исполнении.

Список использованной литературы

1. Воробьев В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации. Учебник и практикум для среднего профессионального образования. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 398 с.

2. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. Учебное пособие для студентов СПО. – М.: Берлин: Директ-Медиа, 2019. – 500 с.

3. Сивков А. А., Сайгаш А. С, Герасимов Д. Ю. Основы электроснабжения. Учебное пособие для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 173 с.