

## Лекция №31. Источники реактивной мощности

Благодаря естественной компенсации реактивной мощности можно лишь частично разгрузить систему электроснабжения от реактивной мощности. В большинстве случаев естественной компенсации реактивной мощности недостаточно для повышения коэффициента мощности до требуемого значения. Поэтому, для обеспечения работы генераторов с номинальными параметрами и для разгрузки сети от реактивной мощности целесообразно часть этой мощности генерировать на месте её потребления. Такая компенсация называется «поперечной».

Основными источниками реактивной мощности, устанавливаемыми на месте потребления являются синхронные компенсаторы и конденсаторные батареи. Наиболее широко используются статические конденсаторы на напряжение до 1000В и 6-10кВ. В случаях, когда компенсирующие устройства остаются подключенными к сети, а потребители реактивной мощности отключаются от неё, происходит перекомпенсация. Результатом этого является увеличение суммарных потерь мощности и усложнение устройств регулирования напряжения. Поэтому нашли применение управляемые компенсирующие устройства на основе полупроводниковых приборов.

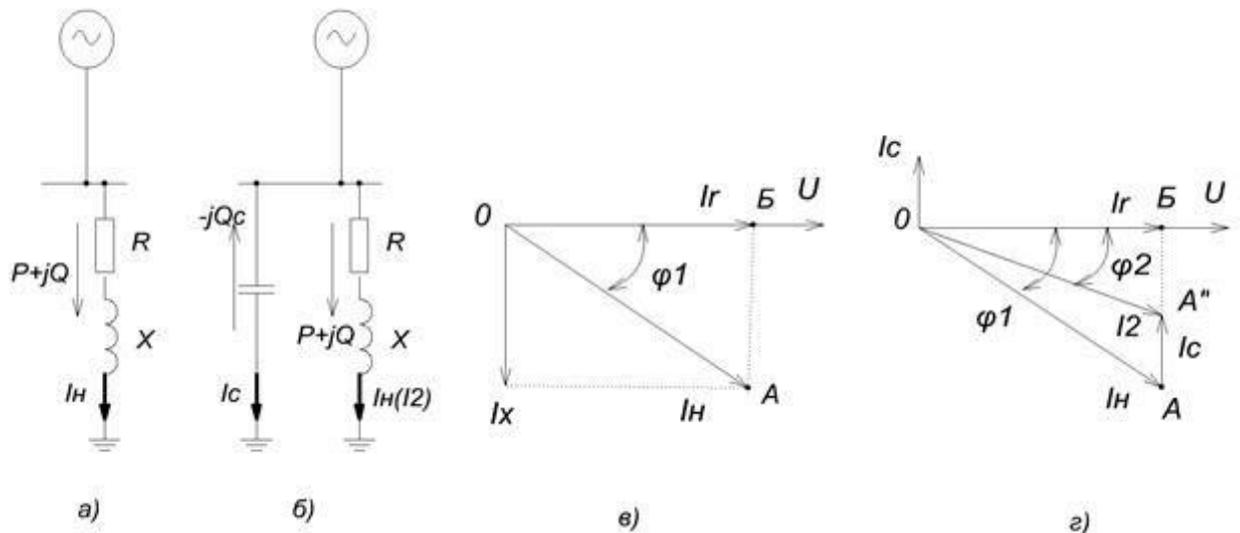


Рис. 9.1 Схемы без компенсации (а) и с компенсацией (б) реактивной мощности и их векторные диаграммы.

Наглядное представление о сущности компенсации реактивной мощности даёт рис. 9.1. До компенсации потребитель имел активную мощность  $P$ , соответственно ток  $I_r$  и реактивную мощность от реактивной нагрузки  $Q$  с соответствующим током  $I_x$ . Полной мощности соответствует вектор  $I_H$ . Коэффициент мощности до компенсации  $\cos\varphi_1$ .

После компенсации, то есть после подключения параллельно нагрузке конденсатора с мощностью  $Q_c$  суммарная реактивная мощность потребителя будет  $Q-Q_c$  (ток  $I_x-I_c$ ). Угол  $\varphi$  уменьшится, и коэффициент мощности повысится с  $\cos\varphi_1$  до  $\cos\varphi_2$ . Полная потребляемая мощность при той же активной мощности снизится с  $S_1$  (ток  $I_H$ ) до  $S_2$  (ток  $I_2$ ). Поэтому при том же

сечении можно повысить пропускную способность линии по активной мощности.

В идеале необходимо проводить полную компенсацию, когда  $Q=Q_c$ , но в реальности такая ситуация недостижима из-за постоянно меняющейся конфигурации сети, изменения режима работы приёмников и т.п.

При компенсации реактивной мощности уменьшаются и потери напряжения в электропередачах. Если до компенсации потеря напряжения определялась выражением (9.2), то при наличии компенсации мы будем иметь:

$$\Delta U_{\kappa} = \frac{PR + (Q - Q_c)X}{U_{ном}} \quad (9.4)$$

Как уже отмечалось, компенсацию реактивной мощности производят с помощью конденсаторных батарей, которые получили наибольшее распространение. Широкое распространение конденсаторных батарей объясняется их преимуществами: незначительные удельные потери активной мощности, отсутствие вращающихся частей, простота монтажа, относительно невысокие массогабаритные и стоимостные показатели, отсутствие шума во время работы и др. Однако существуют и недостатки: пожароопасность, наличие остаточного заряда, который необходимо снимать, чувствительность к перенапряжениям, потребность в специальных условиях утилизации отработавших батарей.

В сетях с резкопеременной ударной нагрузкой, а так же для плавной регулировки уровня компенсации рекомендуется применение комбинированных быстродействующих источников реактивной мощности (рис. 9.2). Регулирование индуктивности в данном случае осуществляется тиристорами VS.

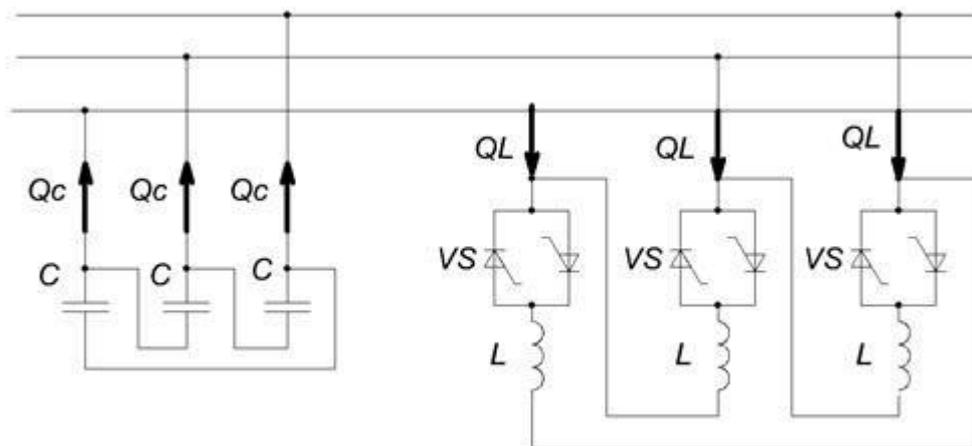


Рис. 9.2 Принципиальная схема быстродействующего компенсирующего устройства.

Другим техническим средством компенсации реактивной мощности, которое получило распространение, является синхронный компенсатор. Он представляет собой синхронный двигатель без нагрузки на валу. Он может работать как в режиме генерирования реактивной мощности, так и режиме её потребления. Изменение генерируемой или потребляемой реактивной мощности компенсатора осуществляется регулированием его возбуждения.

Достоинством синхронного компенсатора, как источника реактивной мощности является возможность плавного регулирования генерируемой реактивной мощности и высокая стойкость в режимах короткого замыкания и перенапряжения.

Основным отличием синхронного двигателя от асинхронного является то, что магнитное поле, необходимое для действия двигателя, создаётся в основном от отдельного источника постоянного тока (возбудителя). Вследствие этого в нормальном режиме синхронный двигатель почти не потребляет из сети реактивной мощности, необходимой для создания главного магнитного потока, а в режиме перевозбуждения (при опережающем коэффициентом мощности) может генерировать реактивную мощность в сеть.

Синхронные двигатели могут вырабатывать реактивную мощность при напряжении  $U_{ном}$ :

$$Q=0,5P_{ном} \quad (9.5)$$

Одним из недостатков синхронных двигателей является дополнительные активные потери в обмотке, вызываемые генерируемой реактивной мощностью:

$$\Delta P = \frac{Q_{ном}^2 r}{U_{ном}^2}, \quad (9.6)$$

Где  $Q_{ном}$  – номинальная реактивная мощность,  $r$  – сопротивление одной фазы обмотки двигателя.