

Продольная и поперечная емкостные компенсации

Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности — целенаправленное воздействие на баланс реактивной мощности в узле электроэнергетической системы с целью регулирования напряжения, а в распределительных сетях и с целью снижения потерь электроэнергии. Осуществляется с использованием компенсирующих устройств. Для поддержания требуемых уровней напряжения в узлах электрической сети потребление реактивной мощности должно обеспечиваться требуемой генерируемой мощностью с учетом необходимого резерва. Генерируемая реактивная мощность складывается из реактивной мощности, вырабатываемой генераторами электростанций и реактивной мощности компенсирующих устройств, размещенных в электрической сети и в электроустановках потребителей электрической энергии.

Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности особенно актуальна для промышленных предприятий, основными электроприёмниками которых являются асинхронные двигатели, в результате чего коэффициент мощности без принятия мер по компенсации составляет 0,7—0,75. Мероприятия по компенсации реактивной мощности на предприятии позволяют:

- уменьшить нагрузку на трансформаторы, увеличить срок их службы,
- уменьшить нагрузку на провода, кабели, использовать их меньшего сечения,
- улучшить качество электроэнергии у электроприемников (за счёт уменьшения искажения формы напряжения),
- уменьшить нагрузку на коммутационную аппаратуру за счет снижения токов в цепях,
- избежать штрафов за снижение качества электроэнергии пониженным коэффициентом мощности,
- снизить расходы на электроэнергию.

Компенсация реактивной мощности

Принципы компенсации реактивной мощности

До компенсации электроэнергии

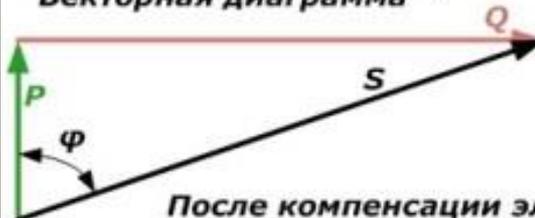
Пропускаемая мощность

70%	Активная
30%	Реактивная

Потребление

Нагрев обмоток около 30%

Векторная диаграмма



Потери 5%

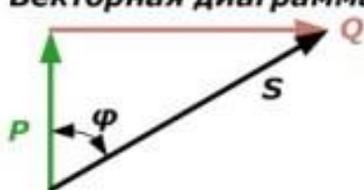
После компенсации электроэнергии

Пропускаемая мощность

99%	Активная
1%	Реактивная

Потребление

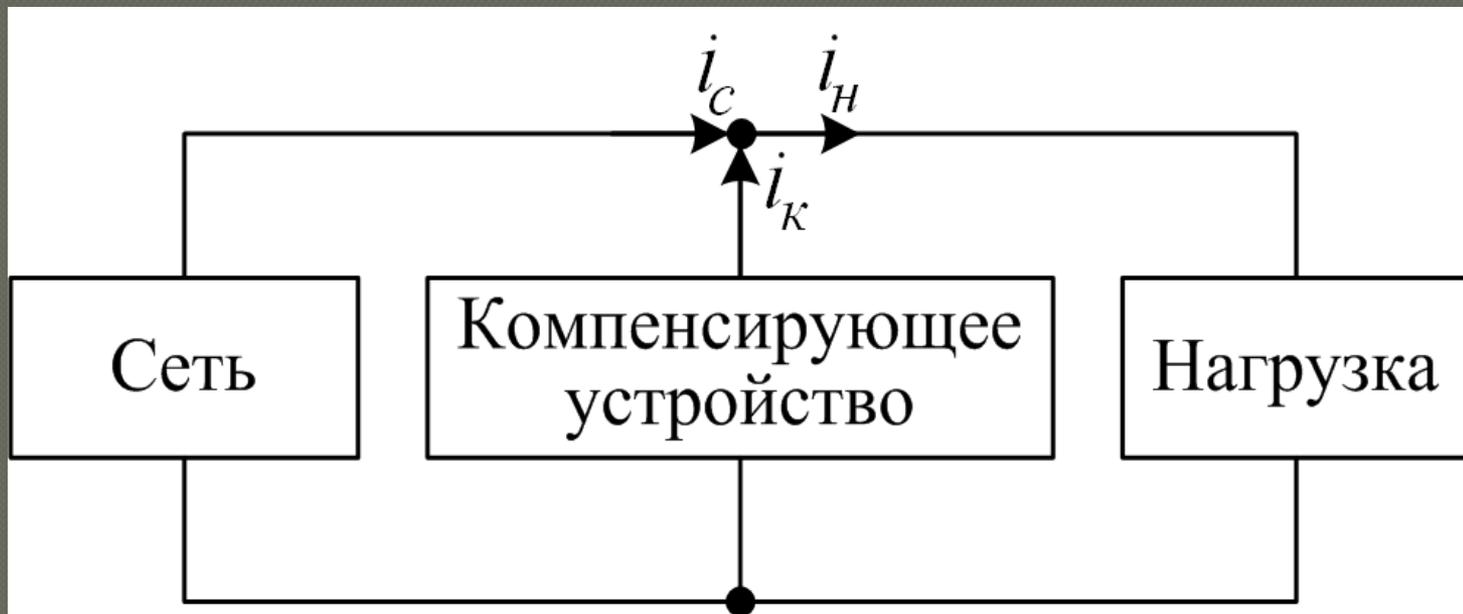
Векторная диаграмма



29%
Реактивная

Поперечная компенсация

Поперечная компенсация реактивной мощности, заключается в параллельном соединении компенсирующих устройств соединении индуктивного и емкостного сопротивлений ток в неразветвленной части цепи представляет собой геометрическую сумму токов индуктивности и емкости. Индуктивный ток отстает от напряжения, а емкостной опережает его. При соответствующем значении емкости суммарный ток оказывается ниже индуктивного тока нагрузки, что приводит к увеличению коэффициента мощности.



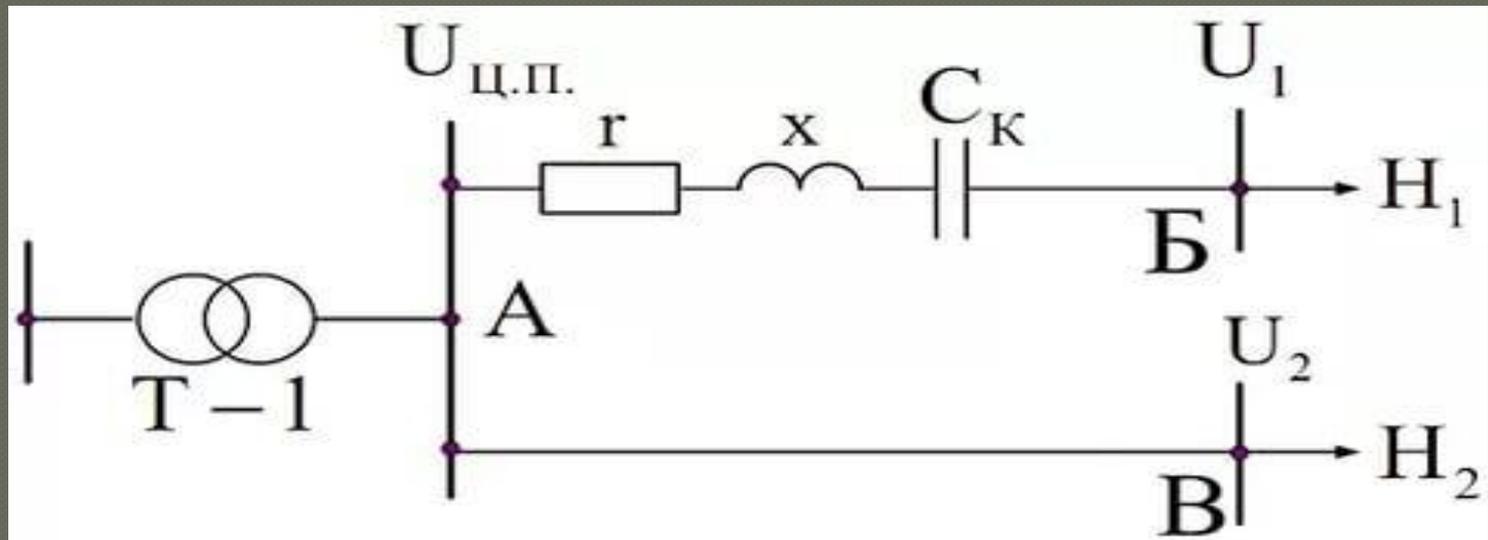
Поперечная компенсация

Повышение коэффициента мощности нагрузки с помощью источников реактивной мощности позволяет увеличить пропускную способность линий, повысить активную нагрузку трансформаторов без увеличения их полной мощности. При поперечной компенсации реактивной мощности наряду со снижением тока нагрузки следует отметить снижение потерь активной мощности, повышение уровня напряжения в сети и снижение его потерь в отдельных элементах системы электроснабжения. Наиболее целесообразно подключать конденсаторы как можно ближе к приемникам и потребителям электроэнергии и уменьшения потерь в питающей их сети.

Продольная компенсация

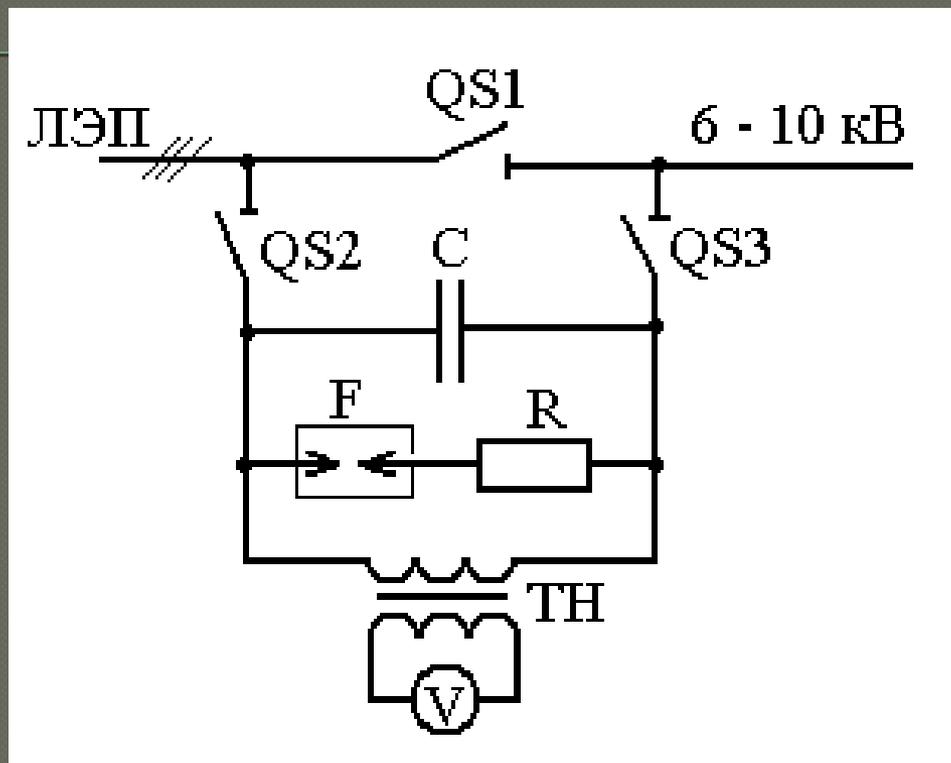
При *продольной* компенсации

реактивной мощности конденсаторы включают последовательно с нагрузкой через разделительный или вольтодобавочный трансформаторы.



Продольная компенсация

- QS1 – QS3 – разъединители или выключатели нагрузки;
- С – конденсаторы ПЕК;
- F – разрядник для защиты изоляции конденсаторов от опасного повышения напряжения при протекании тока КЗ;
- R – ограничительное сопротивление;
- ТН – трансформатор напряжения для измерения напряжения на конденсаторах и для их разряда после отключения.



Продольная компенсация

- Продольная компенсация обеспечивает автоматическое регулирование напряжения в зависимости от тока нагрузки. Однако при продольной компенсации, возникают аварийные режимы. Причинами их могут оказаться феррорезонансные колебания, перенапряжения при расшунтировании конденсаторов, внутренние повреждения конденсаторов. Если в схеме питания возникает резкое повышение напряжения, то конденсаторы должны быть немедленно разряжены через искровой промежуток и зашунтированы высоковольтным выключателем.

Поперечная и продольная компенсация

Конденсаторы при продольной компенсации включаются в цепь последовательно, поэтому через них проходит полный ток линии, в том числе и ток короткого замыкания. Продольная компенсация применяется на линиях высоких напряжений, прежде всего, для устойчивости энергосистемы и для увеличения пропускной способности линий. Поскольку при продольной компенсации ток конденсатора I_k равен проходящему через него полному току нагрузки I , то мощность конденсаторных батарей $Q_{к1}$, кВар, является переменной величиной (зависит от нагрузки):

$$Q_{к1} = \frac{I^2}{\omega C \cdot 10^{-3}}$$

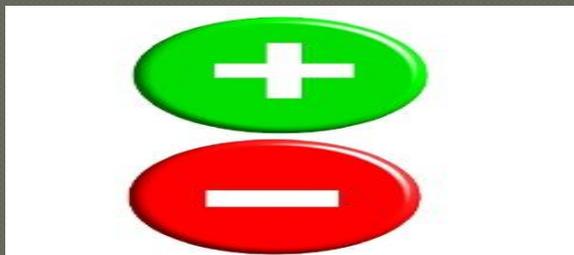
Так как мощность конденсаторов при продольной компенсации изменяется, то уровень напряжения повышается не на постоянную величину, как это происходит при поперечной, а на величину, изменяющуюся пропорционально изменению реактивной нагрузки линии.

Преимущества и недостатки:

По сравнению с поперечной, устройства продольной компенсации, используемые для регулирования напряжения, имеют как **преимущества**, так и **недостатки**:

Преимущества:

- Для достижения одинакового эффекта снижения потери напряжения требуется в несколько раз меньшая мощность КБ;
- При изменении нагрузки вырабатываемая в КБ мощность меняется мгновенно, что позволяет использовать ПЕК для снижения колебаний напряжения при питании резкопеременной нагрузки.



Недостатки:

- Увеличение тока КЗ в ЛЭП, обусловленное снижением ее сопротивления;
- Опасность пробоя изоляции конденсаторов при КЗ в линии;
- Низкая эффективность ПЕК при высоком $\cos \varphi$ потребителя.