



**Филиал ОАО «СО - ЦДУ ЕЭС»
«Региональное диспетчерское управление
энергосистемы Свердловской области»
(«Свердловское РДУ»)**

Доклад

**Необходимость комплексной
оценки реактивной мощности
(с использованием материалов ОАО «НИИЭТ»)**

28.02.2007 г.

- Допустимые отклонения напряжения не должны с одной стороны приводить к повреждению изоляции высоковольтного оборудования, с другой стороны должны обеспечивать нормальную работу электроприемников.
- Уровни напряжения в различных точках электрической сети определяют распределение реактивной мощности в сети, перетоки которой создают дополнительные потери активной мощности.
- Уровни напряжения определяют надежность, качество и экономичность режима электроэнергетической системы в целом.

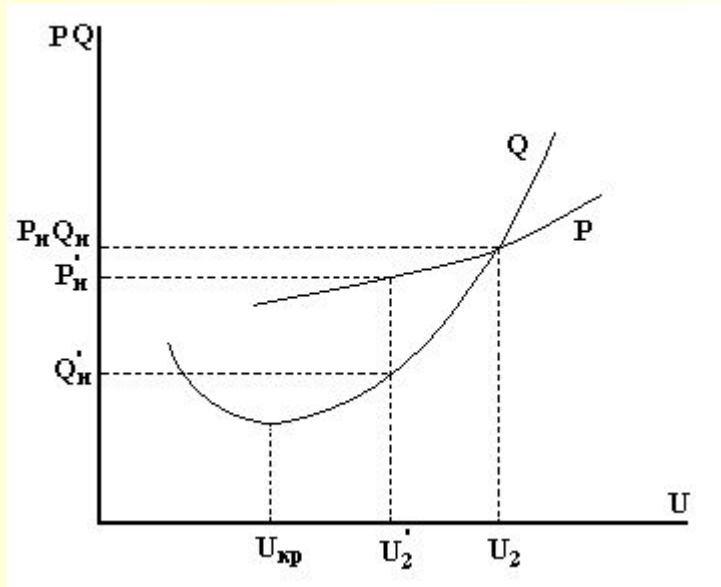
- Связь частоты и напряжения в энергосистеме определяется уже самим принципом работы электрогенератора ($E \sim f$);
- Изменение частоты влияет на сопротивление электрических элементов сети (активные сопротивления – мало, реактивное сопротивление $X_L = \omega L$, $X_C = 1/\omega C$);
- Изменение сопротивления элемента сети всегда приводит к изменению падения напряжения на нем и к изменению величины напряжения за этим сопротивлением.

- При изменении частоты меняется объем потребляемой реактивной мощности (снижение частоты на 1% вызывает возрастание потребления реактивной мощности в среднем на 1 – 1.5%);
- Величина падения напряжения зависит от перетока реактивной мощности $\Delta U \sim Q \cdot x / U$, соответственно изменяются и величины напряжений в узлах сети.

- При изменении напряжения изменяются величины активных и реактивных нагрузок в узле;
- Изменяются значения потерь активной и реактивной мощности;

При этом происходит изменение суммарной активной нагрузки энергосистемы.

- Важнейшая характеристика нагрузки потребителя — значение ее активной и реактивной мощностей. Мощность, потребляемая нагрузкой, зависит от напряжения и частоты.
- Статические характеристики нагрузки по напряжению $P_n(U), Q_n(U)$ — это зависимости активной и реактивной мощностей от напряжения (или частоты) при медленных изменениях параметров режима
- Динамические характеристики — это те же зависимости, но при быстрых изменениях параметров режима. Динамические характеристики соответствуют переходным режимам и учитывают скорость изменения их параметров.



Статические характеристики нагрузки $P, Q = f(u)$.

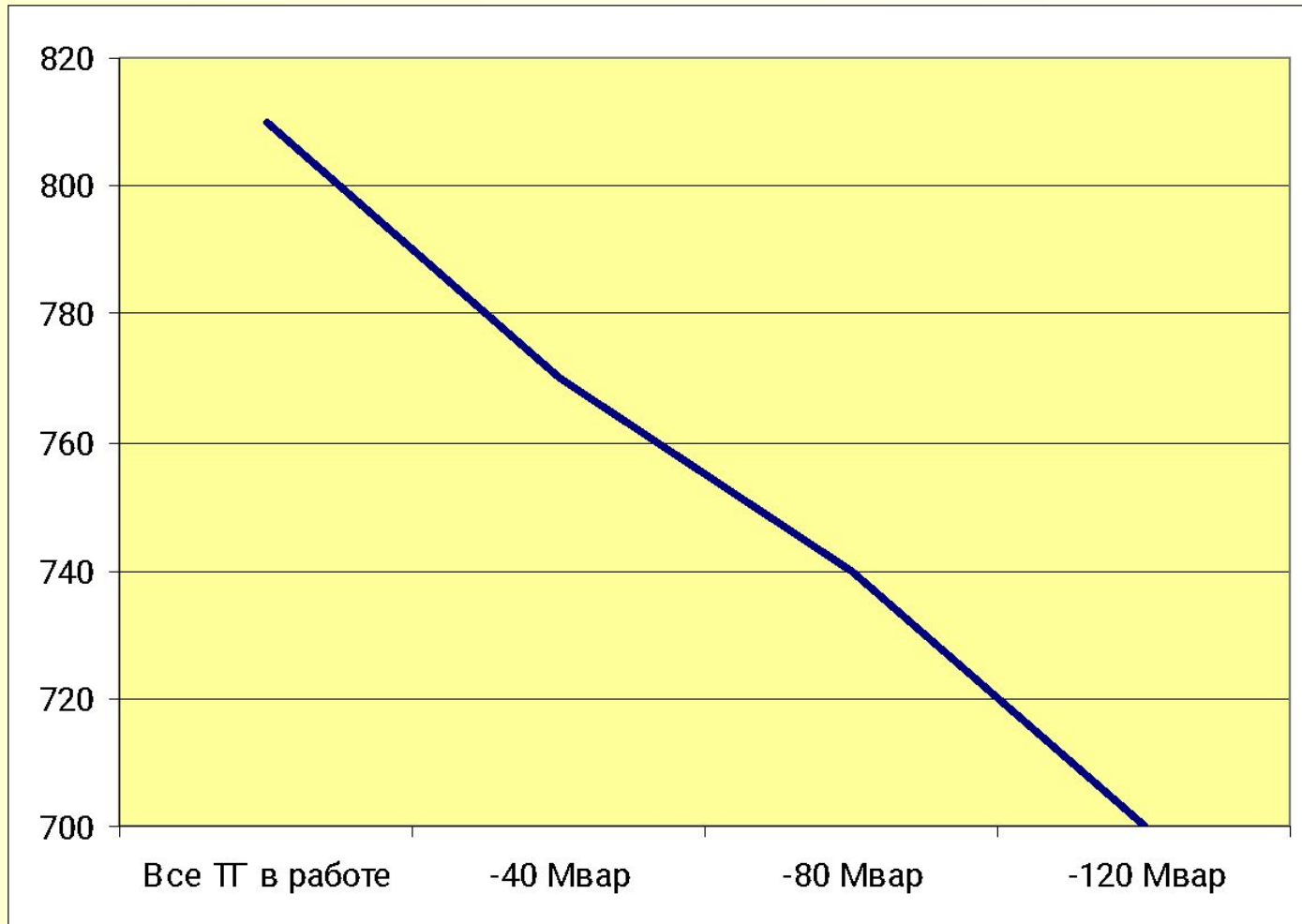
- При снижении напряжения ниже критического $U_{кр}$ происходит рост реактивной нагрузки потребителей, что в свою очередь приведет к росту потерь напряжения ΔU и дальнейшему снижению напряжения.
- Это явление называется *лавинной напряжением*.
- Основной причиной развития лавины напряжения является “опрокидывание” двигателей.

- “Опрокидывание” асинхронных двигателей выражается в снижении скорости асинхронных двигателей и увеличении потребляемой ими реактивной мощности, напряжение при этом снижается.
- При не контролируемом развитии процесса двигатель остановится, а напряжение снизится еще больше.

$$K_u = (U - U_{кр}) / U$$

Режим, переток в сечении	Минимальные коэффициенты запаса по напряжению
Нормальный	0,15
Утяжеленный	0,15
Вынужденный	0,1

Зависимость МДП в СБУ от генерации реактивной мощности



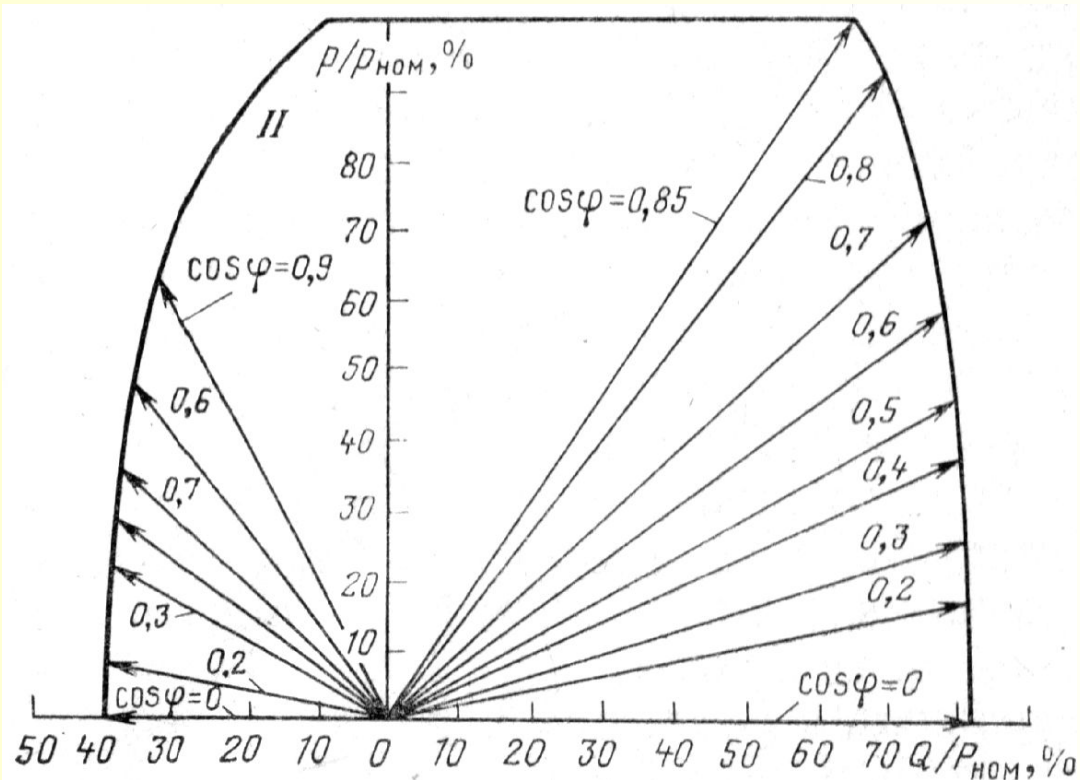
Регулирование напряжения - текущее изменение параметров системы (напряжения, коэффициента трансформации и потерь напряжения), выполняемое в целях обеспечения желательного режима напряжения.

Делится на две группы :

- регулирование изменением потерь напряжения в элементах сети
- регулирование напряжения изменением баланса реактивной мощности в узле (возбуждение генераторов, изменение коэффициента трансформации трансформаторов, статические компенсирующие устройства)

Синхронный генератор

- Предназначены прежде всего для выработки реактивной мощности, в меньшей степени для потребления;
- Выработка и потребление реактивной мощности возможна в пределах нагрузочной характеристики турбогенератора.



Синхронный компенсатор

- Представляет собой обыкновенный синхронный двигатель без механической нагрузки на валу
- Предназначен для потребления и выдачи реактивной мощности

Статические компенсирующие устройства

- Батареи конденсаторов
- Шунтирующие реакторы
- Статические тиристорные компенсаторы (СТК)
- Статические компенсаторы реактивной мощности (СТАТКОМ)

Батареи конденсаторов

Преимущества:

- Возможность применения как на низком, так и на высоком напряжении;
- Малые потери активной мощности (0.0025 – 0.005 кВт/кВАр);
- Сравнительно небольшая стоимость

Недостатки:

- Возможность использования только для генерации реактивной мощности;
- Зависимость генерируемой реактивной мощности от напряжения;
- Невозможность плавного регулирования реактивной мощности;
- Чувствительность к искажениям формы кривой питающего напряжения.

Шунтирующие реакторы

- Применяются преимущественно для компенсации зарядной мощности линий высокого класса напряжений (330 кВ и выше) и в некоторых случаях в сетях низких классов напряжения;
- Обычно установленная мощность реактора равняется 60 – 80% зарядной мощности компенсируемой линии электропередачи;
- Необходимо обеспечивать коммутруемость реакторов (исключение – отправной конец длинных ЛЭП высоких классов напряжения)

Статические тиристорные компенсаторы

- Представляет собой некоторую комбинацию конденсаторных батарей и шунтирующих реакторов
- Бывают различных типов:
 - с реактором, управляемым тиристорами;
 - с конденсаторной батареей, коммутируемой тиристорами;
 - с реактором, управляемым тиристором, и конденсаторной батареей, коммутируемой тиристорами.

Статический компенсатор реактивной мощности (СТАТКОМ)

- Основан на новом классе преобразователей – «преобразователей напряжения»
- Появились с внедрением в начале 90-х годов мощных биполярных транзисторов (IGBT), запираемых тиристоров (GTO, GCT, IGCT) и быстродействующих диодов (1 до 6 кВ, отключаемый ток от 1,5 до 4 кА)
- Представляет собой электронный генератор электродвижущей силы промышленной частоты, регулируемой по амплитуде и обеспечивающей как выдачу, так и потребление реактивной мощности

Статический компенсатор реактивной мощности (СТАТКОМ)

- установки более компактные и дешевые чем обычные СТК (одно и то же оборудование используется и для генерирования и для потребления реактивной мощности);
- характеризуются более высокой скоростью управления, нежели СТК (время перехода от максимальной выдачи реактивной мощности к максимальному потреблению составляет всего полпериода основной частоты)

Регулирование напряжений в энергосистеме – одна из первоочередных задач.

- ***Увеличение пропускной способности сети.***
- ***Повышение устойчивости.***
- ***Снижение потерь.***

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!