

**Министерство Образования и Науки Республики Казахстан  
Карагандинский Государственный Технический Университет**

**Кафедра:ЭС**

**Предмет:Электроэнергетика  
Тема: «Влияние качества электрической  
энергии на работу электроприемников»**

**Проверила:Бражанова Д.К  
Выполнил: Сырбаев Н.М  
Группа: ЭЭ-16-3к**

2018

# Нормы качества электроэнергии

Под качеством электроэнергии понимается совокупность свойств электроэнергии, обуславливающие ее пригодность для нормальной работы электроприемников в соответствии с их назначением при расчетной работоспособности.

# Классификация норм качества электроэнергии

- Нормы на предельные уровни искажений, вносимые отдельными электроприемниками в сеть.
- Нормы на предельные уровни искажений, вносимые потребителями в сеть.
- Нормы на качество электроэнергии, поставляемой энергосистемой потребителям.
- Нормы на предельные уровни искажений, на зажимах электроприемников в сеть.

ГОСТ 13109-87 "Электрическая энергия" – требования качества электрической энергии в электрических сетях общего назначения.

I-я группа используется при конструировании электроприемников.

II и III группы устанавливаются на границы балансовой принадлежности между электрическими сетями, между энергосистемой и потребителем. По этим нормам устанавливаются скидки и надбавки к тарифам на электроэнергию.

IV группа используется для защиты электроприемника от помех.

# Показатели, характеризующие качество электроэнергии

1. Напряжение – отклонение  $\Delta U$ , размах колебаний  $\delta U$ .
2. Частота – отклонение частоты  $\Delta f$ , размах колебаний  $\delta f$ .
3. Коэффициент обратной последовательности  $E_2$
4. Коэффициент несинусоидальности  $K_{нс}$ .

$$\Delta U = U_1 - U_2 = U_n - U_c,$$

$$\Delta U = \frac{U_n - U_c}{U_n} 100\%$$

Для основной массы электроприемников отклонение напряжения  $\Delta U = \pm 5\%$ , максимально допускаются  $10\%$  в установившихся режимах.

$\Delta U$  – относительно медленные изменения со скоростью не более  $10\%$  в секунду.

Колебания напряжения – изменение напряжения со скоростью более  $10\%$  в секунду.

Размах колебаний напряжения наибольшее влияние оказывает на лампы накаливания.

# Коэффициент несинусоидальности

Коэффициент несинусоидальности определяет наличие высших гармоник в кривой напряжения.

$$K_{нс} = \frac{\sqrt{\sum_{j=2}^n U_j^2}}{U_n} 100\%$$

где  $U_j$  – амплитуда  $j$ -й гармоники.

В процентах этот коэффициент может быть рассчитан для анализа отдельных гармоник.

# Коэффициент обратной последовательности

$$E_2 = \frac{U_2}{U_H} 100\%$$

где  $U_2$  – напряжение обратной последовательности.

Напряжение обратной последовательности определяет наличие несимметрии напряжения сети  $\implies$  появляются перетоки токов обратной последовательности.

$E_2 \leq 2\%$ ,  $K_{нс} \leq 5\%$  – если они превышают эти величины, то необходимы мероприятия по их снижению.

# Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников

Самым массовым в промышленности является АД.

## Асинхронный двигатель

Происходит увеличение потерь активной мощности, т.к.  $S = \downarrow UI \uparrow$ .

Увеличение тока ведет к увеличению потерь в обмотках статора.

Увеличение потерь реактивной мощности по той же причине.

Изменение скорости АД.  $\omega \sim U^2$ . При больших изменениях происходит "опрокидывание" АД.

## Синхронные двигатели

Имеют место все последствия для АД, и еще уменьшается компенсирующая способность по реактивной мощности.

## Осветительные установки

Лампы накаливания.

При снижении напряжения резко падает световой поток, при этом относительная освещенность определяется

$$F_0 = \frac{F}{F_H} = \left( \frac{U}{U_H} \right)^{3,6}$$

где  $F$  – освещенность в данный момент времени;  $F_H$  – номинальная освещенность.

Относительный срок службы лампы

$$T_0 \frac{T}{T_H} = \left( \frac{U}{U_H} \right)^{-1,4}$$

## Газоразрядные лампы

Для этих ламп изменение напряжения до 7% не меняет режима работы лампы. При дальнейшем снижении разряд в лампе прекращается.

## Электротехнологические установки

Здесь сам электрический ток совершает работу – сварочные агрегаты, плавка металла. При изменении напряжения снижается производительность установок вплоть до появления брака.

## Способы регулирования напряжения

Они рассматриваются по отношению к центру электрической сети.

1. Изменение напряжения в центре питания (центр питания – ППЭ, где стоит трансформатор, который регулирует это напряжение). В центре питания в 99,9% случаев используют РПН.
2. Изменение потоков реактивной мощности по сети.  
Через трансформаторы ГПП реактивную мощность пропускать нельзя.

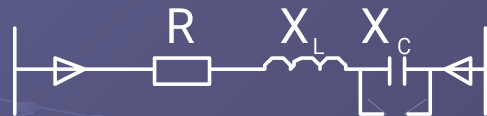
Режимы, которые возможны при эксплуатации, могут возникать из-за неправильного использования нагрузки --> перетоки реактивной мощности --> потери --> изменение напряжения. Нужен правильный расчет источников реактивной мощности.





Изменение коэффициента трансформации трансформаторов.

Регулирование напряжения с помощью линейного регулятора. В его качестве рассматриваются БСК при их продольном включении.



Линейные регуляторы используются для регулирования напряжения в сетях, питающих нагрузку с резким изменением потребляемой мощности – прокатные станы. Происходит резкий наброс нагрузки, возрастает ток, срабатывает токовая отсечка.

### Достоинства БСК продольной компенсации

- Производится регулирование не только напряжения, но и размаха колебания напряжения.
- Регулирующий эффект в 4-6 раз больше, чем при поперечной компенсации.
- БСК устанавливается на напряжение ниже напряжения электрической сети.

### Недостатки:

- Могут возникать субгармоники при пуске АД, т.е. при пуске АД изменение состояния среды зависит от частоты. Если двигатель запускается поэтапно, или двигатель при снижении напряжения восстанавливает его, то возникают субгармоники --> если они совпадают, то двигатель может сгореть.
- При протекании токов КЗ могут возникать недопустимо высокие напряжения – если ток большой, то конденсатор будет заряжаться – возможны изменения напряжения.

# Определение пределов регулирования напряжения в ППЭ

1. Изменение напряжения в ППЭ – централизованное регулирование.
2. Использование технических средств, для регулирования напряжения в отдельных частях системы – местное регулирование.

Централизованное регулирование бывает в основном согласованным или встречным.

Согласованное – происходит во всех элементах сети одновременно.

Когда централизованного регулирования недостаточно, происходит местное регулирование, оно может быть согласованным и встречным.

Согласованное регулирование имеет место тогда, когда требуется снизить напряжение в одном электроприемнике → снижают в другом элементе сети.

Встречный способ – эти способы должны быть жестко между собой увязаны.

Регулирование напряжения осуществляется отдельно для режимов максимальной и минимальной нагрузок. Для каждого режима – свои понятия регулирования. Если в режиме максимальных нагрузок обычно напряжение регулируют в сторону увеличения, то в минимальном режиме – в стороны уменьшения количества обмоток. Регулировка в обоих случаях осуществляется на интервале  $U_{\max} > U > U_{\min}$ .

Диапазоны регулирования  $d = U_{\max} - U_{\min}$ .

# Основные требования, необходимые для обеспечения режима напряжения у ЭП.

- Со стороны питающей сети к входным зажимам понижающих трансформаторов должно быть подано напряжение, находящееся в допустимых пределах.
- Автоматический регулятор РПН понижающих трансформаторов должен иметь специально выбранные уставки, применительно условий рассматриваемой сети.
- В распределительной сети потери напряжения должны быть в допустимых пределах.