

## Лекция № 11. Отклонения напряжения

*Отклонение напряжения* – отличие фактического напряжения в установившемся режиме работы системы электроснабжения от его номинального значения.

Отклонение напряжения в той или иной точке сети происходит под воздействием изменения нагрузки в соответствии с её графиком.

Отклонения напряжения от номинальных значений происходят из-за суточных, сезонных и технологических изменений электрической нагрузки потребителей; изменения мощности компенсирующих устройств; регулирования напряжения генераторами электростанций и на подстанциях энергосистем; изменения схемы и параметров электрических сетей.

Отклонение напряжения определяется разностью между действующим  $U$  и номинальным значениями напряжения  $U_{ном}$ , В [4,8]:

$$\delta U = U - U_{ном}$$

или, %

$$\delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\%.$$

Установившееся отклонение напряжения  $dU_y$  равно, %:

$$\delta U_y = \frac{U_y - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\%.$$

где – установившееся (действующее) значение напряжения за интервал усреднения.

В электрических сетях однофазного тока действующее значение напряжения определяется как значение напряжения основной частоты  $U_{(1)}$  без учета высших гармонических составляющих напряжения, а в электрических

сетях трехфазного тока – как действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты  $U_{1(1)}$ .

Стандартом нормируются отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии. Нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения равны соответственно  $\pm 5$  и  $\pm 10$  % от номинального значения напряжения и в точках общего присоединения потребителей электрической энергии должны быть установлены в договорах энергоснабжения для часов минимума и максимума нагрузок в энергосистеме с учетом необходимости выполнения норм стандарта на выводах приемников электрической энергии в соответствии с нормативными документами.

Влияние отклонения напряжения на работу электрооборудования.

Освещение.

Снижается срок службы ламп освещения. При повышении напряжения на 10% срок службы ламп накаливания снижается в 4 раза. При снижении напряжения на 10% снижается световой поток ламп накаливания на 40 % и люминесцентных ламп на 15 %. При величине снижения напряжения более чем на 10% люминесцентные лампы мерцают, а при снижении более чем на 20% просто не загораются.

Электропривод.

При снижении напряжения на зажимах асинхронного электродвигателя на 15 % момент снижается на 25 %. Двигатель может не запуститься или остановиться. При снижении напряжения увеличивается потребляемый от сети ток, что влечёт разогрев обмоток и снижение срока службы двигателя. При длительной работе на пониженном на 10% напряжении срок службы электродвигателя снижается вдвое. При повышении напряжения на 1 % увеличивается потребляемая двигателем реактивная мощность на 3...7 %. Снижается эффективность работы привода и сети.

Электронная аппаратура и компьютеры.

При снижении напряжения могут возникать сбои в работе, приводящие к потере данных. Нередки отказы блоков питания вследствие повышенного тока потребления при пониженном напряжении и их перегрева при повышенном. В современной электронной технике часто устанавливают специальные блоки, отключающие устройство при отклонении напряжения для предотвращения его выхода из строя. Поэтому многие устройства теряют работоспособность при отклонении напряжения от нормы.

Технологические установки.

При снижении напряжения существенно ухудшается технологический процесс, увеличивается его длительность. Следовательно, увеличивается себестоимость производства. При повышении напряжения снижается срок службы оборудования, повышается вероятность аварий. При значительных отклонениях напряжения происходит срыв технологического процесса.

Снизить отклонение напряжения можно двумя способами: снижением потерь напряжения и регулированием напряжения.

Снижение потерь напряжения достигается:

- выбором сечения проводников линий электропередач по условиям потерь напряжения;
- применением продольной емкостной компенсации реактивного сопротивления линии. Однако это опасно повышением токов короткого замыкания при  $X \rightarrow 0$ ;
- компенсацией реактивной мощности для снижения ее передачи по электросетям, с помощью конденсаторных установок и синхронных электродвигателей, работающих в режиме перевозбуждения.

Кроме снижения потерь напряжения, компенсация реактивной мощности является эффективным мероприятием энергосбережения, обеспечивающим снижение потерь электроэнергии в электрических сетях.

Регулирование напряжения  $U$ :

- в центре питания регулирование напряжения осуществляется с помощью трансформаторов, оснащенных устройством автоматического

регулирования коэффициента трансформации в зависимости от величины нагрузки – регулирование под нагрузкой (РПН). Такими устройствами оснащены ~ 10 % трансформаторов. Диапазон регулирования  $\pm 16\%$  с дискретностью 1,78 %;

- напряжение может регулироваться на промежуточных трансформаторных подстанциях с помощью трансформаторов, оснащённых устройством переключения отпаяк на обмотках с различными коэффициентами трансформации – переключение без возбуждения (ПБВ), т.е. с отключением от сети. Диапазон регулирования  $\pm 5\%$  с дискретностью 2,5%.

Ответственность за поддержание напряжения в пределах, установленных ГОСТ 13109-97, возлагается на энергоснабжающую организацию.

ГОСТ 13109-97 устанавливает допустимые значения установившегося отклонения напряжения на зажимах электроприемника. А пределы изменения напряжения в точке присоединения потребителя должны рассчитываться с учетом падения напряжения от этой точки до электроприемника и указываться в договоре энергоснабжения.