

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ

Нурмухаметов Артем Игоревич

студент, Самарский государственный технический университет, РФ, г. Самара

VOLTAGE QUALITY IMPROVEMENT

Artem Nurmuhametov

Student of SamSTU, Russia, Samara

Аннотация. В данной публикации рассмотрены основные показатели качества напряжения, их влияние на работу электроприборов потребителей, а также способы повышения качества напряжения.

Abstract. This publication discusses the main indicators of voltage quality, their impact on the operation of consumer electrical appliances, as well as ways to improve the quality of voltage.

Ключевые слова: качество электроэнергии, показатели качества напряжения.

Keywords: electricity quality, voltage quality indicators.

Введение

Качество напряжения питающей сети напрямую влияет на работу электрооборудования потребителей. При передаче электроэнергии низкого качества электроприемники могут работать некорректно и даже выйти из строя. Для недопущения этого, к подводимому напряжению предъявляются нормы, которые должны соблюдаться в допустимых пределах. Соблюдение этих норм и характеризует качество электрической энергии.

Основные показатели качества напряжения

1. Отклонение напряжения. Данный критерий является одним из основных и часто встречаемых. По различным причинам подводимое напряжение может отличаться от номинального. Этот показатель принято оценивать по коэффициенту, характеризующему отношение установившегося отклонения к номинальной величине:

$$V = \frac{U - U_{\text{н}}}{U_{\text{н}}} * 100\%$$

где U – фактическое значение напряжения;

U_H – номинальное значение напряжения.

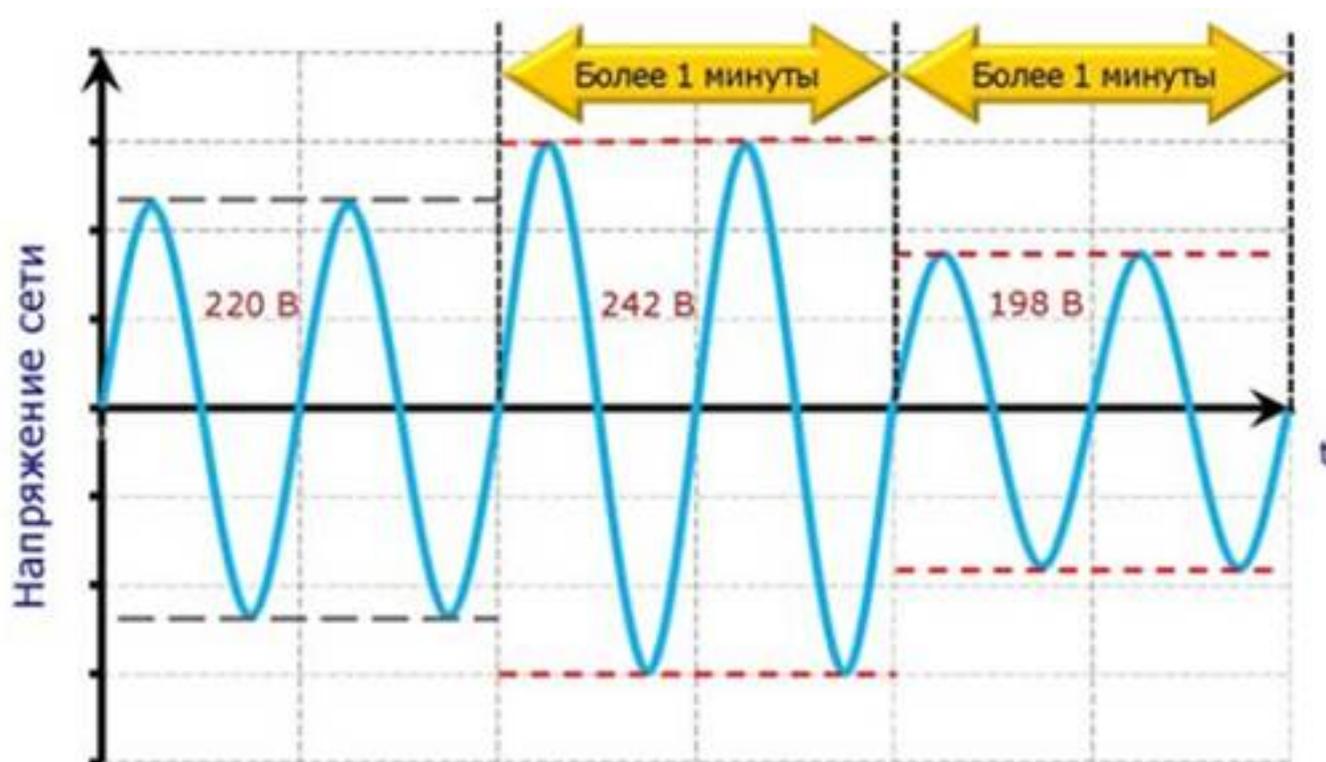


Рисунок 1. Диаграмма отклонения напряжения

Допустимыми отклонениями напряжения являются:

- -2,5 - +5 % для приборов освещения;
- -5 - +10 % для электродвигателей;
- -5 - +5 % для остального оборудования.

На предприятиях наиболее распространёнными электроприёмниками являются асинхронные двигатели. При отклонении напряжения питающей сети, активная мощность на валу двигателя остаётся неизменной, но меняются потери активной мощности. Реактивная мощность при этом существенно меняется, что сокращает срок службы электродвигателя.

Для предотвращения появления отклонений напряжения предусмотрены следующие меры:

- правильный выбор напряжений внутризаводской сети;
- компенсация реактивной мощности потребителя;
- использование устройств регулирования напряжения.

2. Колебания напряжения. Возникают в результате работы сварочных агрегатов, выпрямительных установок, пусков электродвигателей и прочее. Данный параметр характеризует временные отклонения амплитуды колебаний при относительно быстром изменении напряжения. Оценивается размахом изменения напряжения:

$$\Delta V = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_H} * 100\%$$

где

U_{max} - максимальное действующее значение напряжения;

U_{min} - минимальное действующее значение напряжения;

U_H - номинальное значение напряжения.

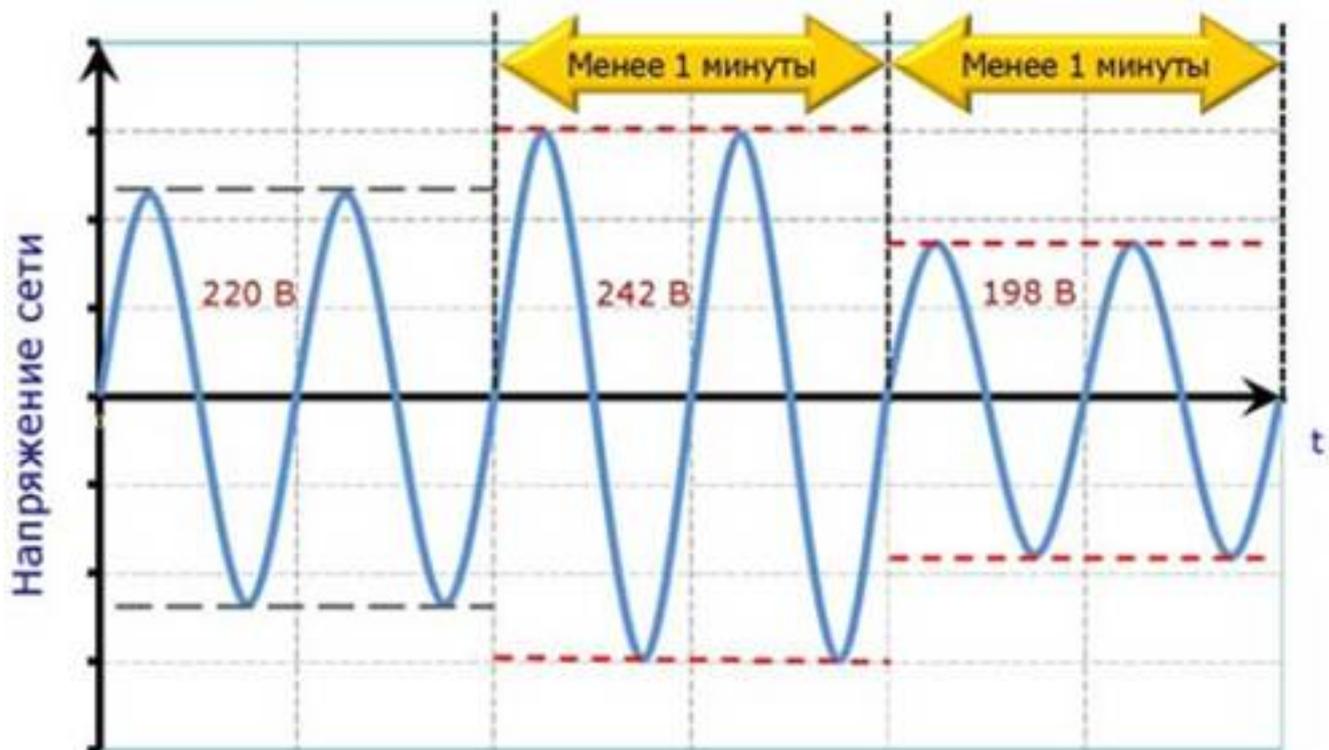


Рисунок 2. Диаграмма колебания напряжения

Колебания напряжения особенно негативно сказываются на работе осветительных приборов. Это проявляется в мигании ламп - фликер.

При колебаниях напряжения в цехах со сварочными установками наблюдается снижение качества сварного шва, так как из-за колебаний напряжения дуга горит нестабильно. Также при колебаниях напряжения более 20% имеют место быть отключения магнитных пускателей работающих электродвигателей.

Уменьшить колебания напряжения можно за счёт продольной компенсации, снижая тем самым сопротивления питающей сети, приближением приёмников с резкопеременной нагрузкой ближе к источникам питания и другое.

3. Провал напряжения. Этот параметр характеризует значительное снижение напряжение (более 10% от номинального).

Провал напряжения оценивается глубиной провала напряжения и длительностью этого «провала».

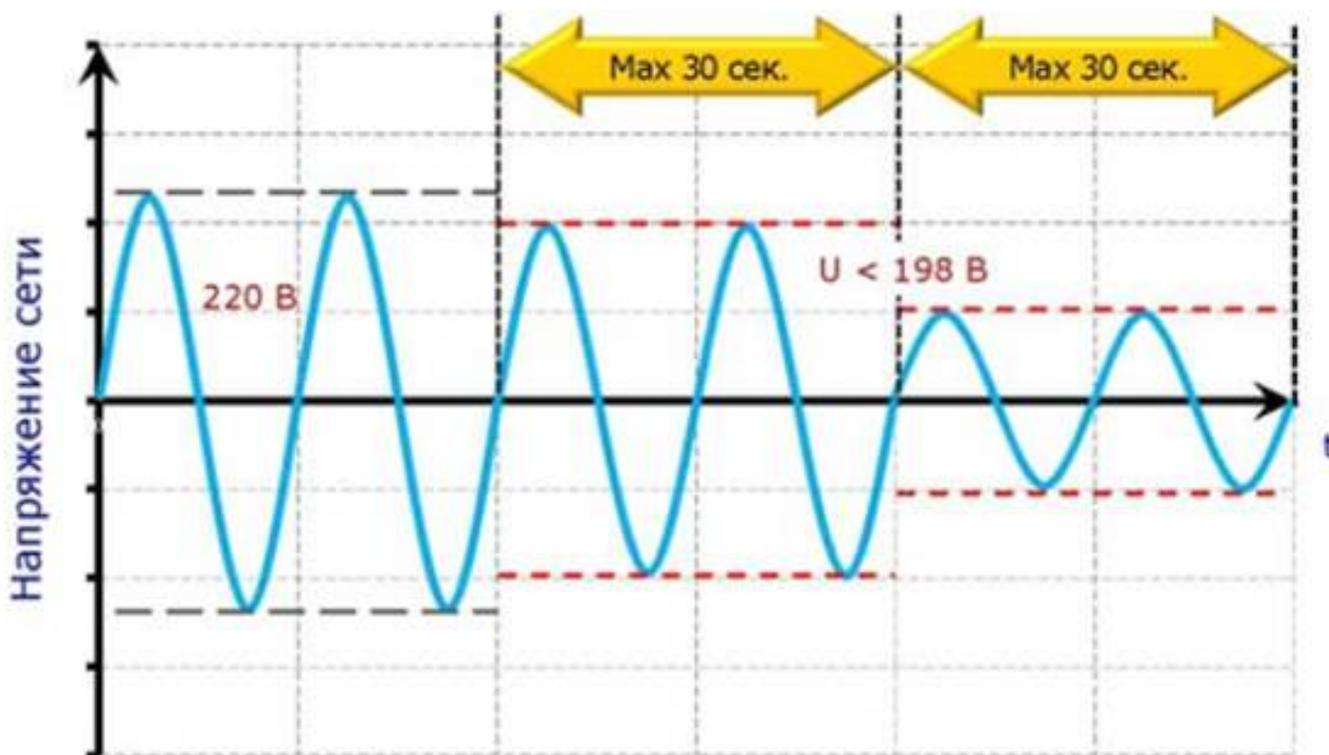


Рисунок 3. Диаграмма провала напряжения

По этому критерию можно судить не только о качестве, но о и надежности электроснабжения. Провал напряжения с минимальной продолжительностью по времени может не вызывать сбоев в работе электрооборудования. При длительном же «провале» велика вероятность отключения оборудования с электрическими или электронными схемами управления, а также возрастает реактивная составляющая электродвигателей, что приводит к снижению коэффициента мощности. В связи с тем, что провалы напряжения случайны, их нормирование не предусмотрено.

4. Перенапряжение. Этот показатель характеризует возрастание амплитуды колебаний напряжения, что приводит к перегреву кабелей и разрушению изоляции.

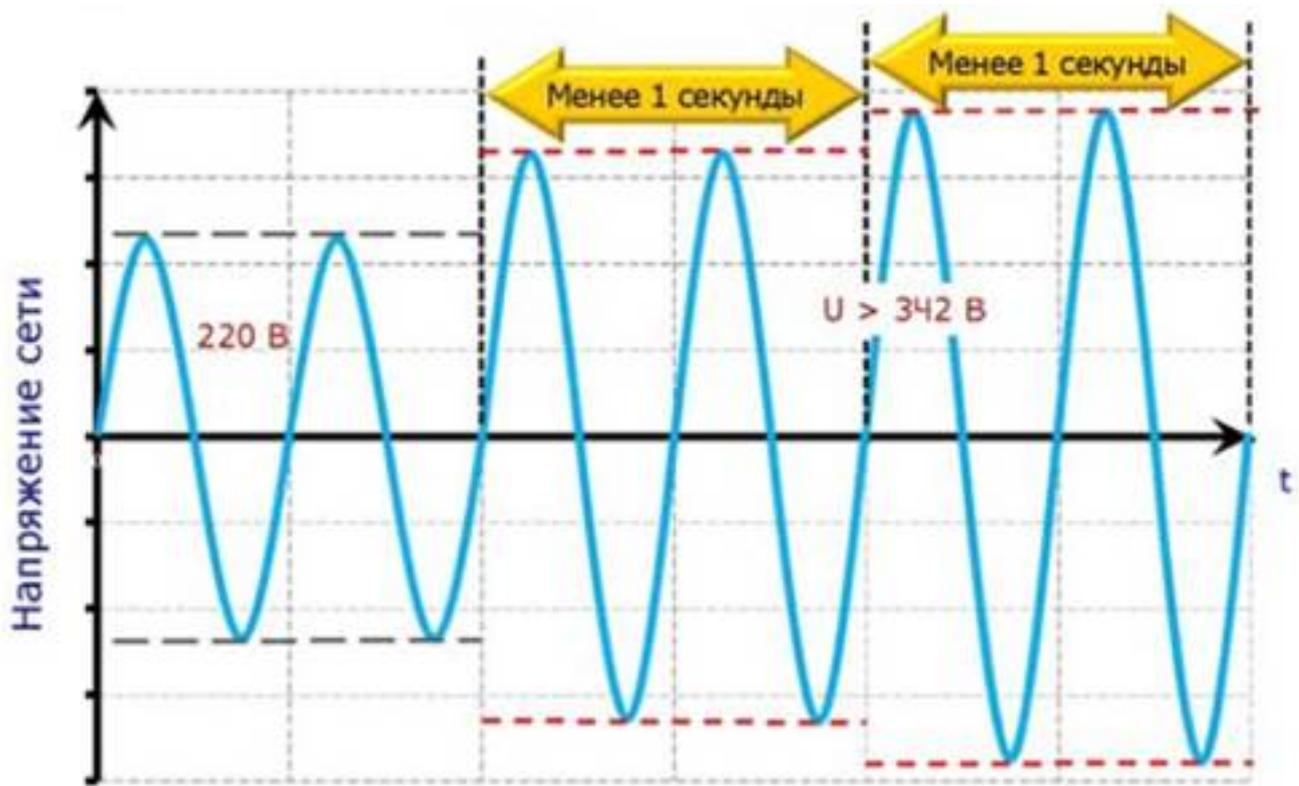


Рисунок 4. Диаграмма перенапряжения

5. Несимметрия напряжений в трёхфазной системе. Для её оценки используется коэффициенты нулевой K_0 и обратной последовательности $K_{оп}$:

$$K_0 = \frac{U_0}{U_{ном}} * 100\%$$

$$K_{оп} = \frac{U_{оп}}{U_{ном}} * 100\%$$

где

U_0 - напряжение нулевой последовательности;

$U_{оп}$ - напряжение обратной последовательности;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение.

Причиной появления несимметрии в трёхфазной системе могут являться как нормальные режимы работы оборудования, например при неправильном распределении однофазных электроприемников между фазами, так и аварийные режимы, например, обрыв нейтрали или однофазное замыкание на землю.

Различают длительные и кратковременные несимметричные режимы. Кратковременные связаны с аварийными процессами, а длительные – могут быть вызваны как аварийными процессами, так и подключением мощных однофазных нагрузок.

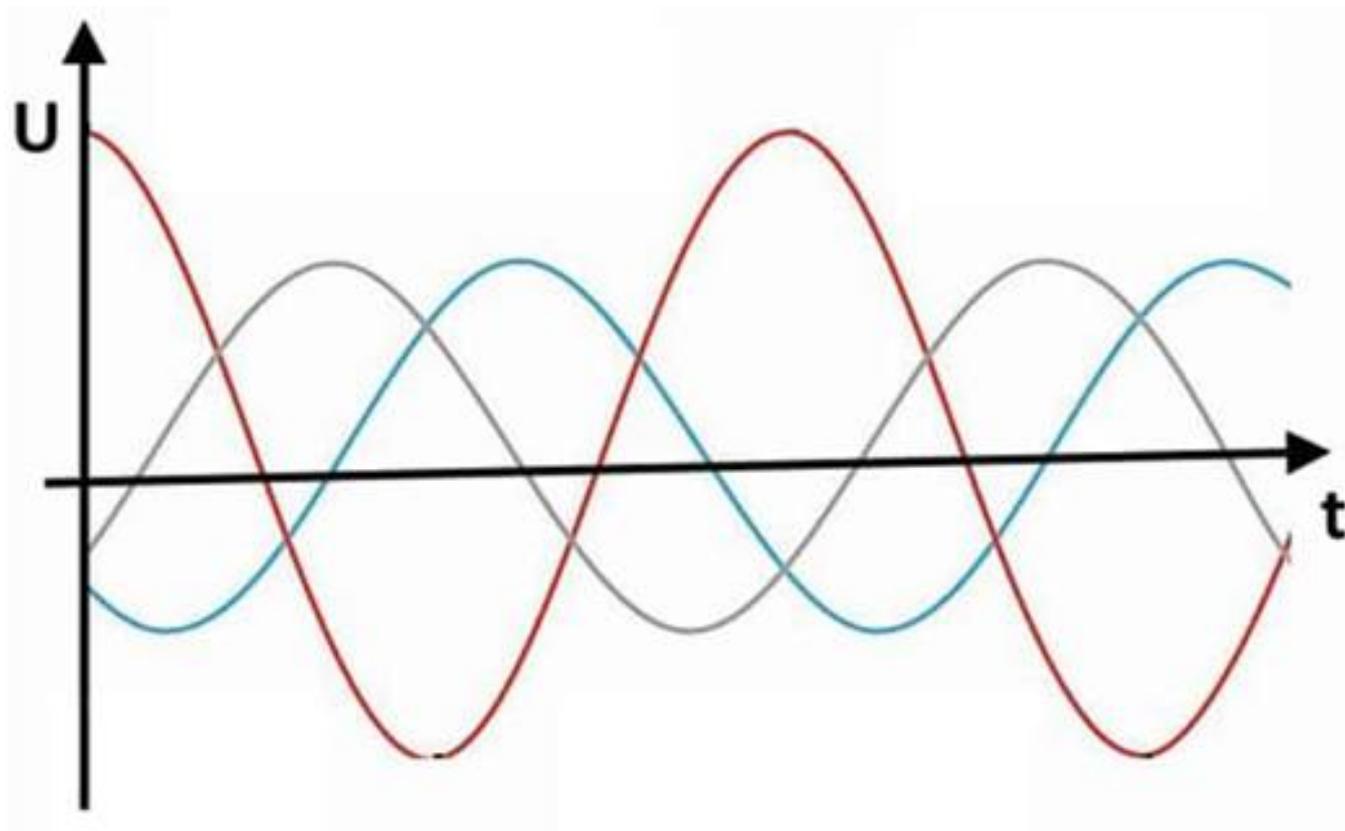


Рисунок 5. Диаграмма несимметрии напряжений

Способы повышения качества напряжения

Для повышения качества напряжения в питающей сети необходимо внедрять в структуру систем энергоснабжения следующие устройства:

- Устройство компенсации реактивной мощности. Оно необходимо для уменьшения реактивного сопротивления кабелей.
- Силовые трансформаторы с возможностью регулировки под нагрузкой. Благодаря РПН возможно регулировать уровень напряжения в сети без вывода трансформатора в ремонт.
- Синхронные компенсаторы. Устанавливаются на силовых подстанциях для поддержания баланса реактивной мощности.
- Установка конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности совместно с фильтрокомпенсирующими устройствами.

Заключение

Высококачественная электроэнергия необходима для устойчивой работы электрооборудования. Вовремя проведенная диагностика и применение оборудования, улучшающего качество напряжения питающей сети, повышает производительность электрооборудования, а также надежность и экономичность системы электроснабжения.

Список литературы:

1. И.И. Карташев «Управление качеством электроэнергии» 2017
2. ГОСТ 13109-97 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения"
3. Белоусов В.Н. «Основные положения порядка сертификации электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» 2007
4. Куско А., Томпсон М. «Качество энергии в электрических сетях» 2008
5. Ананичева С.С., Алексеев А.А., Мызин А.Л. «Качество электроэнергии регулирование напряжения и частоты в энергосистемах» 2012