

Коптяев Иван Викторович

Студент бакалавриата

Конарева Алина Эдуардовна

Студент бакалавриата

Северо-Кавказский Федеральный университет

Аннотация:

В мире наиболее распространены два основных стандарта напряжения и частоты. Один из них – американский стандарт 100 – 127 вольт 60 герц. Другой стандарт – европейский, 220 – 240 вольт 50 герц. Большинство стран приняло один из этих двух стандартов, хотя иногда встречаются переходные или уникальные стандарты. В данной статье представлено сравнение различных характеристик качества электроэнергии стандартов стран ЕС, США и России, а также анализ качества электрической энергии.

The two most common standards in the world are voltage and frequency. One of them is the American standard 100 – 127 volts 60 Hertz. Another standard is European, 220 – 240 volts 50 Hertz. Most countries have adopted one of these two standards, although transitional or unique standards are sometimes found. This article presents a comparison of various characteristics of the quality of electricity standards of the EU, USA and Russia, as well as an analysis of the quality of electrical energy.

Ключевые слова:

Напряжение сети, частота, американский стандарт, европейский стандарт, характеристика сети, качество электрической энергии, закон Джоуля-Ленца, Томас Эдисон

Network voltage, frequency, American standard, European standard, network characteristics, power quality, Joule-Lenz law, Thomas Edison

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ХАРАКТЕРИСТИК СТРАН ЕС, США И РОССИИ

В Российской Федерации в июле 2013 года Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта) было принято решение о введении в действие с 2014 года ряда новых стандартов, регламентирующих требования к контролю качества электроэнергии – ГОСТ 32144-2013. Данный документ является единственным нормативным документом, требованиям которого должна соответствовать электрическая энергия, передаваемая потребителям.

В странах ЕС основной регламентирующий документ для оценки качества напряжения сети – EN50160:2010 («Характеристики напряжения электричества, поставляемого общественными распределительными

сетями»). Нормы EN50160:2010 разработаны как для сетей низкого напряжения – трёхпроводных сетей 230кВ, так и для сетей среднего напряжения 1-35кВ.

Американский стандарт IEEEStd 519 разработан национальным институтом стандартизации ANSI и Институтом инженеров-электриков и электронщиков IEEE.

Рассмотрим основные различия трёх стандартов по характеристикам качества электрической энергии.

Отклонение частоты. Частота – это некая величина, обратная периоду колебания тока, то есть количество полных циклов изменения ЭДС, произошедших за одну секунду. Отклонение частоты — это разность между значением частоты в существующей сети электропитания и значением номинальной частоты.

ГОСТ 32144-2013	EN50160:2010	IEEEStd 519
Нормально допустимые значения +/- 0,2 Гц в течение 95% времени в неделю, предельно допустимые +/- 0,4Гц в течение 100% времени в неделю (за 10 сек.)	Нормально допустимые значения +/- 0,5 Гц в течение 95% времени в неделю, предельно допустимые +2/-3 Гц в течение 100% времени в неделю (за 10 сек.)	4% от величины наименьшего фазного напряжения (+/-2 Гц)

Отклонения частоты отрицательно влияют на работу электронной техники. Пониженная частота в электрической сети влияет и на срок службы оборудования, содержащего элементы со сталью (электродвигатели, трансформаторы, реакторы со стальным магнитопроводом), за счет увеличения тока намагничивания в таких аппаратах и дополнительного нагрева стальных сердечников. Поддержание нормальной частоты, соответствующей требованиям стандарта, является технической, а не научной задачей. Исходя из требований вышеуказанных стандартов, для минимизации последствий отклонений частоты для работы оборудования IEEEStd 519 предполагает необходимость использования потребителями электроиндукционных частотных преобразователей, в которых, например, асинхронный двигатель с фазным ротором работает частично в режиме генератора.

Отклонение напряжения. Отклонение напряжения – это изменение амплитуды длительностью более 1 минуты.

ГОСТ 32144-2013	EN50160:2010	IEEEStd 519
Нормально допустимые значения на зажимах ЭП +/- 5% номинального напряжения, предельно допустимые +/- 10%	Нормально допустимые значения +/- 10% номинального в течение 100% времени в неделю (10 мин.)	Нормально допустимые значения +/- 10% номинального

Важность защиты электрической сети и приборов в электрической сети от воздействия больших перепадов напряжения трудно недооценивать.

Защита от перепадов напряжения в электрической сети может базироваться на применении специальных устройств для защиты от перепадов напряжения – сетевых фильтров. Для защиты сети и потребителей от скачков могут использоваться и стабилизаторы напряжения со встроенной защитой от перепадов напряжения. Устройства защиты от перепадов напряжения могут монтироваться в коммутационные электрические шкафы или включаться непосредственно в розетку. Отдельным способом защиты от перепадов напряжения является использование устройства защиты от скачков, монтируемых внутри электрического прибора.

Быстрые изменения напряжения и доза фликера. Быстрые изменения напряжения – быстро изменяющиеся отклонения напряжения длительностью от полупериода до минуты, которые происходят под воздействием быстро изменяющейся нагрузки сети. Доза фликера – мера восприятия человеком пульсаций светового потока.

ГОСТ 32144-2013	EN50160:2010	IEEEStd 519
<p>Доза фликера: длительная – не более 1,0 в течение 100% времени в неделю, кратковременная – не более 1,38 в течение 100% времени в неделю</p> <p>Провал напряжения. Для сетей низкого напряжения не более 5%, для сетей среднего напряжения – не более 4%</p>	<p>Доза фликера: длительная – не более 1,0 в течение 95% времени в неделю.</p> <p>Провал напряжения. Для сетей низкого напряжения 10-50%, для сетей среднего напряжения – 10-15%</p>	<p>Провал напряжения от 0,5 периода до 1 мин.</p>

Изменения напряжения, усугублённые резкопеременным характером, ещё более снижают эффективность работы и срок службы оборудования. Вызывают брак продукции. Способствуют отключению автоматических систем управления и повреждению оборудования. Так, например, изменения амплитуды и, в большей мере фазы напряжения вызывают вибрации электродвигателей, приводных механизмов и систем. Это ведёт к снижению срока их службы. А при размахах изменений напряжения более 15 % могут отключаться магнитные пускатели и реле.

Не менее опасна вызываемая быстрыми изменениями напряжения пульсация светового потока ламп освещения. Её восприятие человеком – фликер – утомляет, снижает производительность труда и в конечном счёте влияет на здоровье людей.

Коэффициент искажения синусоидальности кривой искажения. Несинусоидальность напряжения – это искажение синусоидальной формы кривой напряжения. Главной причиной искажений являются электроприемники с нелинейной вольтамперной характеристикой – электродуговые сталеплавильные печи, вентильные преобразователи,

установки дуговой и контактной сварки, преобразователи частоты, индукционные печи, электронные технические средства (телевизионные приемники, компьютеры), газоразрядные лампы и др. Электронные приемники электроэнергии и газоразрядные лампы создают при своей работе невысокий уровень гармонических искажений на выходе, но из-за большого их количества могут значительно влиять на рассматриваемый показатель.

ГОСТ 32144-2013	EN50160:2010	IEEEStd 519
До 8% в течение 95% в неделю	До 8% в течение 95% в неделю	До 8% в течение 95% в неделю

Несинусоидальность влияет на рост потерь в электрических машинах, вибрации; нарушение работы автоматики защиты; увеличение погрешностей измерительной аппаратуры; отключение чувствительных ЭПУ.

Кратковременные перерывы питания или резкие снижения напряжения на шинах электроустановок, вызванные переходом на резервное питание, короткими замыканиями и другими причинами, приводят к уменьшению частоты вращения подключенных электродвигателей или даже их полной остановке. Однако двигатели ответственных рабочих машин в этих условиях не отключают от сети, и после устранения причины, вызвавшей нарушение электроснабжения, происходит одновременный разбег этих электродвигателей в условиях пониженного напряжения на шинах вследствие значительного падения напряжения в трансформаторах и других элементах, включенных между источником электроэнергии и шинами, от пусковых токов.

ГОСТ 32144-2013	EN50160:2010	IEEEStd 519
Для сетей от нескольких десятков до нескольких сотен в год. Длительные прерывания более 3 минут, и кратковременные – менее 3 минут	Для сетей низкого и среднего напряжения (до 3 минут) от нескольких десятков до нескольких сотен в год, продолжительностью 70% из них – не более 1 сек.	Малой длительности – 0,5-30 периодов, средней длительности – от 30 периодов до 2 сек., большой длительности – от 2 сек. До 2 мин., продолжительные – более 2 мин.

Коэффициент несимметрии напряжения. Несимметрия напряжения – это несимметрия трёхфазной системы напряжений. Характеризуется коэффициентом обратной и нулевой последовательности. Несимметрия напряжений происходит только в трёхфазной сети под воздействием неравномерного распределения нагрузок по её фазам.

ГОСТ 32144-2013	EN50160:2010	IEEEStd 519
По обратной и нулевой последовательности – 2% в течение 95% времени в неделю в интервале 10 мин. По	Нормируется только коэффициент несимметрии по обратной последовательности –	Коэффициент несимметрии по обратной последовательности – 2%.

обратной и нулевой последовательности – 4% в течение времени в неделю в интервале 10 мин.	2% в течение 95% времени в неделю	
---	-----------------------------------	--

Влияние несимметрии напряжений на работу электрооборудования заключается в следующем:

- в электрических сетях возрастают потери ЭЭ от дополнительных потерь в нулевом проводе;
- однофазные, двухфазные потребители и разные фазы трёхфазных потребителей ЭЭ работают на различных не номинальных напряжениях, что вызывает те же последствия, как при отклонении напряжения;
- в ЭД, кроме отрицательного влияния не несимметричных напряжений, возникают магнитные поля, вращающиеся встречно вращению ротора;
- общее влияние несимметрии напряжений на электрические машины, включая трансформаторы, выливается в значительное снижение срока их службы.

При сравнении трёх стандартов, регулирующих показатели качества электрической энергии можно сделать вывод о том, что ГОСТ 32144-2013 и EN50160:2010 предъявляют более жёсткие требования к электроэнергии, передаваемой потребителям. При этом накладываются на поставщиков обязательства по разработке и внедрению предупреждающих действий аварийных ситуаций и превышению предельно допустимых значений показателей. Тем самым конечный потребитель самостоятельно принимает решение о необходимости установки дополнительного страхующего оборудования для сохранения и увеличения продолжительности работы электрооборудования. Тогда как IEEE Std 519 изначально имеет более ослабленные допуски по предельно допустимым отклонениям, тем самым добровольная установка источников бесперебойного питания, генераторов и прочего переходит в обязательную.

Использованные источники:

1. ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
2. И.И. Карташев, В.Н. Тульский. Управление качеством электроэнергии/ Р.Г Шамонов. Издательский дом МЭИ, 2008.
3. EN 50160:2010 “Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks”
4. IEE Std 5190-1993 IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control In Electrical Power Systems
5. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. 3-е изд., перераб. и доп. М: Энергоатомиздат, 2000. 252 с.