

## Свойства электрической энергии.

### Показатели, наиболее вероятные причины и виновники ухудшения КЭ

Свойства электрической энергии	Показатель КЭ	Нормы КЭ		Причина снижения качества	Наиболее вероятные виновники ухудшения КЭ
		Нормально допустимые	Предельно допустимые		
1) Отклонение напряжения	Установившееся отклонение напряжения $\delta U_t$ (%)	$\pm 5$	$\pm 10$	<p>Отклонения напряжения от номинальных значений, происходит из-за суточных, сезонных и технологических изменений электрической нагрузки потребителей, а именно: изменения мощности компенсирующих устройств; регулирования напряжения генераторами электростанций и на подстанциях энергосистем; изменения схемы и параметров электрических сетей.</p> <p><b>Влияние:</b>  <i>недонапряжение</i> – ухудшение пуска, увеличение токов электродвигателей, нарушение изоляции, перегрузка регулируемых выпрямителей, преобразователей и стабилизаторов;  <i>перенапряжение</i> – перерасход электроэнергии, повышение реактивной мощности двигателей, выпрямителей с фазовым регулированием, пробой регулируемых выпрямителей, преобразователей и стабилизаторов.</p>	Энергоснабжающая организация
2) Колебания напряжения	Размах изменения напряжения $\delta U_t$ (%)	-	-	<p>Колебания напряжения вызываются резким изменением нагрузки на рассматриваемом участке электрической сети, например, включением асинхронного двигателя с большой кратностью пускового тока, технологическими установками с быстропеременным режимом работы, сопровождающимися толчками активной и реактивной мощности (приводы реверсивных прокатных станов, дуговые сталеплавильные печи, сварочные аппараты и т.д.).</p> <p><b>Влияние:</b> увеличение потерь в сети, утомление зрения, снижение производительности, травматизм, снижение срока службы электронной аппаратуры, выход из строя конденсаторных батарей, неустойчивая работа систем возбуждения синхронных генераторов и двигателей, вибрация аппаратуры. Возможны отпадания контакторов.</p>	Потребитель с переменной нагрузкой
	Доза фликера (относит. ед) Кратковременная $P_{St}$ Длительная $P_{Lt}$	-	1,38; 1,0 1,0; 0,74	<p>Колебания напряжения характеризуется двумя показателями: размахом изменения напряжения и дозой фликера.</p> <p>Предельно допустимое значение суммы отклонения напряжения и размаха напряжения в электрических сетях 0,38 кВ равно <math>\pm 10\%</math> от</p>	

				<p>номинального напряжения.</p> <p>Доза фликера это мера восприимчивости человека к воздействию колебаний светового потока, вызванных колебаниями напряжения в сети за определенный промежуток времени.</p> <p>ГОСТом устанавливаются две характеристики Pt: кратковременная (время наблюдения 10 мин.) и длительная (2 час.).</p> <p>Предельно допустимые значения Pt отражены в табл. 1.</p>	
3) Несинусоидальность напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения $K_U$ (%)	-	-	<p>В процессе выработки, преобразования, распределения и потребления электроэнергии имеют место искажения формы синусоидальных токов и напряжений. Источниками искажений являются синхронные генераторы эл.станций, силовые трансформаторы, работающие при повышенном значении магнитной индукции в сердечнике (при повышенном напряжении на их выводах), преобразовательные устройства переменного тока в постоянный и электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками (или нелинейные нагрузки).</p> <p>Искажения, создаваемые синхронными генераторами и силовыми трансформаторами, малы и не оказывают существенное влияние на систему электроснабжения и на работу электроприемников. Главной причиной искажений являются вентильные преобразователи, электродуговые сталеплавильные и рудотермические печи, установки дуговой и контактной сварки, преобразователи частоты, индукционные печи, ряд электронных технических средств (телевизоры, ПЭВМ), газоразрядные лампы и др. Электронные приемники и газоразрядные лампы при работе создают невысокий уровень гармонических искажений, но т.к. таких электроприемников много, их общее влияние велико.</p> <p><b>Влияние:</b> рост потерь в электрических машинах, вибрации, нарушение работы автоматики защиты, увеличение погрешностей измерительной аппаратуры.</p> <p>Несинусоидальность напряжения характеризуется следующими показателями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения <math>K_{искп}</math> (табл. 2);</li> <li>- коэффициентом n-ой гармонической составляющей напряжения - <math>K_u(n)</math> (табл. 3)</li> </ul>	Потребитель с нелинейной нагрузкой
	Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ (%)	-	-		
4) Несимметрия					Потребитель с несимметричной нагрузкой

<p>трехфазной системы напряжений</p>	<p>Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности <math>K_{2U}</math> (%)</p> <p>Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности <math>K_{0U}</math> (%)</p>			<p>Наиболее распространенными источниками несимметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения являются такие потребители эл.энергии, симметричное многофазное исполнение которых или невозможно, или нецелесообразно по технико-экономическим соображениям. К таким установкам относятся индукционные и дуговые электрические печи, тяговые нагрузки железных дорог, тяговые подстанции троллейбусов и трамваев, электросварочные агрегаты, специальные однофазные нагрузки, осветительные установки и т.д.</p> <p><b>Влияние:</b> дополнительный нагрев электродвигателей, увеличение суммарных потерь, перегрев нулевых проводников, возможность пожара, увеличение сопротивлений заземляющих устройств, увеличение пульсаций выпрямленных напряжений, нарушение управления тиристорных преобразователей, некачественная компенсация реактивной мощности конденсаторными установками.</p> <p>Несимметричные режимы напряжений в электрических сетях имеют место также в аварийных ситуациях при обрыве фазы, рабочего нуля или несимметричных коротких замыканиях.</p> <p>Несимметрия напряжений характеризуется следующими показателями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности (<math>K_{2U}</math>).</li> </ul> <p>Нормально допустимое и предельно допустимое значения <math>K_{2U}</math> равны соответственно 2,0% и 4,0%.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности (<math>K_{0U}</math>).</li> </ul> <p>Нормированные значения <math>K_{0U}</math> в точке общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 0,38 кВ также равны 2,0% и 4,0%.</p>	
<p>5) Отклонение частоты</p>	<p>Отклонение частоты <math>\Delta f</math> (Гц)</p>	<p><math>\pm 0,2</math></p>	<p><math>\pm 0,4</math></p>	<p>Отклонения частоты – разность между действительным и номинальным значениями частоты: <math>\Delta f = f - f_{ном}</math>. <b>Влияние:</b> снижение производительности электроприводов, снижение сроков службы электрических машин, искажения телевизионного изображения.</p> <p>Стандартом устанавливаются нормально и предельно допустимые значения отклонения частоты, равные <math>\pm 0,2</math> Гц и <math>\pm 0,4</math> Гц соответственно.</p>	<p>Энергоснабжающая организация</p>
<p>6) Провал напряжения</p>	<p>Длительность провала напряжения <math>\Delta t_n</math> (с)</p>	<p>-</p>	<p>30</p>	<p>К провалам напряжения относится внезапное значительное изменение напряжения ниже уровня 0,9 <math>U_{ном}</math>, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему</p>	<p>Энергоснабжающая организация</p>

				<p>уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких секунд. Причина – электромагнитные переходные процессы при коротких замыканиях, коммутации электрооборудования, обрыв нулевого провода.</p> <p><b>Влияние:</b> отключение оборудования при провалах, выход из строя при ухудшающихся условиях работы, пробой и выход из строя оборудования, возможно поражение электрическим током персонала на защищенных установках.</p> <p>Характеристикой провала напряжения является его длительность и глубина провала.</p> <p>Предельно допустимое значение длительности провала напряжения в электрических сетях до 20 кВ включительно равна 30 сек</p>	
7) Импульс напряжения	Импульсное напряжение $U_{имп}$ (кВ)	-	-	<p>Импульс напряжения резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня.</p> <p>Величина искажения напряжения при этом характеризуется показателем импульсного напряжения в вольтах, киловольтах и длительностью фронта импульса не более 5 мс. Величина импульсного напряжения стандартом не нормируется, но по статистике для грозовых и коммутационных импульсов величина напряжения при их длительности 0,5 амплитуды (1000-5000 мкс) может достигать: в сети 0,38 кВ - 4,5 кВ; в сети 6 кВ - 27 кВ; в сети 35 кВ - 148 кВ.</p>	Энергоснабжающая организация
8) Временное перенапряжение	Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$ (относит.ед.)	-	-		Энергоснабжающая организация

Таблица 1.

Место наблюдения	Предельно допустимое значение дозы фликера	
	Кратковременная	Длительная
Общая точка	1,38	1,0
В помещениях, располагающих лампами накаливания, где требуется значительное зрительное напряжение	1,0	0,74

Таблица 2.

Нормально допустимое значение при Уном, (кВ)				Предельно допустимое значение при Уном, (кВ)			
0.38	6-20	35	110-330	0.38	6-20	35	110-330
8.0	5.0	4.0	2.0	12.0	8.0	6.0	3.0

Таблица 3.

Нечетные гармоники, не кратные 3, при Уном, (кВ)					Нечетные гармоники, не кратные 3, при Уном, (кВ)					Четные гармоники при Уном, (кВ)				
п - гармо-ники	0,38	6-20	35	110-330	п - гармо-ники	0,38	6-20	35	110-330	п - гармо-ники	0,38	6-20	35	110-330
5	6.0	4.0	3.0	1.5	3	5.0	3.0	3.0	1.5	2	2.0	1.5	1.0	0.5
7	5.0	3.0	2.5	1.0	9	1.5	1.0	1.0	0.4	4	1.0	0.7	0.5	0.3
11	3.5	2.0	2.0	1.0	15	0.3	0.3	0.3	0.2	6	0.5	0.3	0.3	0.2
13	3.0	2.0	1.5	0.7	21	0.2	0.2	0.2	0.2	8	0.5	0.3	0.3	0.2
17	2.0	1.5	1.0	0.5	>21	0.2	0.2	0.2	0.2	10	0.5	0.3	0.3	0.2
19	1.5	1.0	1.0	0.4						12	0.2	0.2	0.2	0.2
23	1.5	1.0	1.0	0.4						>12	0.2	0.2	0.2	0.2
>25	1.5	1.0	1.0	0.4										

## Литература:

ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения»;  
Журнал «РОСТЕХНАДЗОР. Наш регион», республика Башкортостан, г. Уфа