

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 δU_t (%) | ± 5 | ± 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>Влияние: <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 δU_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>Влияние: 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 $\pm 10\%$ 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>Влияние: 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"> - коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения $K_{искп}$ (табл. 2); - коэффициентом n-ой гармонической составляющей напряжения - $K_u(n)$ (табл. 3) | 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 K_{2U} (%)</p> <p>Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} (%)</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>Влияние: 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"> - коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_{2U}). <p>Нормально допускаемое и предельно допускаемое значения K_{2U} равны соответственно 2,0% и 4,0%.</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности (K_{0U}). <p>Нормированные значения K_{0U} 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 Δf (Гц)</p> | <p>$\pm 0,2$</p> | <p>$\pm 0,4$</p> | <p>Отклонения частоты – разность между действительным и номинальным значениями частоты: $\Delta f = f - f_{ном}$. Влияние: снижение производительности электроприводов, снижение сроков службы электрических машин, искажения телевизионного изображения.</p> <p>Стандартом устанавливаются нормально и предельно допустимые значения отклонения частоты, равные $\pm 0,2$ Гц и $\pm 0,4$ Гц соответственно.</p> | <p>Энергоснабжающая организация</p> |
| <p>6) Провал напряжения</p> | <p>Длительность провала напряжения Δt_n (с)</p> | <p>-</p> | <p>30</p> | <p>К провалам напряжения относится внезапное значительное изменение напряжения ниже уровня 0,9 $U_{ном}$, 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>Влияние: 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