

## РАБОТА КОНДИЦИОНЕРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ.

Устойчивое функционирование кондиционера во многом зависит от качества электрической энергии в сети электропитания. В общем виде в РФ согласно ГОСТ Р 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» установлены следующие основные показатели качества электроэнергии:

- установившееся отклонение напряжения;
- размах изменения напряжения;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- отклонение частоты;
- длительность провала напряжения;
- глубина провала напряжения;
- частота появления провалов напряжения;
- импульсное напряжение;
- коэффициент временного перенапряжения;
- частота повторений изменений напряжения;
- интервал между изменениями напряжения;
- длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды;
- длительность временного перенапряжения.

ГОСТ Р 13109-97 устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей электрической энергии (точки общего присоединения). Нормы качества электроэнергии, установленные стандартом, являются уровнями электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех в системах электроснабжения общего назначения. Кондуктивная электромагнитная помеха в системах электроснабжения – электромагнитная помеха, распространяющаяся по элементам электрической сети. Согласно ГОСТ Р 13109-97:

- нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения в сети электропитания равны соответственно  $\pm 5$  и  $\pm 10\%$  от номинального значения напряжения;
- предельно допустимое значение суммы установившегося отклонения напряжения и размаха изменений напряжения в точках присоединения к электрическим сетям напряжением 380 В равно  $\pm 10\%$  от номинального напряжения;
- нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в точке общего присоединения к электрическим сетям равны 2 и 4%;
- нормированные значения коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности в точке общего присоединения к четырехпроводным электрическим сетям с номинальным напряжением 380 В равны 2 и 4%;
- нормально допустимые и предельно допустимые значения отклонения частоты равны соответственно  $\pm 0,2$  и  $+0,4$  Гц;
- нормированные значения других показателей качества электрической энергии приведены в соответствующих специализированных таблицах.

В свое время в цехе № 67 завода «Элемаш» (г. Электросталь) была разработана специальная программа и методика сравнительных исследовательских испытаний воздушных кондиционеров сплит-системы, в состав которой входил особый комплекс тестов по оценке электропомехоустойчивости кондиционеров. Программа исследовательских испытаний включала в себя следующие тесты на устойчивость к электрическим помехам:

- запуск кондиционера при пониженном и повышенном напряжении в сети электропитания;
- устойчивость к импульсным помехам в сети электропитания;
- устойчивость к динамическим изменениям (провалам, прерываниям, выбросам) напряжения в сети электропитания;
- устойчивость к воздушным и контактным электростатическим разрядам.

В процессе испытаний использовалось следующее специализированное оборудование: измеритель

электрических параметров 2533E (Yokogawa, Япония); стенд имитации электрических помех 5000S и прибор имитации электростатических разрядов ESS-200AX (Noise Laboratory, Япония); программируемый источник электропитания PPS-200 (TIAC System, Ю. Корея).

#### **Методика выполнения тестов**

Контроль запуска кондиционеров при пониженном и повышенном напряжении в сети электропитания выполняется в комнатных условиях. Напряжение в электрической сети устанавливается в следующем диапазоне: 187 В (85% от номинального значения напряжения); 198 В (90%); 220 В (100%); 242 В (110%); 253 В (115%). Оценка качества функционирования и результатов испытаний заключается в фиксации запуска компрессора и устойчивости функционирования кондиционера в заданном режиме работы.

Контроль устойчивости кондиционеров к наносекундным импульсным помехам в сети электропитания проводится в комнатных условиях в соответствии с ГОСТ 29156-91 (МЭК 801-4-88) при следующих условиях: степень жесткости испытаний – от 1 до 5: амплитуда импульсов выходного напряжения ненагруженного испытательного генератора – до 1700 В с длительностью фронта импульса 1 мкс для цепей силового электропитания с подачей импульсов полярностей «+» и «-» (с периодом повторения 35 и 10 мс каждый и фазовым углом подачи импульсных помех – 90°. Каждый вид испытаний проводится в течение 60 с. Оценка качества функционирования и результатов испытаний к пачкам наносекундных импульсных помех производится в соответствии с ГОСТ 290-73 по критерию «В» качества функционирования при испытаниях на помехоустойчивость (допускается кратковременное нарушение функционирования кондиционера или ухудшение параметров с последующим автоматическим восстановлением нормального функционирования без вмешательства оператора).

**Контроль устойчивости кондиционеров к динамическим изменениям напряжения в сети электропитания проводится** в комнатных условиях в соответствии с ГОСТ Р 50627-93 при следующих условиях: степень жесткости испытаний – 2: выполняется не менее пяти воздействий каждого вида динамически изменяемого напряжения электропитания с периодом повторения 1–10с, при фазовом сдвиге между моментами начала изменения напряжения и моментами перехода напряжения электропитания через ноль.

#### **Параметры испытательного воздействия для каждого вида динамических изменений напряжения:**

- провалы напряжения: испытательное напряжение – 70% от УН, амплитуда динамических изменений напряжения – 30% от [7Н, длительность динамических изменений напряжения – 25/500 периодов/мс;
- прерывания напряжения: испытательное напряжение – 0% от УН, амплитуда динамических изменений напряжения – 100% от УН, длительность динамических изменений напряжения – 5/100 периодов/мс;
- выбросы напряжения: испытательное напряжение – 120% от УН, амплитуда динамических изменений напряжения – 20% от УН, длительность динамических изменений напряжения – 25/500 периодов/мс.

Оценка качества функционирования и результатов испытаний по динамическим изменениям напряжения в сети электропитания производится в соответствии с ГОСТ 290-73 по критерию «В» качества функционирования при испытаниях на помехоустойчивость (допускается кратковременное нарушение функционирования кондиционера или ухудшение параметров с последующим автоматическим восстановлением нормального функционирования без вмешательства оператора).

**Контроль устойчивости кондиционеров к воздушным и контактным электростатическим разрядам проводится** в соответствии с ГОСТ 29191-91 (МЭК 801-2-91) при следующих условиях: степень жесткости испытаний – 4: испытательное напряжение для контактного разряда – 8000 В, количество разрядов – 10; испытательное напряжение для воздушного разряда – 15000 В, количество разрядов – 10. Испытания проводятся в комнатных условиях с нормальной электромагнитной обстановкой.

Оценка результатов по воздействию электростатических разрядов на работоспособность кондиционеров производится в соответствии с ГОСТ 290-73 по критерию «А» качества функционирования при испытаниях на помехоустойчивость (нормальное функционирование кондиционера с параметрами в соответствии с паспортными техническими данными) и по критерию «В» качества функционирования при испытаниях на помехоустойчивость (допускается кратковременное нарушение функционирования кондиционера или ухудшение параметров с последующим автоматическим восстановлением нормального функционирования без вмешательства оператора).

На базе испытательной лаборатории цеха № 67 завода «Элемаш» в рамках приемочных испытаний по постановке на серийное производство товарной продукции комплексным испытаниям на электропомехоустойчивость были подвергнуты все серийные модели кондиционеров «Элемаш». С целью исследования и выявления параметров электропомехоустойчивости импортной кондиционерной техники и выбора потенциальных поставщиков комплектующих были проведены испытания на устойчивость к электрическим помехам кондиционеров ряда китайских, корейских, японских и других мировых производителей.

## Заключение

- При проектировании систем кондиционирования воздуха необходимо в обязательном порядке предусматривать анализ качества электрической энергии в сети, через которую будет запитываться кондиционерная техника.
- Серийные модели кондиционеров «Элемаш» устойчиво запускались и функционировали в диапазоне напряжения в сети электропитания 187-253 В.
- Кондиционеры «Элемаш» показали высокую устойчивость к импульсным помехам в сети электропитания, выдерживая, по критерию оценки «В» при степени жесткости испытаний 5, амплитуду импульсов выходного напряжения до 1700В.
- Кондиционеры «Элемаш» устойчиво функционировали при воздействии динамических изменений (провалы, прерывания, выбросы) напряжения в сети электропитания, выдерживая, по критерию оценки «В», степень жесткости испытаний 2. (Прим.: кондиционеры «Элемаш» не имеют функции «авторестарт».)
- Серийные модели кондиционеров «Элемаш» имеют высокую устойчивость к воздушным и контактными электростатическим разрядам, выдерживая, по критерию оценки «А» при степени жесткости испытаний 4, испытательное напряжение для контактного разряда – 8 кВ, для воздушного разряда – 15 кВ.
- Подвергшиеся испытаниям импортные модели кондиционеров показали различные результаты по устойчивости к помехам в сети электропитания.
- В связи с тем, что общенормативные требования по качеству электрических сетей далеко не всегда выполняются, при работе с поставщиками кондиционерной техники показателям электропомехоустойчивости поставляемого оборудования необходимо уделять особое внимание.