ГОСТ 28220—89
(МЭК 68-2-34—73)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов

Часть 2

ИСПЫТАНИЯ

Испытание Fd: Широкополосная случайная вибрация

Общие требования

Издание официальное

БЗ 12—2004

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Официальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам, подготовленные техническими комитетами, в которых представлены все заинтересованные национальные комитеты, выражают с возможной точностью международную согласованную точку зрения по рассматриваемым вопросам.

2. Эти решения представляют собой рекомендации для международного пользования и в этом виде принимаются национальными комитетами.

3. В целях содействия международной унификации МЭК выражает пожелание, чтобы все национальные комитеты приняли настоящий стандарт МЭК в качестве своего национального стандарта, насколько это позволяют условия каждой страны. Любое расхождение с этим стандартом МЭК должно быть, по возможности, четко указано в соответствующих национальных стандартах.

ВВЕДЕНИЕ

Стандарт МЭК 68-2-34—73 подготовлен Подкомитетом 50А «Испытания на удар и вибрацию» Технического комитета МЭК 50 «Испытания на воздействие внешних факторов».

Первый проект обсуждался на совещании в Стокгольме в 1968 г. Новый проект обсуждался на совещании в Тегеране в 1969 г., в результате решений которого национальным комитетам в феврале 1971 г. был разослан на утверждение по Правилу шести месяцев окончательный проект — документ 50А (Центральное бюро) 133.

За издание стандарта голосовали следующие страны:

Австралия
Австрия
Бельгия
Венгрия
Дания
Израиль
Норвегия
Польша
Португалия
Соединенное Королевство*
Соединенные Штаты Америки
Турция
Федеративная Республика Германия
Финляндия
Чехословакия
Швеция
Япония

* Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии.

УДК 621.38:620.193:006.354 Группа Э29

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов

Часть 2

ИСПЫТАНИЯ

Испытание Fd: Широкополосная случайная вибрация Общие требования

ГОСТ 28220—89

(МЭК 68-2-34—73)

Basic environmental testing procedures
Part 2. Tests
Test Fd: Random vibration wide band — general requirements

МКС 19.040
31.020
ОКСТУ 6000, 6100, 6200, 6300

Дата введения 01.03.90

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Испытание на воздействие случайной вибрации представляет собой сложный вид испытания, в силу чего нормативно-техническая документация (далее — НТД) имеет значительный объем. Изложение методов испытания и теории испытания составляет вводную часть.

В настоящем стандарте часто упоминаются два особо важных термина из области воздействия случайной вибрации.

Определение этих терминов приведено ниже.

Спектральная плотность ускорения (далее — СПУ) — спектральная плотность ускорения случайной вибрации, выраженная в единицах «ускорение в квадрате, деленная на частоту, g^2/Гц».

Спектр СПУ определяет закон изменения СПУ в пределах частотного диапазона.

1.1. Программа методов испытания

Для облегчения пользования методами испытаний материал делят на 4 раздела:

испытание Fd: МЭК 68-2-34 (ГОСТ 28220);

испытание Fda: МЭК 68-2-35 (ГОСТ 28221);

испытание Fdb: МЭК 68-2-36 (ГОСТ 28222);

испытание Fdc: МЭК 68-2-37 (ГОСТ 28223).

Каждый из последних трех разделов представляет собой законченный метод испытания с рекомендуемыми методами подтверждения, содержащимися в приложениях.

Все сведения, которые требуются разработчику соответствующей НТД, приведены в испытании Fd. Сведения, необходимые инженеру-испытателю, приведены в испытаниях Fda, Fdb и Fdc (в зависимости от того, какое из них требуется). Дополнительная информация будет представлена в приложениях А—Е настоящего стандарта*.

Несмотря на то, что разработчика соответствующей НТД интересует только испытание Fd, а инженера-испытателя — определенный метод, выбранный из испытаний Fda, Fdb и Fdc, настоятельно рекомендуется, чтобы все заинтересованные лица ознакомились с настоящим стандартом.

* В настоящем стандарте представлено только приложение А, остальные находятся на рассмотрении.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1989
© Стандартинформ, 2006

1.2. Теория испытания

Для всех методов испытаний требуется определенная степень воспроизводимости, особенно для квалификационных или приемочных испытаний, проводимых для испытания одного и того же типа образцов различными организациями, такими как поставщик и потребитель изделий электронной техники.

Слово «Воспроизводимость», употребляемое в настоящем документе, не означает сходимости результатов, полученных в условиях испытаний и в реальных условиях; под ним подразумевается получение аналогичных результатов испытаний, которые проводятся в различных лабораториях различным обслуживающим персоналом.

Большое расхождение требований к различным значениям допусков при определенном уровне жесткости, а также обеспечение достоверности результатов испытаний приводят к введению трех воспроизводимостей (см. разд. 5). Для каждой воспроизводимости можно сделать выбор метода подтверждения, принимая во внимание как динамические характеристики испытуемого образца, так и наличие испытательного оборудования.

В соответствующей НТД следует указывать воспроизводимость, соответствующую определенному случаю, причем право выбора метода подтверждения предоставляется испытательной лаборатории. Допуски должны быть выбраны таким образом, чтобы для определенной воспроизводимости каждый метод подтверждения давал приблизительно эквивалентные результаты.

Требования обеспечения воспроизводимости включают в себя контроль за уровнем вибрации в пределах узкой полосы частот. Несмотря на то, что выравнивание частот в узкой полосе обеспечивает лучшую воспроизводимость, чем в широкой полосе, выравнивание в узкой полосе частот в меньшей мере учитывает влияние окружающей среды на испытуемый образец. Однако выравнивание в широкой полосе частот приводит к тому, что резонанс внутри образца изменяет испытательный уровень настолько, что могут возникнуть пики и провалы. При эксплуатации реальные условия окружающей среды обычно способствуют возникновению пиков и провалов вследствие влияния окружающей среды на образец. Кроме того, маловероятно, чтобы эти пики и провалы совпали с пиками и провалами, возникающими при испытаниях в лаборатории.

В информационных целях в соответствующей НТД может быть приведен анализ уровня вибрации в узкой полосе частот для того, чтобы обеспечить испытание с низкой воспроизводимостью, в остальном соответствующее этой методике.

Только большой практический опыт при проведении испытаний на воздействие случайной вибрации может дать возможность инженеру-испытателю наилучшим образом использовать имеющееся оборудование, поэтому не следует особо подчеркивать тот факт, что только максимальное воспроизведение реальных условий определяет введение испытания на случайную вибрацию; при проведении этих испытаний необходимо принимать во внимание технические возможности испытательного оборудования. Это относится к выбору метода подтверждения и к конструкции крепления, а также к общему анализу результатов испытания.

2. ЦЕЛЬ

Цель испытания — определение способности изделий, элементов и аппаратуры выдерживать воздействие случайной вибрации заданной степени жесткости.

Испытания на воздействие случайной вибрации применимы к элементам и аппаратуре, которые в условиях эксплуатации могут подвергаться воздействиям вибраций, имеющих случайный характер. Целью испытания является также выявление возможных механических повреждений и (или) ухудшения заданных характеристик изделий, а также использование этих сведений наряду с требованиями соответствующей НТД для решения вопроса о пригодности образца.

Во время проведения испытания образец подвергают воздействию случайной вибрации с заданным уровнем в пределах широкой полосы частот. Вследствие сложной механической реакции образца и его крепления это испытание требует особой тщательности при его подготовке и проведении и в установлении соответствия параметров образца заданным требованиям.

3. КРЕПЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ

3.1. Крепление образца

Образец крепят на испытательной установке в соответствии с требованиями МЭК 68-2-47 (ГОСТ 28231).

3.2. Контрольные измерительные точки

Требования к испытаниям подтверждают измерениями в контрольной точке и, в некоторых случаях, в измерительных точках в зависимости от точек крепления образца. Измерения в измерительных точках необходимы для высокой воспроизводимости и когда определена воображаемая точка для средней и низкой воспроизводимостей.

В случае большого количества малогабаритных образцов, установленных на одном крепежном приспособлении, если самая низкая резонансная частота крепежного приспособления под нагрузкой выше верхнего предела частоты испытания f_2, контрольные и (или) измерительные точки могут быть связаны с крепежным приспособлением, а не с образцами.

3.2.1. Точка крепления

Точкой крепления называют часть образца, которая находится в контакте с крепежным приспособлением или вибрационным столом и является обычно местом крепления при эксплуатации. Если образец крепят к вибрационному столу с помощью крепежного приспособления, то точками крепления считают точки крепления крепежного приспособления, а не образца.

3.2.2. Измерительная точка

Измерительной точкой является обычно точка крепления. Она должна быть как можно ближе к точке крепления изделия и в любом случае должна быть жестко связана с ней.

Если имеется четыре или меньше точек крепления, то каждая такая точка рассматривается как измерительная. Если имеется более четырех точек крепления, то в соответствующей НТД должны быть указаны четыре характерные точки, которые могут рассматриваться как измерительные.

Примечания:

1. Для больших и (или) сложных образцов важно, чтобы измерительные точки были указаны в соответствующей НТД.

2. Допуски в измерительных точках устанавливают только для высокой воспроизводимости.

3.2.3. Контрольная точка

Контрольная точка является единственной точкой, из которой получают контрольный сигнал, соответствующий требованиям испытания, и которая используется для получения информации о движении образца. Ею может быть измерительная точка или воображаемая точка, полученная при ручной или автоматической обработке сигналов из измерительных точек.

Если используется воображаемая точка, то спектр контрольного сигнала определяют как среднеарифметическое значений СПУ всех измерительных точек на каждой частоте. В этом случае кумулятивное (суммарное) среднее квадратическое значение контрольного сигнала эквивалентно среднему квадратическому значению всех средних квадратических значений сигналов, полученных из измерительных точек.

В соответствующей НТД следует указывать точку, которую следует использовать как контрольную, или способ, с помощью которого она может быть выбрана. Рекомендуется применять воображаемую точку для больших и (или) сложных образцов.

Примечание. Для подтверждения кумулятивного среднего квадратического значения ускорения сигнала воображаемой контрольной точки допускается автоматическая обработка сигналов измерительных точек с помощью анализаторов. Однако не допускается подтверждение уровня СПУ без коррекции таких источников погрешностей, как ширина полосы анализатора, время выборки и т. д.

4. СТЕПЕНИ ЖЕСТКОСТИ

Для этого испытания степень жесткости вибрации определяют сочетанием следующих параметров:

диапазон частот ($f_1 - f_2$);

уровень СПУ;

длительность выдержки.

Для каждого параметра в соответствующей НТД выбирают соответствующее требование из тех, которые даны ниже. Сочетание диапазона частот и уровня СПУ определяют требуемое для испытания кумулятивное среднее квадратическое значение ускорения (см. табл. 4а и 4б).

Для простоты в этом испытании используют равномерный спектр. При особых обстоятельствах может оказаться возможной иная форма спектра. В этом случае в соответствующей НТД следует указать форму номинального спектра как функцию частоты. Пояснения, относящиеся к этому случаю, приводятся в качестве примечаний к пп. 4.1, 4.2 и 5.1.

4.1. Диапазон частот

Должен быть установлен один из следующих диапазонов частот по табл. 1.

Таблица 1

Диапазон частот, Гц		Примечание
f_1	f_2	
20	150	Если необходимо, то в соответствующей НТД частота f_1 может быть равна 5 или 10 Гц. В особых случаях в соответствующей НТД f_2 может быть равна 200 Гц
20	500	Если необходимо, в соответствующей НТД частота f_1 может быть равна 50 Гц
20	2000	

Характер спектра СПУ в диапазоне частот f_1 и f_2 показан на рисунке.

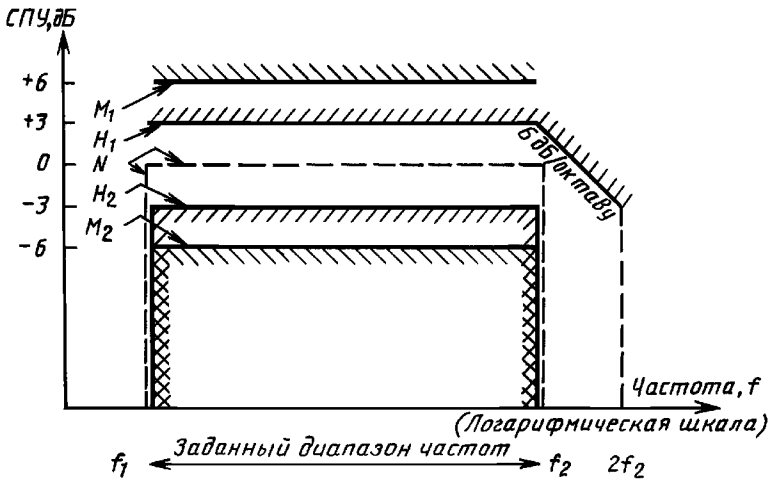
Примечание. Если в особых случаях необходимо установить какую-либо иную спектральную плотность ускорения, то диапазон частот следует выбирать по возможности из значений, приведенных выше.

4.2. Уровни спектра СПУ

Номинальный уровень спектра СПУ (0 дБ, см. рисунок) между частотами f_1 и f_2 следует выбирать из следующих значений: 0,0005; 0,001; 0,002; 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10 g^2/Гц.

Примечание. Если в особых случаях должен быть установлен спектр СПУ с двумя или более уровнями, то их, по возможности, следует выбирать из табл. 1.

Спектр плотности ускорения (СПУ) и границы допусков



M_1 — верхняя граница допуска, средняя воспроизводимость;
M_2 — верхняя граница допуска, средняя воспроизводимость;
H_1 — верхняя граница допуска, высокая воспроизводимость;
H_2 — нижняя граница допуска, высокая воспроизводимость;
N — установленная СПУ (номинальный спектр)

4.3. Длительность выдержки

Длительность выдержки следует выбирать из значений, приведенных ниже. Если требуемая длительность равна или больше 10 ч в каждом направлении, то это время может быть разделено на периоды по 5 ч каждый, при условии, что напряжения, возникающие в изделии (вследствие нагрева и т. д.), не уменьшаются.

Любая заданная длительность является суммарным временем выдержки, которое должно быть поровну разделено между каждыми заданными направлениями: 30 с; 90 с; 3 мин; 9 мин; 30 мин; 90 мин; 3 ч; 9 ч; 30 ч.

5. СТЕПЕНИ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ

5.1. Допуски, характеризующие степени воспроизводимости

В пределах заданного диапазона частот $f_1 - f_2$ воспроизводимость с учетом направления воздействия вибрации определяют допусками, указанными в табл. 2. Допуски указаны в децибелах относительно установленного уровня СПУ и соответствующего кумулятивного среднего квадратического значения ускорения.

Таблица 2

Воспроизводимость	Границы допусков, дБ			
	Истинное значение СПУ			Истинное кумулятивное среднее квадратическое значение ускорения (от f_1 до f_2) в основном направлении
	Основное направление		Поперечное направление	
	Контрольные точки	Измерительные точки	Измерительные точки	Контрольные точки
Высокая	± 3	± 5	< + 5	± 1,0
Средняя	± 6	—	—	± 1,5
Низкая	*	—	—	± 2,0

* При низкой воспроизводимости допуск на действительное значение СПУ не устанавливается. Значение допуска на величину, полученную с помощью анализирующей аппаратуры, должно быть не более ± 3 дБ.

Измерения в поперечном направлении при высокой воспроизводимости должны быть проделаны в двух перпендикулярных поперечных направлениях в измерительной точке, наиболее удаленной от центра плоскости крепления. Для больших образцов рекомендуется измерять ускорение в поперечном направлении в нескольких измерительных точках.

СПУ за пределами заданного частотного диапазона от f_1 до f_2 должна быть по возможности ниже.

При высокой воспроизводимости выше верхнего значения диапазона частот от f_2 до $2f_2$ требуется, чтобы наклон СПУ, указанной на рисунке, был ниже 6 дБ/октаву. Кроме того, среднее квадратическое значение ускорения в полосе частот от f_2 до $10f_2$ или 10 кГц в зависимости от того, какое из значений меньше, не должно превышать 25 % (—12 дБ) кумулятивного среднего квадратического значения ускорения, требуемого в пределах заданного диапазона частот.

При средней воспроизводимости на частотах выше f_2 значение СПУ не ограничивается; в диапазоне частот от f_2 до $10f_2$ или 10 кГц (берется меньшее из указанных двух значений частоты) среднее квадратическое значение ускорения не должно превышать 70 % (—3 дБ) кумулятивного значения ускорения в заданном частотном диапазоне.

При низкой воспроизводимости как СПУ, так и среднее квадратическое значение ускорения не контролируются за пределами f_2.

На частотах ниже f_1 как СПУ, так и среднее квадратическое значение ускорения не контролируются ни для одной степени воспроизводимости.

Примечание. Если в особых случаях нельзя применять равномерный спектр СПУ, а форма номинального спектра установлена в соответствующей НТД, то границы допусков, указанные на рисунке, должны по мере возможности применяться к этому спектру. Когда установлен спектр СПУ с двумя или более уровнями, в соответствующей НТД следует оговорить наклон допусков в области перепада уровней. Вследствие трудностей в получении и контроле спектров с крутыми фронтами наклоны допусков не должны превышать 25 дБ/октаву.

5.2. Выбор воспроизводимости

В соответствующей НТД должна быть указана воспроизводимость, соответствующая данному виду испытания. Классификация степеней воспроизводимости предназначена только для указания меры воспроизводимости, которую могут обеспечить различные испытательные лаборатории.

Когда требуется испытание с низкой воспроизводимостью, разработчик соответствующей НТД должен использовать максимально допустимую ширину полосы частот выравнивателя и (или)

применяемого анализатора. В любом случае ширина полосы частот анализатора не должна быть больше 100 Гц или $^1/_3$ октавы, в зависимости от того, какое из этих значений больше. Это испытание дает плохую воспроизводимость для широкополосных систем, но его будет проще и дешевле осуществить по сравнению с методом испытания с высокой воспроизводимостью. Испытание с низкой воспроизводимостью является единственным испытанием, для которого не требуется снятия частотной характеристики с помощью синусоидального сигнала.

Испытание с высокой степенью воспроизводимости дает относительно высокую воспроизводимость, но обычно является более сложным, для него может потребоваться более дорогое и сложное оборудование и оно занимает больше времени, вследствие требуемых дополнительных измерений. Высокая воспроизводимость должна предусматриваться только в тех случаях, когда это абсолютно необходимо.

Учитывая вышеизложенное, необходимо, чтобы разработчик соответствующей НТД рассмотрел эти факторы и не выбирал воспроизводимость более высокую, чем это требуется для предлагаемого применения испытываемого изделия.

6. СИНУСОИДАЛЬНАЯ ВИБРАЦИЯ

6.1. Снятие частотной характеристики

При высокой и средней воспроизводимости образец следует подвергать воздействию синусоидальной вибрации для снятия частотной характеристики. В этом случае испытание на синусоидальную вибрацию проводят по всему частотному диапазону в обоих направлениях, причем амплитуда синусоидального возбуждения находится в зависимости от заданной степени жесткости испытания на случайную вибрацию (табл. 3). В исключительных случаях, например, когда образец очень чувствителен к синусоидальной вибрации, в соответствующей НТД должно быть указано более низкое значение синусоидального сигнала.

Таблица 3

Требуемый уровень	Амплитуда синусоидальной вибрации (пиковые значения)
$(м \cdot с^{-2})^2$ Гц (g^2/Гц)	$м/с^2$ (g)
< 4,8 (< 0,05)	9,8 (1,0)
4,8—19,2 (0,05—0,2)	14,7 (1,5)
> 19,2 (> 0,2)	19,6 (2,0)

6.2. Испытания на обнаружение резонансных частот

В соответствующей НТД могут предусматриваться предварительное и заключительное испытания на обнаружение резонанса. В процессе этих испытаний сравнивают частоты, на которых возникают механические резонансы и другие зависящие от частоты явления (например, нарушение нормального режима работы) для того, чтобы получить дополнительную информацию относительно остаточных явлений, вызванных испытанием на воздействие случайной вибрации. В соответствующей НТД должно быть указано, что следует предпринять, если возникают какие-либо изменения резонансной частоты.

Если иное не оговорено в соответствующей НТД, для обнаружения резонанса следует применять сигнал с амплитудой, указанной в п. 6.1.

7. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В соответствующей НТД должна быть указана необходимость измерения электрических параметров и проверки механических характеристик перед выдержкой.

8. ВЫДЕРЖКА

Во время выдержки образец подвергают воздействию случайной вибрации при заданном уровне. Образцы подвергают воздействию вибрации в трех взаимно перпендикулярных осях поочередно, если иное не оговорено в соответствующей НТД. Направления воздействия вибрации выбира-

ются таким образом, чтобы все дефекты образца можно было легко выявить. Если иное не установлено в соответствующей НТД, то аппаратура должна находиться в рабочем состоянии, если это возможно, для того, чтобы можно было определить как нарушения работоспособности образца, так и его механические дефекты.

В соответствующей НТД следует установить, требуются ли измерения электрических параметров и проверка механических характеристик во время выдержки и на какой стадии они должны быть проведены.

9. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В соответствующей НТД должно быть указано, что после выдержки следует проводить измерения электрических параметров и проверку механических характеристик.

10. СВЕДЕНИЯ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УКАЗЫВАТЬ В СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ НТД

Если это испытание включено в соответствующую НТД, то по мере необходимости должны быть указаны следующие сведения:

	Номер раздела, пункта
а), б), в), г), д): способы крепления образца (включая магнитные помехи, воздействие температуры и гравитационные эффекты; характеристики амортизаторов и дополнительные испытания)	3.1
е) контрольные и измерительные точки	3.2
ж) частотный диапазон*	4.1
з) уровни СПУ*	4.2
и) длительность выдержки*	4.3
к) воспроизводимость*	5.2
л) испытания на обнаружение резонанса	6.2
м) значения ускорения при снятии частотной характеристики	6.1
н) первоначальные измерения*	7
о) рабочее состояние испытываемого изделия во время выдержки*	8
п) заключительные измерения*	9

* Сведения, которые следует указывать в обязательном порядке.

Таблица 4а

Кумулятивные средние квадратические значения ускорения

Заданная СПУ, g^2/Гц	Заданный диапазон частот от f_1 до f_2, Гц											
	5—150	5—200	10—150	10—200	20—150	20—200	20—500	20—2000	20—5000	50—500	50—2000	50—5000
	Кумулятивное среднее квадратическое значение ускорения в единицах g											
0,0005	0,27	0,31	0,26	0,31	0,26	0,30	0,49	1,0	1,6	0,47	1,0	1,6
0,001	0,38	0,44	0,37	0,44	0,36	0,43	0,69	1,4	2,2	0,67	1,4	2,2
0,002	0,54	0,63	0,53	0,62	0,51	0,60	0,98	2,0	3,2	0,95	2,0	3,2
0,005	0,85	0,99	0,84	0,98	0,81	0,95	1,6	3,2	5,0	1,5	3,1	5,0
0,01	1,2	1,4	1,2	1,4	1,1	1,3	2,2	4,5	7,1	2,1	4,4	7,0
0,02	1,7	2,0	1,7	1,9	1,6	1,9	3,1	6,3	10	3,0	6,3	10
0,05	2,7	3,1	2,6	3,1	2,6	3,0	4,9	10	16	4,7	10	16
0,1	3,8	4,4	3,7	4,4	3,6	4,3	6,9	14	22	6,7	14	22
0,2	5,4	6,3	5,3	6,2	5,1	6,0	9,8	20	32	9,5	20	32
0,5	8,5	9,9	8,4	9,8	8,1	9,5	16	32	50	15	31	50
1,0	12	14	12	14	11	13	22	45	71	21	44	70
2,0	17	20	17	19	16	19	31	63	100	30	63	100
5,0	27	31	26	31	26	30	49	100	158	47	100	157
10,0	38	44	37	44	36	43	69	141	223	67	140	222

Примечание. В таблице приведено кумулятивное среднее квадратическое значение ускорения в единицах g для спектра прямоугольной формы для каждого частотного диапазона и каждой СПУ.

Таблица 4б

Кумулятивные средние квадратические значения ускорения

Заданная СПУ, $(м \cdot с^{-2})^2/Гц$	Заданный диапазон частот от f_1 до f_2, Гц											
	5—150	5—200	10—150	10—200	20—150	20—200	20—500	20—2000	20—5000	50—500	50—2000	50—5000
	Кумулятивное среднее квадратическое значение ускорения, $м \cdot с^{-2}$											
0,048	2,65	3,04	2,55	3,04	2,55	2,94	4,81	9,81	15,7	0,46	9,81	15,7
0,096	3,73	4,32	3,65	4,31	3,53	4,22	6,77	13,7	21,6	0,66	13,7	21,6
0,192	5,30	6,20	5,20	6,08	5,00	5,89	9,61	19,6	31,4	0,93	19,6	31,4
0,48	8,33	9,71	8,24	9,61	7,95	9,32	15,7	31,4	49,1	1,47	30,4	49,1
0,96	11,8	13,7	11,8	13,7	10,8	12,8	21,6	44,1	69,7	2,06	43,2	68,7
1,92	16,7	19,6	16,7	18,6	15,7	18,6	30,4	61,8	98,1	2,94	61,8	98,1
4,8	26,5	30,4	25,5	30,4	25,5	29,4	48,1	98,1	157	4,61	98,1	157
9,6	37,3	43,2	36,2	43,1	35,3	42,2	67,7	137	216	6,60	137	216
19,2	53,0	62,0	52,0	60,8	50,0	58,9	96,1	196	314	9,32	196	314
48	83,3	97,1	82,4	96,1	79,5	93,2	157	314	491	14,7	304	491
96	118	137	118	137	108	128	216	441	697	20,6	432	687
192	167	196	167	186	157	186	304	618	981	29,4	618	981
480	265	304	255	304	255	294	481	981	1570	46,1	981	1570
960	373	432	362	431	353	422	677	1370	2160	66,0	1370	2160

Примечание. В таблице приведены кумулятивные средние квадратические значения ускорения в единицах $м \cdot с^{-2}$ для спектра прямоугольной формы для каждого частотного диапазона и каждой СПУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Рекомендуемое

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, НА КОТОРЫХ ОСНОВАНО ИСПЫТАНИЕ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЛУЧАЙНОЙ ВИБРАЦИИ

Ниже приводятся некоторые положения, которые позволяют потребителю иметь основание для выбора вида испытания на воздействие случайной вибрации, воспроизводимости и метода подтверждения.

А.1. Испытания на воздействия широкополосной случайной вибрации, узкополосной случайной вибрации на фиксированных частотах и случайной вибрации методом качающейся частоты

Эти три метода испытаний на воздействие вибрации не рассматривают как эквивалентные и поэтому должны быть представлены как отдельные испытания. Широкополосное испытание рассматривают в первую очередь, кроме того, с технической точки зрения, этот вид испытания наиболее совершенен.

А.2. Цели испытания

Методики испытания на воздействие случайной вибрации дополняют существующее испытание на воздействие синусоидальной вибрации по МЭК 68-2-6 (ГОСТ 28203), что является еще одним шагом вперед по воспроизведению типа вибрации, существующей в реальных условиях, а также для имитации воздействий на образец, более точно воспроизводящих условия эксплуатации. Испытание на случайную вибрацию следует применять во всех случаях, когда это экономически возможно, так как существуют повреждения, которые не выявляются при воздействии синусоидальной вибрации и которые могут быть легко выявлены в результате испытания на воздействие случайной вибрации.

Как указано во вводной части, п. 1.2 «Теория испытания», для всех методов испытания требуется определенная степень воспроизводимости. Испытание на воздействие случайной вибрации не является исключением.

Как разработчику испытательного оборудования, так и инженеру-испытателю требуется не только имитация воздействия реальных внешних факторов и соответствующая их воспроизводимость, но также простая и требующая мало времени методика испытания. К сожалению, на современном уровне развития техники не существует испытания на воздействие широкополосной случайной вибрации, у которого была бы хорошая воспроизводимость и простая, требующая минимального времени, методика. Испытания с простой методикой не имеют хорошей воспроизводимости, а у воспроизводимых испытаний отсутствует простая методика.

В некоторых случаях воспроизводимость испытания является более важной, чем простота его проведения. В других случаях, когда стоимость испытания слишком высока, простота является более важной, чем воспроизводимость.

А.3. Степени воспроизводимости

Единая методика испытания не может удовлетворять различным требованиям, предъявляемым к испытаниям, приведенным выше, поэтому вводят ряд воспроизводимостей, предусматривающий различные степени компромисса. Этот ряд включает высокую, среднюю и низкую воспроизводимости, которые имеют различные требования к допускам.

Воспроизводимость испытания на воздействие вибрации в основном зависит от контроля вибрации, действующей на образец при наличии резонирующих элементов внутри изделия. Для резонансов с большой избирательностью (высоким Q) требуется, чтобы возбуждение образца в точках установки или в точках крепления контролировалось в пределах узкой полосы частот, если необходимо получить высокую воспроизводимость. При испытании на случайную вибрацию это может привести к анализу очень узкой полосы частот и контролю СПУ в узкой полосе в точках механического возбуждения испытуемого образца.

В обычной испытательной аппаратуре общего назначения допускается, чтобы изменения в СПУ порядка 30—40 дБ были бы скрыты шириной полосы частот анализатора. В качестве примера резонанс образца с $Q = 40$, масса которого составляет 10 % общей подвижной массы (в случаях, когда общая масса включает образец, крепление и вибростол), может вызвать изменение 25 дБ в полосе частот от 25 до 500 Гц.

Для испытания на вибрацию (синусоидальную), указанную в МЭК 68-2-6 (ГОСТ 28203), требуется, чтобы амплитуда вибрации находилась в пределах ± 15 % (± 1,2 дБ) в измерительной точке. При подобной воспроизводимости испытания на воздействие широкополосной случайной вибрации требуется регулировка СПУ приблизительно ± 30 % (± 1,2 дБ) по всему диапазону частот. Этот уровень воспроизводимости для испытания на случайную вибрацию считается затруднительным при воспроизведении на практике.

При высокой воспроизводимости испытания на воздействие широкополосной случайной вибрации требуется регулировка значения СПУ в пределах ± 3 дБ в контрольной точке. Это весьма затруднительно осуществить для больших и сложных образцов, но сравнительно легко для образцов небольших размеров по сравнению с вибрационным столом. Для высокой воспроизводимости необходимо указать допуски на истинное значение СПУ в основном направлении в измерительных точках, которые не являются контрольными, и в поперечном направлении в одной или нескольких выбранных точках. Границы допусков в измерительных точках шире, чем в контрольной точке. Для образцов, масса которых относительно велика по сравнению с массой вибрационного стола и крепления, пики СПУ в поперечном направлении могут быть достаточно велики и различаться по

частоте между различными испытательными устройствами. Поэтому допускается, чтобы уровень СПУ в поперечном направлении превышал заданный уровень СПУ в основном направлении на 5 дБ.

При средней воспроизводимости требуется регулировка в пределах ± 6 дБ в контрольной точке. Обычно эта воспроизводимость может быть достигнута без особых трудностей на образцах небольших размеров и может вызвать затруднения для образцов большого размера и большой массы.

Низкая воспроизводимость не имеет определенного допуска на истинное значение СПУ, но требует допуск ± 3 дБ на значение, непосредственно показываемое анализатором. Рекомендуемый метод подтверждения, приведенный в приложении к испытанию Fdc с низкой воспроизводимостью, также предназначен для разрешения вопроса о вибрационных испытаниях и совершенно отличается от обычно принятых испытаний на воздействие внешних факторов. Обычно реальные воздействующие факторы представлены заданной степенью жесткости и, следовательно, испытание должно давать самую высокую воспроизводимость, какая возможна на практике, для той же степени жесткости. Теоретические положения, на которых основано испытание Fdc, допускает наличие резонансов с высоким значением Q внутри образца и крепления, которые вызывают пики и провалы в спектре СПУ. Пики и провалы, вызванные резонирующими элементами образца, обычно существуют в действительности, но частоты, как правило, изменяются во время испытания. Только самые глубокие провалы наблюдаются как в реальных, так и в лабораторных условиях. В целом эта теория не может быть принята, так как результаты испытания будут сильно зависеть от конструкции крепления и размера вибратора. Допуски в этом испытании зависят от оборудования, применяемого в настоящее время; в результате применения этого испытания может оказаться необходимым дальнейший пересмотр зоны допусков.

А.4. Методы подтверждения

В соответствующей НТД следует устанавливать степень воспроизводимости, требуемую для реального испытания, в то время как для низкой воспроизводимости может быть указана система «выравниватель-анализатор». При этих условиях инженер-испытатель может свободно выбирать метод подтверждения. Рекомендуемые методы приведены в соответствующих приложениях к испытаниям Fda (МЭК 68-2-35) (ГОСТ 28221), Fdb (МЭК 68-2-36) (ГОСТ 28222) и Fdc (МЭК 68-2-37) (ГОСТ 28223). Методы подтверждения в приложениях к Fda и Fdb считаются эквивалентными для одной и той же степени воспроизводимости.

Для систем «образец—крепление», где коэффициент передачи вибрации мало зависит от частоты, достаточно провести проверку равномерности огибающей спектра генератора шума и коэффициента передачи вибрации с помощью синусоидального качания частоты. Это косвенный метод, приведенный в приложении С испытаний Fda или Fdb. Если в систему включен выравниватель, то для этого метода потребуется ужесточение допуска на 4 дБ для высокой и средней воспроизводимости, чтобы компенсировать возможные изменения в уровне выравнивания, которые могут иметь место, когда уровень вибрации увеличивается от уровня, установленного при регулировке, до уровня, необходимого для выдержки.

А5. Оценка погрешностей методов подтверждения

В приложении А МЭК 68-2-35 (ГОСТ 28221) (Испытание Fda) и МЭК 68-2-36 (ГОСТ 28222) (Испытание Fdb) приведены диаграммы, в основе которых лежит диапазон фильтров, применяемых на практике, и которые применяются как вспомогательное средство для оценки пульсации и погрешности анализа. Эти диаграммы рассчитаны для тех частей спектра на участках, близких к всплескам «пики—провалы», которые возникают вследствие влияния на вибратор подвижной массы с одной степенью свободы. Было обнаружено, что наиболее важными параметрами являются частота «пик-провал», соотношения амплитуд, ширина полосы частот фильтра и для анализа погрешностей коэффициент формы спектра фильтра между точками затухания 12 и 3 дБ.

А6. Скорость качания и время усреднения

При анализе случайных процессов для характеристики данных применяются статистические усредненные значения. При случайной вибрации приборы должны осуществлять усреднение по времени. Для получения относительно малых колебаний при считывании показаний СПУ время усреднения должно быть достаточно большим для узкой полосы частот, необходимой для высокой и средней воспроизводимостей. Там, где применяется анализ с помощью метода качающейся частоты, усреднение по времени также вызывает нежелательное усреднение по частоте, в силу чего скорость качания должна поэтому быть низкой с верхним пределом, зависимым от времени усреднения.

А7. Измерение кумулятивного среднего квадратического ускорения

В общем случае спектр СПУ определяет как постоянную величину от нижней частоты f_1 до верхней частоты f_2 с некоторыми минимальными спадами за пределами этого диапазона. Соответствующей величиной в испытании является постоянная величина СПУ от f_1 до f_2, но поскольку она имеет довольно широкие допуски, то необходим жесткий контроль кумулятивного среднего квадратического значения ускорения. Используя косвенный метод подтверждения, указанный в разд. А4, когда анализ спектра СПУ обычно не требуется, измерение среднего квадратического значения ускорения является единственной контролируемой величиной во время заключительного испытания при полном уровне.

А8. Дальнейшее развитие

Методы подтверждения, приведенные в приложениях к испытаниям Fda, Fdb и Fdc, основаны на методах, широко применяемых на практике в настоящее время.

Могут также использоваться и другие методы подтверждения СПУ, например цифровой и ускоренный анализ спектра. Эти методы подтверждения могут быть включены в будущем при пересмотре этого испытания, как только оборудование и информация для таких анализов найдут широкое применение в лабораториях вибрационных испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ B

ОПРЕДЕЛЕНИЯ
(На рассмотрении)

ПРИЛОЖЕНИЕ C

РУКОВОДСТВО
(На рассмотрении)

ПРИЛОЖЕНИЕ D

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ СТЕПЕНИ ЖЕСТКОСТИ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ
(На рассмотрении)

ПРИЛОЖЕНИЕ E

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ СТЕПЕНИ ЖЕСТКОСТИ ДЛЯ АППАРАТУРЫ
(На рассмотрении)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.08.89 № 2560 введен в действие государственный стандарт СССР ГОСТ 28220—89, в качестве которого непосредственно применен стандарт Международной Электротехнической комиссии МЭК 68-2-34—73 с Поправкой № 1 (1983), с 01.03.90**

2. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение отечественного нормативно-технического документа, на который дана ссылка	Обозначение соответствующего стандарта	Раздел, подраздел, пункт, в котором приведена ссылка
ГОСТ 28203—89	МЭК 68-2-6—82	Приложение А
ГОСТ 28221—89	МЭК 68-2-35—73	Разд. 1, приложение А
ГОСТ 28222—89	МЭК 68-2-36—73	Разд. 1, приложение А
ГОСТ 28223—89	МЭК 68-2-37—73	Разд. 1, приложение А
ГОСТ 28231—89	МЭК 68-2-47—82	Разд. 3

3. **Замечания к внедрению ГОСТ 28220—89**

Техническое содержание стандарта МЭК 68-2-34—73 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fd: Широкополосная случайная вибрация. Общие требования» принимают для использования и распространяют на изделия электронной техники народно-хозяйственного назначения

4. **ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2006 г.**

Редактор *Л.А. Шебаронина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 08.08.2006. Подписано в печать 26.09.2006. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,30. Тираж 51 экз. Зак. 675. С 3304.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6

gost.e-ecolog.ru