ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 8568— 2010

СТЕНДЫ УДАРНЫЕ

Заявление и подтверждение характеристик

ISO 8568:2007
Mechanical shock — Testing machines — Characteristics and performance
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным учреждением «Центр испытаний и сертификации — С.-Петербург» (ФГУ «Тест — С.-Петербург») и Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 «Вибрация и удар»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2010 г. № 441-ст

4 Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту ИСО 8568:2007 «Удар. Стенды испытательные. Характеристики» (ISO 8568:2007 «Mechanical shock — Testing machines — Characteristics and performance»). Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Исполнение ударенных стендов . . . 2
5 Характеристики ударного стенда . . . 3
6 Требования к ударным стендам . . . 4
7 Аттестация ударного стенда . . . 6
Приложение А (справочное) Устройства формирования ударных импульсов . . . 9
Приложение В (справочное) Синтез и анализ ударного воздействия . . . 11
Приложение С (справочное) Применение вибростендов в режиме удара . . . 13
Приложение D (обязательное) Определение неравномерности распределения ускорения и относительного поперечного движения на столе ударного стенда . . . 17
Приложение Е (обязательное) Магнитное поле рассеяния . . . 17
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам . . . 18
Библиография . . . 19

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СТЕНДЫ УДАРНЫЕ

Заявление и подтверждение характеристик

Shock testing machines.
Declaration and verification of characteristics

Дата введения — 2011—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает характеристики ударных стендов и условия проверки соответствия этих характеристик заявленным значениям. Информация о характеристиках ударных стендов может быть использована при выборе испытательного оборудования в соответствии с конкретными целями испытаний.

Настоящий стандарт распространяется на ударные стенды, применяемые в испытаниях с формированием импульсного воздействия для оценки прочности и устойчивости изделий согласно соответствующим стандартам серии МЭК 60068, в целях диагностических исследований объектов, для подтверждения их целости, а также при контроле качества продукции.

Настоящий стандарт не распространяется на устройства для имитации землетрясений, звуковых ударов, взрывов, испытаний на разрыв, а также на технологические машины для механической обработки материалов, ковки и т. п.

Настоящий стандарт распространяется на методы создания ударного воздействия как простой (импульсной), так и сложной формы. Воспроизведение переходных процессов может быть получено с использованием ударного спектра и системы управления испытаниями.

Примечание 1 — В приложении А описаны устройства для создания импульсных воздействий заданной формы. В приложении В рассмотрены методы применения ударных спектров. В приложении С рассматривается возможность применения вибростендов для воспроизведения ударных процессов. В приложениях D и Е рассмотрены методы определения некоторых характеристик ударных стендов.

Примечание 2 — Характеристики вибростендов установлены в [1]—[3].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 2041 Вибрация, удар и контроль состояния. Словарь (ISO 2041, Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary)

ИСО 5347 (все части) Методы калибровки датчиков вибрации и удара
[ISO 5347 (all parts), Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups]

ИСО 5348 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров (ISO 5348, Mechanical vibration and shock — Mechanical mounting of accelerometers)

ИСО 15261 Системы воспроизведения вибрации и удара. Словарь (ISO 15261, Vibration and shock generating systems — Vocabulary)

ИСО 16063 (все части) Методы калибровки датчиков вибрации и удара
[ISO 16063 (all parts), Methods for the calibration of vibration and shock transducers]

МЭК 60068-1 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство (IEC 60068-1, Environmental testing — Part 1: General and guidance)

Издание официальное

МЭК 60068-2-27 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-27. Испытания. Испытание Ea и руководство: Удар (IEC 60068-2-27, Environmental testing — Part 2-27: Tests — Test Ea and guidance: Shock)

МЭК 60068-2-81 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-81. Испытания. Испытание Ei и руководство: Удар. Синтез ударного спектра (IEC 60068-2-81, Environmental testing — Part 2-81: Tests — Test Ea and guidance: Shock — Shock response spectrum synthesis)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 2041 и ИСО 15261, а также следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **контрольная точка** (check point): Точка крепления, ближайшая к геометрическому центру поверхности стола ударного стенда из всех точек крепления, имеющих с поверхностью стола жесткую механическую связь.

3.2 **номинальная нагрузка** (nominal load): Указанная изготовителем максимальная нагрузка, которую используют при испытаниях ударного стенда.

3.3 **ударный стенд** (shock-testing machine): Устройство, позволяющее подвергнуть образец воздействию управляемого и воспроизводимого механического удара.

Примечание — Ударным стендом может быть специальное устройство, создающее ударное воздействие за счет потенциальной энергии поля силы тяжести или рабочей среды (механизма), или вибростенд, электродинамический или гидравлический, работающий в режиме удара.

4 Исполнение ударных стендов

4.1 Общие положения

Принцип действия ударного стенда заключается в относительно длительном накоплении необходимой для воспроизведения удара энергии и последующем ее высвобождении в устройстве преобразования энергии в течение короткого времени.

В стендах свободного падения необходимую энергию накапливают за счет работы против силы тяжести. Если направление удара должно отличаться от вертикального, а также если стенд свободного падения не обеспечивает необходимых характеристик удара, например, не позволяет достичь требуемой скорости, то применяют ударные стенды, использующие потенциальную энергию эластичных шнуров, пружин, пневмо- и гидроаккумуляторов. Для создания ударного воздействия используют также такие физические процессы, как высвобождение энергии сжатого газа, взрыв, передача движения от одной движущейся массы к другой.

4.2 Формирование ударного воздействия

В соответствии с физическим процессом, лежащим в основе работы ударного стенда, их подразделяют на стенды свободного падения, стенды с принудительным разгоном, газовые пушки, стенды взрывного действия, стенды с пневмо- и гидроприводом и вибростенды (электродинамические или гидравлические).

Требуемую форму ударного импульса (простую или сложную) обеспечивают применением формообразующего устройства, размещаемого либо на столе (каретке) ударного стенда, либо на наковальне, либо на том и другом. В зависимости от способа преобразования кинетической энергии формообразующим устройством может быть получено большое разнообразие форм импульсов. Рекомендации по выбору формообразующего устройства приведены в приложении А.

Конструкция формообразующего устройства зависит от того, реализовано ли ударное воздействие с отскоком или без отскока испытуемого образца. Обычно устройство, к которому крепят испытуемый образец, разгоняют до соударения с неподвижной массой с последующим отскоком от нее, во время которого происходит формирование ударного импульса. Однако в ряде случаев (испытания образцов большой массы, нежелание подвергать образец ускорению до удара и др.) применяют другой механизм: разгону подвергают не испытуемый образец, а инерционное тело (молот), при этом ударный импульс формируется в процессе столкновения инерционного тела с устройством, на котором закреплен образец. Такой режим называют режимом без отскока.

Другой способ формирования ударного воздействия состоит в воспроизведении импульсного сигнала с заданным ударным спектром с помощью вибростенда. Вибростенды электродинамического и гидравлического типов способны воспроизвести движение как в форме классического импульса (трапе-

цеидального, пилообразного или полусинусоидального), так и в форме заданной акселерограммы процесса с известным ударным спектром. В последнем случае вибростенд должен иметь систему управления, обычно цифровую. Недостатком применения вибростендов для воспроизведения ударов являются их ограниченные возможности в создании импульсов с большими значениями скорости и перемещения. Возможности применения вибростендов для создания ударных воздействий рассмотрены в приложении С. Характеристики вибростендов — по [1]—[3].

4.3 Классификация по видам испытаний

4.3.1 Стенды для испытаний с воспроизведением классического ударного импульса

Такие стенды используют при испытаниях с воспроизведением ударных импульсов стандартизованной формы по МЭК 60068-2-27, включающих участки предударного и послеударного действия, необходимые для ограничения скорости и перемещения образца. Максимумы предударного и послеударного действия ограничивают некоторой заданной долей пикового значения основного импульса.

4.3.2 Стенды для испытаний с воспроизведением ударного спектра

Такие стенды создают воздействие в виде суммы кратковременных переходных процессов. Измеряют ударный спектр воспроизведенного воздействия, сравнивают его с заданным и полученную разность используют для изменения формы следующего импульса. Обычно для получения удовлетворительной точности воспроизведения ударного спектра описанную процедуру необходимо повторить несколько раз. После этого сформированное ударное воздействие прикладывают к испытуемому образцу. Заданный ударный спектр может быть либо стандартизованным (см. приложение В), либо полученным по результатам измерений вибрации в реальных условиях применения изделия.

4.4 Состав ударного стенда

Ударный стенд включает в себя следующие узлы:

a) жесткий стол или каретку с элементами крепления объекта испытаний и формообразующего устройства;

b) систему направляющих для задания движения каретки;

c) средства накопления потенциальной энергии, необходимой для воспроизведения удара, например, устройства для сжатия или растягивания пружин или шнуров, прикрепленных к каретке;

d) устройство для закрепления каретки на заданной высоте (в заданном положении) перед воспроизведением удара;

e) механизм высвобождения;

f) наковальню или инерционное тело, с которым происходит соударение каретки;

g) систему формообразования импульса, торможения и возврата или систему генерирования сигнала по заданному ударному спектру;

h) систему управления;

i) систему измерения параметров ударного движения;

j) вспомогательные системы энергообеспечения, охлаждения и др. (при необходимости).

5 Характеристики ударного стенда

Ударное движение стола (каретки) должно быть задано либо ударным спектром, либо зависимостью параметров движения от времени. В зависимости от типа ударного стенда (специализированный ударный стенд или вибростенд, работающий в режиме удара) следует, по возможности, заявлять следующие характеристики с допустимыми отклонениями:

a) формы воспроизводимых импульсов;

b) максимальное изменение скорости;

c) максимальное перемещение;

d) диапазоны пиковых ускорений воспроизводимых импульсов в зависимости от их длительности;

e) ускорение в предударном и послеударном участках сигнала;

f) минимальную длительность импульса;

g) диапазон частот вейвлетов, используемых для синтеза сигнала с заданным ударным спектром;

h) отклонение ударного спектра от постоянного значения в пределах 1/3 октавы, 1/6 октавы или 1/12 октавы;

i) максимальную высоту падения, предварительное давление или заряд;

j) массу ненагруженного стола (каретки) и общую массу движущихся частей;

k) максимально допустимое осевое усилие, прилагаемое при закреплении образца;

l) собственные частоты колебаний стола или каретки;

m) собственные частоты колебаний установленного ударного стенда;

n) требуемое давление и объем газа или жидкости;

o) количество и расход жидкости или газа, необходимые для функционирования стенда;

p) тип возвратно-тормозного устройства и значение тормозящей силы;

q) габаритные размеры ударного стенда и его частей, в частности, стола и его принадлежностей;

r) размеры, массу и метод закрепления инерционных тел и требования к несущей способности пола;

s) максимальные размер и массу испытуемого изделия (образца);

t) средства крепления испытуемого изделия и датчиков;

u) частоту воспроизводимых ударов (число ударных импульсов в единицу времени) или минимальный период времени между ударами;

v) характеристики используемой системы измерений;

w) расположение центра тяжести стола ударного стенда и возможные последствия, если центры тяжести стола и испытуемого изделия не будут находиться на одной вертикальной линии;

x) допустимый диапазон изменений условий окружающей среды (температуры воздуха, относительной влажности и др.).

6 Требования к ударным стендам

6.1 Общие требования

В технической документации на ударный стенд изготовитель должен:

- предоставить подробные инструкции по установке, эксплуатации и обслуживанию стенда;

- указать признаки износа заменяемых элементов стенда и возможные неисправности, а также способы их устранения, в частности восстановления изношенных или поврежденных устройств формирования импульсов, устранения негерметичности в гидравлических и пневматических системах;

- описать способы установки испытуемых изделий и крепления переходников и приспособлений к столу стенда, указав при этом, каким образом неправильное (несимметричное) нагружение стола стенда будет влиять на результаты испытаний;

- указать требования к размерам помещения, где будет установлен стенд; к допустимым зазорам между стендом и потолком (стенами) помещения; к зонам передвижения персонала при проведении испытаний и обслуживании стенда;

- указать требования к электропитанию. Нормальное функционирование ударного стенда не должно вызывать появления помех в электросети, способных повлиять на работу измерительной системы и исказить результаты измерений.

Для предотвращения выбросов рабочих жидкостей должны применяться надежные уплотнительные элементы. Все поперечные сечения стволов, цилиндров и трубопроводов должны иметь достаточный коэффициент запаса прочности. При этом в качестве расчетных должны приниматься максимально возможные давления, возникающие в самом неблагоприятном режиме испытаний.

6.2 Требования безопасности

Конструкция стенда и условия его установки должны обеспечивать защиту обслуживающего персонала от осколков в случае разрушения образца в процессе испытаний.

Пушки следует снабжать взрывонепроницаемыми оболочками и размещать в удаленных зонах с ограниченным доступом персонала. Должно быть указано максимальное давление газа, закачиваемого в пушку и максимальные уровни звукового давления, создаваемые ею.

Должен быть предусмотрен способ надежного отведения и закрепления стола, каретки или поршня перед нанесением удара. Необходимо принять меры по предотвращению удара стола или каретки по наковальне во время установки обслуживающим персоналом устройств формирования импульса.

Срабатывание стенда (выполнение удара) должно быть возможно только по команде. Механизм высвобождения (удержания) должен иметь защиту от непреднамеренного срабатывания, например посредством использования двух одновременно включаемых переключателей, один из которых запирается ключом.

Газы, сжимаемые в процессе испытаний, не должны самовоспламеняться.

Поскольку ударные стенды могут быть использованы для испытаний на воздействие удара на человека, они должны иметь свидетельство, подтверждающее их надежность и безопасность в эксплуатации. В таких стендах должен быть обеспечен немедленный доступ к столу (каретке) после нанесения удара, чтобы при необходимости быстро высвободить испытуемого и вывести его из опасной зоны.

Должны быть приняты меры, исключающие возможность поражения персонала и лиц, участвующих в испытаниях, электрическим током.

6.3 Стол или каретка

Столы, каретки, поршни, трубы, направляющие движения или втулки, а также все элементы, участвующие в создании движения образца во время испытаний на ударное воздействие, должны иметь максимальную жесткость, прочность и обладать высоким демпфированием.

Должны быть указаны устройства крепления образца к столу и предельное значение момента затяжки при креплении.

Для столов должно быть указано, снабжены ли они сменными резьбовыми втулками, и способ их установки: заподлицо или с выступом над поверхностью стола. Поверхности, к которым крепят образец, должны быть гладкими и плоскими в пределах заданных допусков. Если стол снабжен втулками, установленными заподлицо, то должна быть указана допускаемая неплоскостность поверхности стола при нормальных климатических условиях [см. МЭК 60068-1:1988 (раздел 5)]. Если на столе установлены сменные выступающие втулки, то должно быть указано допустимое отклонение от плоскостности посадочных поверхностей втулок с учетом допусков на толщину фланцев резьбовых втулок и неплоскостности поверхности их установки.

Должен быть указан максимально допустимый момент затяжки при установке сменных резьбовых втулок, согласованный с характеристиками материалов резьбовых пар.

Стол или каретка должны иметь чертеж (рисунок) в соответствующем масштабе, на котором указывают все необходимые размеры (в том числе определяющие положение сменных втулок) с допусками. Должен быть указан материал, из которого изготовлены втулки.

Должны быть указаны максимально допустимый момент и осевая сила, прикладываемая к втулкам, а также допустимые отклонения от перпендикулярности к посадочной поверхности винтов для крепления образца.

6.4 Начальное выставление или предварительное нагружение

Ударные стенды свободного падения или снабженные разгонными устройствами, а также стенды, имеющие молот или маятник, должны иметь механизм для выставления на заданную высоту или механизм предварительного нагружения, например, с использованием встроенной линейной или угломерной шкалы с индикацией положения. Должна быть указана требуемая точность подъема или оттягивания стола (каретки). Ударный стенд должен быть снабжен устройствами автоматической установки стола (каретки) или устройством индикации о достижении требуемой высоты (требуемого предварительного нагружения). Изготовитель стенда должен указывать максимальную высоту подъема стола (каретки) или максимальное предварительное нагружение.

Должен быть предусмотрен способ плавной разгрузки или опускания стола (каретки) в случае, если окажется необходимым немедленно прекратить испытание.

6.5 Тормозное устройство

Ударные стенды должны быть снабжены соответствующими тормозными устройствами — механическими, электрическими, пневматическими или гидравлическими. Для остановки элементов стенда, совершающих свободное падение, могут быть использованы ударопоглощающие материалы и парашюты.

Конструкция тормозного устройства должна обеспечивать минимальное наложение колебаний на основной ударный импульс, а также однократность воспроизведенного удара.

Изготовитель ударного стенда должен указывать пределы ускорения при торможении, а также силу, которую необходимо приложить для управляемого торможения. Максимальное значение ускорения при торможении не должно превышать 25 % пикового значения ускорения ударного импульса.

Ударный стенд, не оборудованный тормозным устройством, должен иметь соответствующие предупредительные надписи и другие средства, позволяющие предотвратить повреждения его конструкции.

6.6 Инерционное тело

Если принцип действия ударного стенда предполагает использование инерционного тела, то его масса и жесткость должны существенно превышать массу и жесткость стола (каретки).

Инерционное тело должно иметь достаточно высокие резонансные частоты, чтобы избежать их влияния на форму самого короткого ударного импульса, воспроизводимого ударным стендом.

В случаях, когда необходимо изолировать окружающие предметы и снизить динамическую нагрузку на пол от воздействий ударов, создаваемых ударным стендом, инерционное тело устанавливают на подвесах с низкой собственной частотой колебаний. Инерционное тело может также использоваться

для управления возвратом стола или каретки после совершения удара за счет переданного этому телу количества движения.

Изготовитель ударного стенда должен указать рекомендуемые геометрические размеры, значения и соотношение между движущимися массами, включая испытуемый образец и инерционное тело, а также указать методы их установки.

6.7 Устройство (способ) формирования ударного импульса

Использование пружин, прокладок, программаторов формы или генераторов для обеспечения требуемых характеристик ударного импульса (его формы, длительности и пикового ускорения) зависят от вида их силовой характеристики, т. е. зависимости динамической силы от отклонения от начального положения.

Если в обмене количеством движения в процессе удара принимают участие два или более тел, то при выборе устройства формирования ударного импульса необходимо учитывать движение каждого из них.

Должно быть указано специальное оборудование, необходимое для изготовления устройств формирования ударного импульса, например формы для отливки свинцовых прокладок. Руководство по выбору устройств формирования ударных импульсов приведено в приложении А.

Для создания ударного импульса при помощи электродинамического или гидравлического вибростенда обычно используют цифровую систему управления испытаниями, обеспечивающую требуемый выходной сигнал (см. приложение В).

7 Аттестация ударного стенда

7.1 Общие положения

Соответствие характеристик ударного стенда заявленным значениям должно периодически подтверждаться в ходе его аттестации согласно установленной методике. Методика аттестации может быть изложена в виде отдельного документа или являться частью другого документа, входящего в состав технической документации на ударный стенд.

Изготовитель стенда указывает рекомендуемую периодичность аттестации, которая может быть скорректирована пользователем на основе опыта эксплуатации стенда, стабильности проверяемых характеристик, интенсивности использования стенда.

7.2 Средства измерений и вспомогательное оборудование

В комплект поставки ударного стенда должны входить две эквивалентные нагрузки массами $m_{ном}$ и $0{,}5m_{ном}$, где $m_{ном}$ — масса номинальной нагрузки. Если ударный стенд используют для испытаний образцов, чья масса вместе с массой приспособлений для крепления не превышает $0{,}1m_{ном}$, то допускается проводить калибровку стенда без нагрузки. В качестве эквивалентной нагрузки рекомендуется использовать цельнометаллическую отливку в форме цилиндра или правильной призмы, для которых отношение высоты к диаметру (наибольшей диагонали основания) находится в диапазоне от 0,2 до 1,0. (Эквивалентные нагрузки, применяемые при аттестации электродинамических стендов, — по [1].)

Примечание — Допускается проводить калибровку ударного стенда с использованием модели изделия с соответствующими переходниками и устройствами крепления. В этом случае результаты калибровки будут привязаны к конкретному изделию и могут быть использованы только для испытаний образцов данного изделия.

Форма эквивалентной нагрузки должна обеспечивать возможность установки акселерометра в контрольной точке на столе или каретке стенда. Обычно координаты контрольной точки совпадают с геометрическим центром поверхности стола (каретки), если изготовителем не рекомендовано иное.

Средства измерений удара, используемые при аттестации, должны обеспечивать измерения в диапазонах ударных ускорений и длительностей импульса, указанных в технической документации на стенд, с регистрацией зависимости измеряемого параметра движения от времени в процессе удара. Инструментальная неопределенность измерений, включая нелинейность амплитудной характеристики и динамическую погрешность измерительной цепи, должна обеспечивать измерение параметров ударных процессов в контрольной точке в заданном направлении измерений в пределах допуска, установленных стандартами МЭК 60068-2-27 и МЭК 60068-2-81 или изготовителем. Если допуск на параметр вибрации равен 20 %, то расширенная инструментальная неопределенность не должна превышать 7 % при доверительной вероятности 95 %. Калибровку акселерометров, входящих в состав средства измерений, выполняют по ИСО 5347 и ИСО 16063.

Установка акселерометров на столе (каретке) ударного стенда — по ИСО 5348. Для уменьшения погрешности измерений, связанной с деформацией стола или каретки, а также при необходимости измерений поперечного движения используют вспомогательное переходное устройство в виде металлического кубика или цилиндра с максимальным габаритным размером не более 30 мм, на поверхностях которого устанавливают акселерометры.

При аттестации ударного стенда должны быть определены объем и условия испытаний (например, точные значения эквивалентных нагрузок, пиковые значения ускорения, длительности ударных импульсов, форма ударного спектра).

7.3 Типовая процедура аттестации

7.3.1 Предварительный контроль

В ходе предварительного контроля проверяют:

- полноту технической документации на ударный стенд и наличие руководства по эксплуатации;
- соответствие установки ударного стенда рекомендациям изготовителя;
- наличие свидетельств о поверке (калибровке) средств измерений, входящих в состав ударного стенда;
- возможности включения и выключения ударного стенда, настройки режимов его работы;
- функционирование системы измерений;
- выполнение требований безопасности в соответствии с технической документацией изготовителя.

7.3.2 Испытания (для каждого режима работы ударного стенда)

7.3.2.1 Пиковое значение ускорения

Проводят измерения для минимального, максимального и промежуточных значений пикового ускорения, воспроизводимого стендом, при эквивалентной нагрузке с номинальной массой m_{nom} и без нагрузки. Для каждого из указанных сочетаний пиковых ускорений и массы нагрузки ударное воздействие повторяют не менее трех раз. Оценку пикового значения ускорения получают усреднением по результатам повторных испытаний.

7.3.2.2 Длительность ударного импульса

Длительности ударного импульса определяют по усредненным в соответствии с 7.3.2.1 кривым зависимости ускорения от времени. Как правило, длительность импульса определяют по уровню 10 % пикового значения ускорения.

7.3.2.3 Форма ударного импульса

Усредненные в соответствии с 7.3.2.1 кривые ускорения сравнивают с формами импульсов и допусками на них, установленными в МЭК 60068-2-27, если иное не определено в методике аттестации.

7.3.2.4 Коэффициент наложенных колебаний

Коэффициент наложенных колебаний определяют согласно приложению В (раздел В.3).

7.3.2.5 Нестабильность пикового значения ускорения

Для режима одиночного удара нестабильность пикового значения ускорения определяют как максимальное отклонение этого параметра от среднего значения в серии ударов. Для режима повторных ударов нестабильность пикового значения определяют как отклонение пиковых значений первого и последнего импульса после усреднения по 7.3.2.1.

7.3.2.6 Число ударных импульсов в единицу времени

Если ударный стенд имеет режим повторных ударов, то число ударных импульсов в единицу времени определяют как среднее число ударов за одну минуту в серии измерений.

7.3.2.7 Равномерность ускорения по столу (каретке)

Равномерность ускорения по столу (каретке) проверяют с использованием системы измерений с двумя измерительными каналами методом, указанным в приложении D. Один из акселерометров устанавливают в контрольной точке, а другой — в точке на столе (каретке), максимально удаленной от контрольной точки. Измерения проводят при работе ударного стенда без нагрузки для получения максимального ускорения удара.

7.3.2.8 Относительное поперечное ускорение

Относительное поперечное ускорение, воспроизводимое ударным стендом, определяют при помощи трехкомпонентного датчика ударного ускорения, установленного в контрольной точке стенда. Допускается использовать три однокомпонентных датчика, установленных на кубике. Относительный коэффициент поперечного преобразования датчиков не должен превышать 5 %. Низшая собственная частота установленных датчиков в поперечном направлении и верхний предел допускаемого ускорения в поперечном направлении должны обеспечивать измерение истинных значений поперечных составляющих ускорения с неопределенностью, не более чем в три раза превышающей неопределенность изме-

рения ускорения в предполагаемом направлении удара. Измерения проводят для промежуточного значения пикового ударного ускорения, рекомендуемого изготовителем стенда, при эквиваленте нагрузки массой $0,5m_{ном}$. Способ расчета относительного поперечного ускорения приведен в приложении D.

7.3.2.9 Магнитное поле рассеяния

Для ударных стендов электродинамического типа определяют максимальную индукцию магнитного поля рассеяния над столом стенда согласно приложению Е. Испытания данного вида обычно проводят только в процессе первичной аттестации ударного стенда.

7.3.2.10 Ударный спектр

Измерения и вычисления ударного спектра проводят согласно приложению В в режимах работы, заявленных изготовителем стенда. Воспроизведенный ударный спектр должен соответствовать требованиям стандарта на методы испытаний с использованием воздействия данного вида или требованиям, указанным в технической документации изготовителя.

Приложение А
(справочное)

Устройства формирования ударных импульсов

А.1 Устройства формирования импульсов полусинусоидальной и треугольной формы

А.1.1 Общие положения

Импульсы треугольной и полусинусоидальной формы обычно создают при помощи различных устройств с использованием отскока. Сочетание соударяющейся массы и устройства для создания формы импульса в этом случае образует классическую систему масса—пружина с одной степенью свободы без демпфирования, а ударный импульс представляет собой полупериод свободных колебаний такой системы. Устройство формирования ударного импульса действует в этом случае как пружина. Пружина с идеальной линейной или квазилинейной характеристикой (зависимостью силы от деформации) генерирует импульс полусинусоидальной формы. Пружина с нелинейной характеристикой с возрастающим сопротивлением генерирует импульсы с формой, приближающейся к треугольной.

А.1.2 Эластомерные устройства

Эластомеры представляют собой квазиупругие устройства формирования импульса и обычно используются для создания импульсов полусинусоидальной формы в тех случаях, когда требуется большая жесткость пружины. При повышении сжатия материала формируются импульсы треугольной или параболической формы. Резина и резиноподобные материалы в общем случае способны выдерживать большое количество ударов.

А.1.3 Высокопрочные пластики

Квазиупругие формообразующие устройства из высокопрочных пластмасс обычно применяют для создания полусинусоидальных импульсов короткой длительности в тех случаях, когда необходима высокая динамическая жесткость пружины. Используемыми материалами могут быть полипропилен, поливинилиденхлорид, гомополимеры ацеталей, текстолиты на основе фенольных смол и др. Обычно формообразующие устройства создают с таким расчетом, чтобы максимальное напряжение не превышало пределов упругости материала, что дает возможность их многократного применения. Импульсы треугольной формы могут быть получены, когда эти материалы сжимаются последовательно с материалом, имеющим приблизительно линейную силовую характеристику.

А.1.4 Жидкостные и квазижидкостные пружины

Жидкостная пружина является квазиупругим формообразующим устройством, обычно используемым для формирования импульсов полусинусоидальной формы. Жидкостная пружина представляет собой гидроцилиндр, в котором жидкость, например гидравлическое масло, испытывает сжатие во время удара. Видоизменениями в конструкции жидкостной пружины удается добиться различной степени сжатия, что обеспечивает различные длительности ударного импульса и пиковые значения ударного ускорения. Жидкостная пружина не требует перезарядки после каждого удара. В квазижидкостных пружинах в качестве рабочего тела используют высокотекучий эластомер, который работает как жидкость.

А.1.5 Газовые пружины (устройства с переменной силой)

Газовая пружина является упругим формообразующим устройством, которое способно обеспечить воспроизведение импульсов регулируемой симметричной формы в зависимости от начального давления заряжания в пружине, начального объема и степени сжатия во время удара. Низкое давление заряжания в сочетании с высокой степенью сжатия (по отношению к начальному объему) позволяет получить импульсы колоколообразной формы. В качестве рабочего тела в газовых пружинах обычно используют азот.

А.2 Устройства формирования импульсов прямоугольной и трапецеидальной формы

А.2.1 Общие положения

Импульсы прямоугольной и трапецеидальной формы создают устройствами, в которых сила сжатия (отклонение) остается неизменной в течение некоторого времени. Подобные устройства могут иметь линейную или нелинейную силовую характеристику.

А.2.2 Свинцовые отливки

Для изготовления формообразующих устройств, создающих импульсы прямоугольной формы, могут быть использованы разрушаемые свинцовые отливки в форме цилиндров или параллелепипедов. Эти устройства создают импульсы короткой длительности. Свинцовые отливки подлежат замене после каждого удара, однако свинец может быть переплавлен и отлит заново.

А.2.3 Сотовые конструкции

Сотовые конструкции являются неупругими формообразующими устройствами, которые получают, например, из металлической фольги путем формирования структуры тонкостенных ячеек. При нагружении ячейки сминаются и неупруго деформируются. Сотовые конструкции могут быть использованы для создания ударных импульсов трапецеидальной формы с заданным временем нарастания импульса и подлежат замене после каждого удара.

А.2.4 Газовые пружины (устройства с постоянной силой)

Часто для создания ударных импульсов прямоугольной или трапецеидальной формы используют газовые пружины. Такие пружины обычно имеют высокое начальное давление заряжания и малое изменение объема относительно начального значения. Это обеспечивает практически постоянное значение силы при сжатии пружины. При последовательном соединении с эластомерными устройствами или жидкостными пружинами газовые пружины создают импульсы трапецеидальной формы.

А.3 Устройства формирования импульсов пилообразной формы

А.3.1 Общие положения

Устройства формирования импульсов пилообразной формы должны иметь силовую характеристику с линейной зависимостью коэффициента упругости от сжатия. Устройства формирования пилообразных импульсов с коротким задним фронтом должны иметь нелинейную зависимость коэффициента упругости от сжатия. Значение силы сопротивления в этом случае быстро падает до нулевого значения после достижения максимума. В силу своей асимметрии эти импульсы всегда формируются в устройствах с соударением без отскока.

А.3.2 Свинцовые отливки

Свинцовые отливки являются формообразующим устройством с неупругой относительной деформацией. Форма ударного импульса определяется геометрической формой свинцовой отливки. Например, сжатие свинцового конуса дает импульс треугольной формы, приближающийся к пилообразному с пиком в конце импульса. Отливка может использоваться только однократно вследствие потери формы после соударения, однако свинец может быть переплавлен и отлит заново.

А.3.3 Сотовые конструкции специальной формы

Для создания несимметричных ударных импульсов могут быть использованы сотовые конструкции различной формы, описанные в А.2.3. Например, ударные импульсы пилообразной формы могут быть получены при соударении через сотовую призму треугольной формы, в которой площадь поперечного сечения линейно возрастает по мере ее деформации.

А.3.4 Цилиндрические дифференциальные газовые пружины с предварительным заполнением

Предварительно заряженные цилиндрические дифференциальные газовые пружины в комбинации с последовательно подключенными квазиупругими элементами обеспечивают сочетание характеристик элементов с постоянным или возрастающим коэффициентом упругости и элемента с быстрым спадом силы сопротивления. В этом случае передний фронт импульса определяется используемым квазиупругим элементом, а пиковое значение и длительность спада — газовой пружиной.

Приложение В
(справочное)

Синтез и анализ ударного воздействия

В.1 Общие положения

В соответствии с МЭК 60068-2-27 испытания изделий на удар проводят с воспроизведением одной из трех форм ударных импульсов (пилообразной с пиком в конце, полусинусоидальной или треугольной) с заданной степенью жесткости испытаний без ограничений на используемый ударный стенд. Форму импульса и степени жесткости испытаний выбирают в соответствии с техническими особенностями испытуемого изделия.

При необходимости надежного моделирования реальных условий ударных воздействий на изделие используют испытания с воспроизведением ударного спектра. Основные принципы испытаний с использованием заданного ударного спектра приведены в МЭК 60068-2-27:1987 (приложение В).

В.2 Синтез ударного воздействия

Во многих практических случаях воздействие ударов на изделие приводит к его отклику в форме колебаний. Условия ударных воздействий удобно описывать через такие отклики в виде ударного спектра, причем один и тот же ударный спектр может быть получен для широкого многообразия форм входных ударных воздействий. Это дает возможность выбора наиболее удобного способа формирования входного сигнала.

На практике широко применяют способ формирования ударного воздействия $a(t)$ в виде суммы затухающих вейвлетов

$$a(t) = \sum_i A_i \exp(-\varepsilon_i \omega_i t) \sin(\omega_i t + \varphi_i), \qquad (B.1)$$

где $a(t)$ — ускорение ударного движения;

A_i — амплитуда i-го вейвлета;

ε_i — коэффициент затухания i-го вейвлета;

ω_i — угловая частота i-го вейвлета;

φ_i — начальная фаза i-го вейвлета;

t — время.

Параметры A_i, φ_i и ε_i обычно выбирают случайным образом из диапазона их значений для данного ударного стенда.

Для создания ударного воздействия с заданным ударным спектром чаще всего используют электродинамический или гидравлический вибростенд с цифровой системой управления. Система управления позволяет сформировать требуемое ударное воздействие в ходе следующей поэтапной процедуры.

a) задается ансамбль колебательных систем с одной степенью свободы (осцилляторов) с заданными коэффициентом затухания и расстояниями между собственными частотами осцилляторов;

b) формируется временной сигнал в виде суммы вейвлетов с разными частотами ω_i согласно уравнению (В.1);

c) сформированный временной сигнал подается на входы осцилляторов;

d) измеряются максимальные значения откликов всех осцилляторов. Зависимость максимальных значений откликов осцилляторов от их собственных частот представляет собой ударный спектр для сигнала, полученного на этапе b);

e) полученный ударный спектр сравнивается с заданным и рассчитывается разность между ними для частот собственных колебаний всех осцилляторов;

f) входной сигнал корректируется с учетом результатов, полученных на этапе e). После этого этапы a)—f) повторяются до тех пор, пока не будет получено удовлетворительное совпадение ударных спектров.

Полученный в результате выполнения указанной процедуры временной сигнал будет представлять собой ударное воздействие, которое должно быть воспроизведено на столе вибростенда. Этот сигнал используют в качестве сигнала задающего генератора, после чего система управления корректирует его с учетом передаточной характеристики вибростенда с установленными на нем испытуемым образцом и устройствами крепления.

Примечание 1 — Процедуры формирования сигнала задающего генератора и коррекции с учетом передаточной характеристики вибростенда могут выполняться одновременно.

Примечание 2 — Дополнительная информация о формировании сигналов с заданным ударным спектром приведена в МЭК 60068-2-81.

Максимальное ускорение, развиваемое на столе вибростенда, совпадает с максимальным откликом осциллятора, собственная частота которого стремится к бесконечности. Эту высокочастотную асимптоту ударного спектра называют часто ускорением нулевого периода.

Описанная процедура формирования ударного воздействия с помощью системы управления позволяет воспроизвести ударный спектр, многократно превосходящий по максимальному значению тот, что данный вибростенд был бы способен создать с использованием импульса классической формы. Соответственно процедура синтеза ударного воздействия позволяет воспроизвести тот же ударный спектр со значительно меньшим усилием, прилагаемым к образцу, чем это сделал бы обычный ударный стенд. Это объясняется тем, что в синтезированном сигнале энергия удара распределена по многим переходным процессам, а не сосредоточена в одном ударном импульсе.

В.3 Анализ ударного воздействия

Для расчета текущих ударных спектров может быть использована следующая формула, основанная на дискретном аналоге дифференциального уравнения 2-го порядка [8]

$$y_m = b_0 x_m + b_1 x_{m-1} + b_2 x_{m-2} - c_1 y_{m-1} - c_2 y_{m-2}, \quad (B.2)$$

где y_m, y_{m-1}, y_{m-2} — последовательные отсчеты отклика осциллятора, разделенные интервалом дискретизации T_d;

x_m, x_{m-1}, x_{m-2} — отсчеты в те же моменты времени входного ударного воздействия $a(t)$;

b_0, b_1, b_3, c_1, c_2 — коэффициенты, определяемые передаточной функцией осциллятора по формулам.

$$b_0 = 1 - E\frac{\sin K}{K}, \quad (B.3)$$

$$b_1 = 2E\left(\frac{\sin K}{K} - \cos K\right), \quad (B.4)$$

$$b_2 = E\left(E - \frac{\sin K}{K}\right), \quad (B.5)$$

$$c_1 = -2E\cos K, \quad (B.6)$$

$$c_2 = E^2, \quad (B.7)$$

где E и K — параметры, определяемые по формулам:

$$E = \exp(-2\varepsilon\pi f_n T_d), \quad (B.8)$$

$$K = -2\varepsilon\pi f_n T_d\sqrt{1-\varepsilon^2}. \quad (B.9)$$

где f_n — собственная частота осциллятора без демпфирования,

ε — относительное демпфирование осциллятора;

T_d — интервал дискретизации.

Если относительное демпфирование осциллятора мало, то для получения полного сигнала отклика требуется большое число точек дискретизации. При этом максимальное значение отклика может достигаться после завершения действия входного импульса. В этом случае более эффективным может оказаться расчет отклика осциллятора в частотной области, например, с использованием процедуры быстрого преобразования Фурье входного сигнала.

Программа расчета ударных спектров должна быть аттестована при помощи тестовых сигналов, для которых может быть теоретически рассчитан отклик осциллятора. Погрешность расчета ударного спектра будет максимальной, если входной импульс будет иметь прямоугольную форму, поэтому именно такие импульсы следует применять в качестве тестового сигнала в процессе аттестации.

Для ударных стендов, воспроизводящих сложные ударные процессы со случайными амплитудами и фазами отдельных частотных составляющих, рекомендуется применять усреднение ударных спектров по нескольким реализациям или сглаживание текущего результата. При значительной мощности высокочастотных составляющих удобно для оси частот использовать логарифмический масштаб.

Одной из важных характеристик синтезированного ударного воздействия является коэффициент наложенных колебаний r_{so}, который рассчитывают для усредненного по нескольким реализациям ударного импульса по формуле

$$r_{so} = \frac{1}{2A_p}\sum_{i=1}^{n-1}|A_i - A_{i-1}|, \quad (B.10)$$

где A_p — пиковое значение ускорения ударного воздействия;

A_i — значение максимума (i нечетное) или минимума (i четное) ускорения ударного воздействия,

i — номер экстремума ускорения ударного воздействия;

n — число экстремумов в сигнале ускорения ударного воздействия.

Приложение С
(справочное)

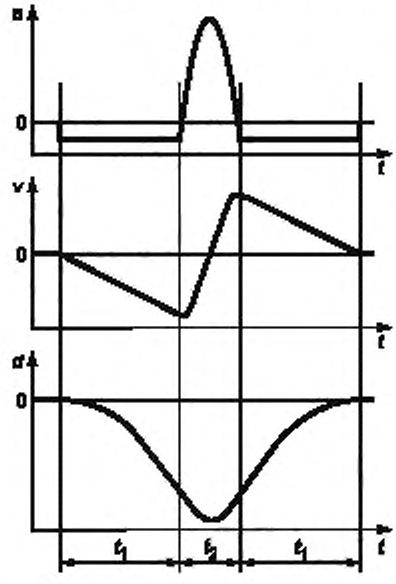
Применение вибростендов в режиме удара

Для создания многократных ударов разной формы могут использоваться электродинамические вибростенды. Удары классической формы (полусинусоидальной, пилообразной, трапецеидальной) получают с использованием цифровых систем управления, позволяющих добиться высокой точности воспроизведения.

Система управления при воспроизведении вибростендом ударного импульса должна работать так, чтобы значения силы, ускорения, скорости и перемещения не превышали расчетных значений. При этом основной проблемой является правильный выбор участков предударного и послеударного действия, позволяющих, с одной стороны, обеспечить реализацию основного ударного импульса, и в то же время привести кинематические параметры движения вибростенда к заданным значениям по завершении ударного воздействия.

Дальнейшее изложение дано в предположении, что вибростенд воспроизводит импульс полусинусоидальной формы, а участки предударного и послеударного действия имеют вид прямоугольных импульсов (см. рисунок С.1). Тогда максимальное пиковое значение ускорения A_p, которое способен развить стенд, будет ограничено максимально допустимым ускорением в обратном направлении, создаваемом предударным и послеударным импульсами, которое обычно не может превышать 20 % A_p.

Расчет пикового ускорения должен учитывать движение в противоположных направлениях масс корпуса вибростенда M_b и подвижных частей вибростенда вместе с испытуемым образцом M_a. Дополнительно необходимо принимать во внимание максимальные расчетные значения выталкивающей силы и скорости, которые способен воспроизвести вибростенд. В общем случае максимальное значение выталкивающей силы при воспроизведении удара можно принять равным удвоенной максимальной силе в режиме гармонических колебаний при условии, что при этом все остальные характеристики вибростенда остаются в пределах допусков.



a — ускорение ударного импульса; v — скорость; d — перемещение; t — время; t_1 — длительность предударного (послеударного) импульса; t_2 — длительность импульса (основной части)

Рисунок С.1 — Сигналы ускорения, скорости и перемещения для импульса полусинусоидальной формы

Максимально возможное изменение скорости во время удара определяется максимальным выходным напряжением усилителя мощности и зависит от конструкции вибростенда и усилителя мощности.

Для ударного импульса полусинусоидальной формы справедливы следующие соотношения:

$$\Delta v = \frac{2A_p t_2}{\pi}, \qquad (C.1)$$

$$A_p = \frac{2\pi^2 RP}{t_2^2(1+2P)} \cdot \frac{M_b}{M_b + M_a}, \qquad (C.2)$$

где Δv — изменение скорости во время удара;

A_p — пиковое значение ускорения;

t_2 — длительность импульса;

R — максимальное перемещение;

P — отношение максимального ускорения предударного (послеударного) импульса к пиковому ускорению;

M_b — масса корпуса вибростенда;

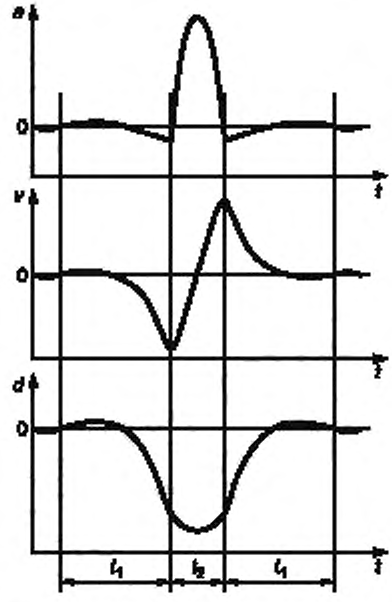
M_a — масса подвижной части вибростенда вместе с образцом и устройством крепления.

В таблице С.1 приведены типичные значения A_p и t_2 для электродинамических вибростендов с ходом (размахом перемещения) катушки возбуждения 51 мм для $P = 0{,}1$.

Таблица С.1

A_p, м/с^2	t_2, мс
5	30
10	16
15	11
25	6
30	11
40	
50	
75	

Формулы (С.1) и (С.2) следует использовать только в качестве общего руководства, поскольку реальные формы предударного и послеударного импульсов прямоугольными не являются (см. рисунок С.2), что приведет к отклонениям от расчетных значений.



a — ускорение ударного импульса: v — скорость; d — перемещение; t — время, t_1 — длительность предударного (послеударного) импульса: t_2 — длительность импульса (основной части)

Рисунок С.2 — Сигналы ускорения, скорости и перемещения при воспроизведении ударного импульса полусинусоидальной формы с оптимизированными предударными и послеударными участками

Анализ передаточной функции вибростенда, используемого для воспроизведения ударных воздействий произвольной формы, включает в себя следующие этапы:

a) заменяют гармонический сигнал напряжения на входе усилителя мощности вибростенда прямоугольным сигналом $u(t)$ с тем же пиковым значением;

b) регистрируют сигнал ускорения $a(t)$ на столе вибростенда и регулируют амплитуду и длительность входного сигнала $u(t)$ так, чтобы воспроизведенный сигнал $a(t)$ находился в линейном диапазоне амплитуд вибростенда (см. рисунок С.3);

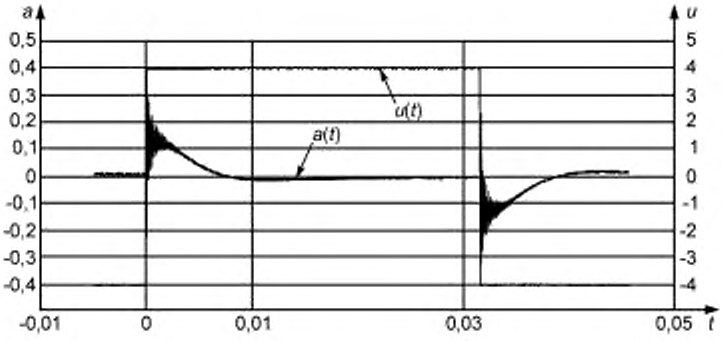
c) регистрируют и анализируют низкочастотный сигнал на столе вибростенда (см. рисунок С.4);

d) регистрируют и анализируют сигнал на столе вибростенда в области средних частот (см. рисунок С.5);

e) регистрируют и анализируют сигнал на столе вибростенда в области высоких частот (см. рисунок С.6);

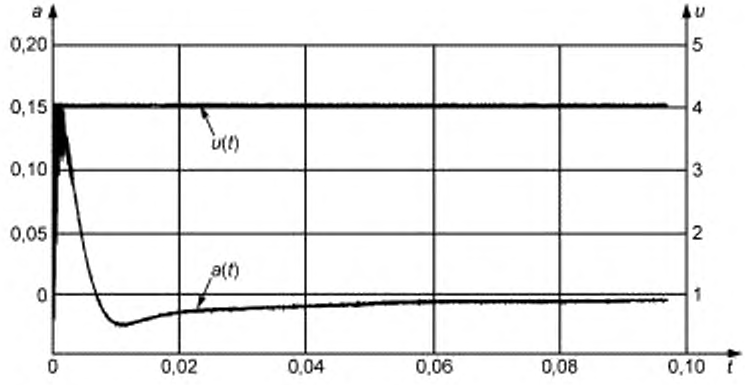
f) полученные результаты используют для апроксимации передаточной функции (импульсной характеристики) вибростенда;

g) с помощью полученной передаточной функции (импульсной характеристики) рассчитывают отклик вибростенда на произвольный входной сигнал.



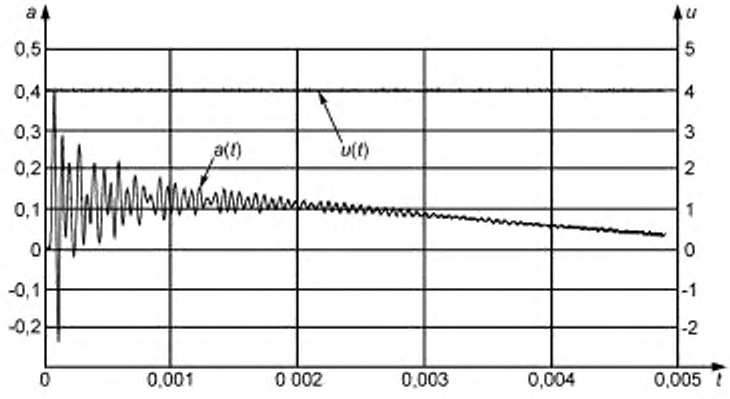
$a(t)$ — ускорение на столе вибростенда, $u(t)$ — напряжение на входе усилителя мощности вибростенда, t — время, с

Рисунок С.3 — Входной и выходной сигналы, используемые для расчета передаточной функции вибростенда



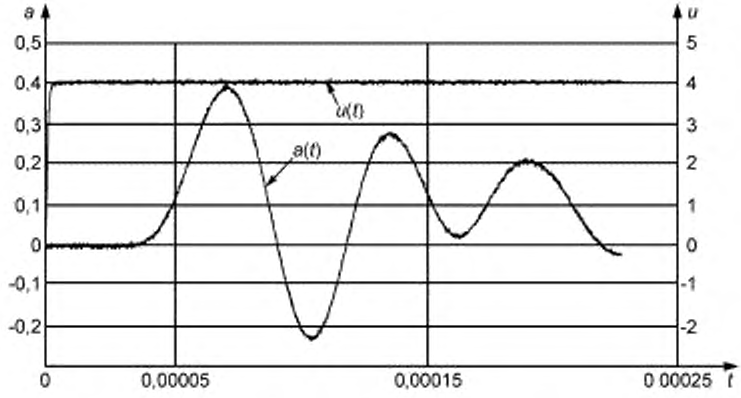
$a(t)$ — ускорение на столе вибростенда; $u(t)$ — напряжение на входе усилителя мощности вибростенда; t — время, с

Рисунок С.4 — Отклик вибростенда в области низких частот



a (t) — ускорение на столе вибростенда: u (t) — напряжение на входе усилителя мощности вибростенда; t — время, с

Рисунок С.5 — Отклик вибростенда в области средних частот



a (t) — ускорение на столе вибростенда; u (t) — напряжение на входе усилителя мощности вибростенда; t — время, с

Рисунок С.6 — Отклик вибростенда в области высоких частот

Приложение D
(обязательное)

Определение неравномерности распределения ускорения и относительного поперечного движения на столе ударного стенда

D.1 Определение неравномерности распределения ускорения на столе ударного стенда

Неравномерность распределения ускорения на столе ударного стенда определяют методом замещения. Для измерений используют два акселерометра. Акселерометр *A* устанавливают в контрольной точке, акселерометр *B* — в точке на столе стенда, максимально удаленной от контрольной.

Сначала определяют среднее значение отношения пиковых значений напряжений на выходах пары акселерометров при заданном ударном ускорении и длительности импульса $(U_{pA}/U_{pB})_1$.

Затем акселерометры меняют местами (замещают один другим) и для того же ударного воздействия определяют новое среднее значение отношения: $(U_{pA}/U_{pB})_2$.

Неравномерность распределения ускорения на столе ударного стенда K_{un}, в процентах, определяют по формуле

$$K_{un} = \sqrt{\frac{(U_{pA}/U_{pB})_1}{(U_{pA}/U_{pB})_2}} \cdot 100. \qquad (D.1)$$

D.2 Определение относительного поперечного движения на столе ударного стенда

Относительную величину поперечных составляющих ускорения на столе ударного стенда K_{tr}, в процентах, определяют при заданном ударном ускорении и длительности импульса по формуле

$$K_{tr} = \max\left\{\frac{\sqrt{a_{xi}^2 + a_{yi}^2}}{a_{zi}}\right\} \cdot 100, \qquad (D.2)$$

где a_{zi} — ускорение в направлении удара в *i*-м эксперименте;

a_{xi}, a_{yi} — ускорения во взаимно перпендикулярных направлениях, перпендикулярных к направлению удара в *i*-м эксперименте.

Эксперимент повторяют для разных направлений *x* и *y*, измеряя ускорения одновременно во всех трех взаимно перпендикулярных направлениях, после чего выбирают максимальное соотношение по формуле (D.2).

Если измерения проводят с использованием кубика, к которому крепят три однокомпонентных датчика ускорения, то должно быть выдержано условие

$$\frac{c}{4L} \geq \frac{5}{t}, \qquad (D.3)$$

где *c* — скорость звука в материале кубика, м/с;

L — длина ребра кубика, м;

t — длительность наиболее короткого импульса, с.

Приложение E
(обязательное)

Магнитное поле рассеяния

Изготовитель электродинамического ударного стенда должен определить, как изменяется индукция магнитного поля в осевом направлении при удалении от геометрического центра стола, а также значение этой величины над каждой резьбовой втулкой на расстоянии в четверть диаметра окружности болта наибольшего размера. Максимальное из полученных значений магнитной индукции задают как характеристику ударного стенда.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ИСО 2041:1990	—	*
ИСО 5347 (все части)	—	*
ИСО 5348	IDT	ГОСТ ИСО 5348—2002 «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров»
ИСО 15261	—	*
ИСО 16063 (все части)	IDT	ГОСТ Р ИСО 16063-1—2009 «Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 1. Основные положения» ГОСТ Р ИСО 16063-11—2009 «Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 11. Первичная вибрационная калибровка методами лазерной интерферометрии» ГОСТ Р ИСО 16063-12—2009 «Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 12. Первичная вибрационная калибровка на основе принципа взаимности» ГОСТ Р ИСО 16063-21—2009 «Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 21. Вибрационная калибровка сравнением с эталонным преобразователем»
МЭК 60068-1	—	*
МЭК 60068-2-27	MOD	ГОСТ Р 51371—99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов»
МЭК 60068-2—81	MOD	ГОСТ Р 53190—2008 (МЭК 60068-2-81:2003) «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на удар с воспроизведением ударного спектра»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

[1] ISO 5344, Electrodynamic vibration generating systems — Performance characteristics

[2] ISO 6070, Auxiliary tables for vibration generators — Methods of describing equipment characteristics

[3] ISO 8626, Servo-hydraulic test equipment for generating vibration — Method of describing characteristics

[4] IEC 60068-2-29, Environmental testing — Part 2: Tests — Test Eb and guidance: Bump[1)]

[5] IEC 60068-2-31, Environmental testing — Part 2: Tests — Test Ec: Drop and topple, primarily for equipment-type specimens[2)]

[6] IEC 60068-2-32, Environmental testing — Part 2: Tests — Test Ed: Free fall[2)]

[7] IEC 60068-2-47, Environmental testing — Part 2-47: Test — Mounting of specimens, vibration, impact and similar dynamic tests[3)]

[8] IEC 60068-2-55, Environmental testing — Part 2: Tests — Test Ee and guidance: Bounce

[9] IEC 60068-2-75, Environmental testing — Part 2-75: Tests — Test Eh: Hammer tests[4)]

[10] Harris C.M., Crede C.E. Shock and Vibration Handbook, 2nd edition, McGraw-Hill, 1976

[11] SMALLWOOD D.O. An Improved Recursive Formula For Calculating Shock Response Spectra. Sandia National Labs., Shock and Vibration Bulletin, No. 51, Part 2, May 1981

[1)] Соответствует ГОСТ Р 51371—99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов».

[2)] Соответствует ГОСТ Р 52561—2006 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов при свободном падении, при падении вследствие опрокидывания, на воздействие качки и длительных наклонов».

[3)] Соответствует ГОСТ 30630.0.0—99 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования».

[4)] Соответствует ГОСТ Р 52762—2007 «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие ударов по оболочке изделия».

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 17.160 Т34

Ключевые слова: удар, ударный стенд, ударный импульс, классический удар, ударный спектр, характеристики, испытания

Редактор *Б.Н. Колесов*
Технический редактор *О.Н. Власова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 10.08.2011. Подписано в печать 29.08.2011. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,23. Тираж 121 экз. Зак. 792.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник»,
117418 Москва, Нахимовский проспект, 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru