МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO/TS 15694— 2015

Вибрация и удар

ИЗМЕРЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ И ОЦЕНКА ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Одиночные ударные импульсы

(ISO/TS 15694:2004,
Mechanical vibration and shock — Measurement and evaluation of single shocks transmitted from hand-held and hand-guided machines to the hand-arm system, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного документа, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 12 ноября 2015 г. № 82-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166)004— 97	Код страны по МК (ИСО 3166)004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2016 г. № 227-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO/TS 15694—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 ноября 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/TS 15694:2004 «Вибрация и удар. Измерения и оценка передаваемых на руки оператора одиночных ударов от ручных машин и машин с ручным управлением» («Mechanical vibration and shock — Measurement and evaluation of single shocks transmitted from hand-held and hand-guided machines to the hand-arm system», IDT).

Международный документ разработан Европейским комитетом по стандартизации (CEN) в сотрудничестве с подкомитетом ISO/TC 108/SC 4 «Воздействие вибрации и ударов на человека» технического комитета по стандартизации ISO/TC 108 «Вибрация, удар и контроль состояния» Международной организации по стандартизации (ISO) в рамках Соглашения о техническом сотрудничестве между ISO и CEN (Венское соглашение).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного документа для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Май 2019 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© ISO, 2004 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2016, 2019

В Российской Федерации 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 Параметры одиночных ударов 2
5 Средства измерений 5
6 Метод измерений 5
7 Протокол испытаний 6
Приложение А (обязательное) Требования к средствам измерений и методы испытаний 7
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендации в отношении цифровых средств измерений 9
Приложение С (справочное) Рекомендации в отношении цифровых средств измерений 11
Приложение D (обязательное) Функция частотной коррекции $flat_h$ 12
Приложение Е (обязательное) Функция частотной коррекции W_h 14
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 16
Библиография 17

Введение

Влияние повторяющихся ударов на организм человека в полной мере еще не изучено. Проведенные исследования (см. [5], [9], [11]) показывают, что имеющихся знаний недостаточно для решения вопроса, может ли метод, изложенный в EN ISO 5349-1, быть распространен на оценку риска локальной вибрации в виде ударных нагрузок.

Тем не менее даже при отсутствии единого мнения о возможности оценки ударных воздействий от ручных машин и машин с ручным управлением целесообразно установить единый подход к описанию этих воздействий. Указанной цели посвящен настоящий стандарт, который устанавливает методы:

- сбора данных о передаваемых на руки работника одиночных ударных импульсах с точным указанием условий их воздействия;
- представления информации об ударных воздействиях, производимых механизированным инструментом, в целях сравнения разных моделей и экземпляров инструмента.

К механизированному инструменту, способному создавать ударные воздействия, относятся, например, гвоздезабивные и скобозабивные машины. К их числу не отнесены ударные гайковерты, поскольку для таких машин выделение отдельных одиночных ударов, как правило, невозможно.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Вибрация и удар

ИЗМЕРЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ И ОЦЕНКА ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Одиночные ударные импульсы

Vibration and shock. Measurement of hand-transmitted vibration and evaluation of human exposure. Single shocks

Дата введения — 2016—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы измерения одиночных ударных импульсов на рукоятках ручных машин и машин с ручным управлением при частоте повторения импульсов, не превышающей 5 Гц.

Примечание — Для описания отдельных импульсов настоящий стандарт устанавливает характеристики, отличающиеся от используемых для локальной вибрации по EN ISO 5349-1.

Настоящий стандарт устанавливает также дополнительные требования к средствам измерений одиночных импульсов (см. приложения A, B, D и E).

Данные, полученные в соответствии с методами настоящего стандарта, могут быть использованы для заявления характеристик ударной активности инструмента и для разработки критериев оценки риска воздействия одиночных ударных импульсов.

Настоящий стандарт не устанавливает процедуры и правила оценки воздействия одиночных импульсов, создаваемых ручными машинами и машинами с ручным управлением, на работников.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание стандарта. Для недатированных — последнее издание (включая все изменения).

EN 1033[1)], Hand-arm vibration — Laboratory measurement of vibration at the grip surface of hand-guided machinery — General

ENV 28041[2)], Human response to vibration — Measuring instrumentation (ISO 8041:1990) (Воздействие вибрации на человека. Средства измерений)

EN ISO 5349-1:2001, Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 1: General requirements (EN ISO 5349-1:2001) (Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования)

EN ISO 5349-2, Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace (EN ISO 5349-2:2001) (Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Практическое руководство по проведению измерений на рабочих местах)

CEN ISO 8662-11[3)], Hand-held portable power tools — Measurement of vibrations at the handle — Part 11: Fastener driving tools (nailers) (ISO 8662-11:1999+Amd.1:2001) (Ручные машины. Измерения вибрации на рукоятке. Часть 11. Машины для забивания крепежных средств)

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

[1)] Действует EN ISO 20643:2012.
[2)] Действует EN ISO 8041-1:2017.
[3)] Действует ISO/TS 8662-11:2004.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены условные обозначения по EN ISO 5349-1, термины по EN ISO 5349-2, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **одиночный удар** (single shock): Всплеск ускорения короткой длительности.

Примечание 1 — Сигнал ускорения одиночного удара включает в себя подъем до пикового значения (см. 4.7) с последующими затухающими колебаниями.

Примечание 2 — В принципе одиночный удар может быть определен через другие физические величины, например через силу или механическую мощность, передаваемую в систему «кисть — рука». Однако в силу практических особенностей измерений принято описывать одиночные удары через параметры ускорения (см. также приложение С).

Пример — Одиночные удары или вибрацию в виде ударных импульсов создают, например, гвоздезабивные и скобозабивные машины. Длительность ударных импульсов для этих машин составляет обычно порядка 10 мс. Период между ударами много больше длительности ударного импульса (например, более 200 мс).

3.2 **вибрация в виде ударных импульсов** (single-shock vibration): Ряд одиночных ударов, разделенных между собой периодами нулевого ускорения.

Пример — См. пример в 3.1.

3.3 **период повторения T_{rep}** (repetition time): Временной интервал между двумя последовательными одиночными ударами.

3.4 **частота повторения f_0** (strike rate): Величина, обратная T_{rep} (если T_{rep} имеет постоянное значение), т.е. $f_0 = 1/T_{rep}$.

4 Параметры одиночных ударов

4.1 Ускорение

Основной величиной, используемой для описания одиночных ударов, служит ускорение $a(t)$. Все характеристики, установленные настоящим стандартом, являются параметрами этой величины.

Примечание — О применении величины скорости для описания одиночных ударов см. приложение С.

4.2 Ускорение с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Ускорение, корректированное по частотной характеристике $flat_h$, $a_{hF}(t)$ представляет собой ускорение в полосе частот от 6,3 до 1250 Гц. Фильтр, реализующий частотную характеристику $flat_h$, описан в приложении D.

Примечание 1 — Указанная полоса соответствует диапазону частот, охватываемому октавными полосами со среднегеометрическими частотами от 8 до 1000 Гц. В некоторых случаях может потребоваться более широкая полоса измерений. В этом случае вместе с результатом измерений указывают, в каком диапазоне частот он был получен.

Примечание 2 — Частотная характеристика $flat_h$ отличается от обычной плоской частотной характеристики средства измерением точно определенных границ полосы частот и наличием точно определенной фазочастотной характеристики.

Примечание 3 — Под некорректированным ускорением в настоящем стандарте понимается ускорение в диапазоне частот с верхней границей свыше 1250 Гц.

4.3 Среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Среднеквадратичное значение ускорения $a_{hF}(t)$ на интервале времени T, $a_{hF,RMS,T}$, определяют по формуле

$$a_{hF,RMS,T} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T a_{hF}^2(t)\,dt}\ . \qquad (1)$$

Оно характеризует мощность (среднее по энергии) сигнала корректированного ускорения. С целью обеспечения возможности сопоставления результатов разных измерений и повышения воспроизводимости этих результатов устанавливают единое время интегрирования $T = 3$ с. Практика показывает, что данный временной интервал является минимальным, позволяющим полно описать реакцию оператора на ударное воздействие. Для того чтобы повысить надежность результатов измерений, рекомендуется проводить усреднение по результатам измерений для нескольких ударных импульсов (см. 6.2).

4.4 Текущее среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Текущее среднеквадратичное значение корректированного ускорения в момент времени t, $a_{hF,RRMS,\tau}(t)$, рассчитывают по формуле

$$a_{hF,RRMS,\tau}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau}\int_0^t a_{hF}^2(\xi)\mathrm{e}^{-\frac{t-\xi}{\tau}}d\xi}\,, \tag{2}$$

где τ — заданная постоянная времени. Значение τ = 0,125 с является предпочтительным.

Для того чтобы повысить надежность результатов измерений, рекомендуется проводить усреднение по результатам измерений для нескольких ударных импульсов (см. 6.2).

Примечание 1 — Экспоненциальное усреднение, описываемое формулой (2), пригодно для описания многих физических процессов и может быть реализовано простыми аналоговыми и цифровыми схемами. Описание через истинное текущее среднеквадратичное значение, получаемое без использования экспоненциальной весовой функции в формуле (2), проще с математической точки зрения, но эту величину сложнее измерить аналоговыми устройствами, в то время как никаких практических выгод такое описание не дает.

Примечание 2 — В ряде других стандартов использовано не экспоненциальное, а линейное усреднение, описываемое формулой

$$a_{hF,RRMS,\tau}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau}\int_0^t a_{hF}^2(\xi)d\xi}\,.$$

4.5 Среднестепенное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Среднестепенное значение (четвертого порядка) ускорения $a_{hF}(t)$ на интервале времени T, $a_{hF,RMQ,T}$, определяют по формуле

$$a_{hF,RMQ,T} = \sqrt[4]{\frac{1}{T}\int_0^T a_{hF}^4(t)dt}\,. \tag{3}$$

Подобно среднеквадратичному значению, среднестепенное значение характеризует усредненный по времени сигнал. Однако из-за того, что вместо второй степени используется четвертая степень сигнала, пики сигнала подчеркиваются в большей степени. Выбор единого времени интегрирования T = 3 с дает возможность сравнивать результаты разных измерений и обеспечивает их лучшую воспроизводимость. Практика показывает, что данный временной интервал является минимальным, позволяющим в полной мере описать реакцию оператора на ударное воздействие. Для того чтобы повысить надежность измерений, рекомендуется проводить усреднение по результатам измерений для нескольких ударных импульсов (см. 6.2).

4.6 Максимальное текущее среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Максимальное текущее среднеквадратичное значение ускорения $a_{hF}(t)$ на интервале времени T, $a_{hF,MTVV,\tau}(t)$, определяют по формуле

$$a_{hF,MTVV,\tau}(t) = \max_{0\le t\le T}\left\{a_{hF,RRMS,\tau}(t)\right\}. \tag{4}$$

Для того чтобы повысить надежность результатов измерений, целесообразно в качестве данной величины брать выборочную медиану по результатам измерений для нескольких ударных импульсов.

4.7 Пиковое значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Пиковое значение ускорения $a_{hF}(t)$ на интервале времени T, $a_{hF,PV}$, определяют по формуле

$$a_{hF,PV} = \max_{0\le t\le T}\left\{\left|a_{hF}(t)\right|\right\}. \tag{5}$$

Для того чтобы повысить надежность результатов измерений, целесообразно в качестве данной величины брать выборочную медиану по результатам измерений для нескольких ударных импульсов.

4.8 Пик-фактор ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Пик-фактор ускорения $a_{hF}(t)$ на интервале времени T, CF_h, определяют по формуле

$$CF_h = \frac{a_{hF,PV}}{a_{hF,RMS,T}}. \quad (6)$$

Данная величина характеризует степень «импульсности» сигнала (т. е. насколько большой вклад в форму сигнала вносят импульсные процессы).

4.9 Показатель импульсности ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$

Показатель импульсности ускорения $a_{hF}(t)$ на интервале времени T, SC_h, определяют по формуле

$$SC_h = \frac{a_{hF,RMQ,T}}{a_{hF,RMS,T}}. \quad (7)$$

Данная величина также характеризует степень «импульсности» сигнала.

4.10 Ускорение с коррекцией по частотной характеристике W_h

Согласно EN ISO 5349-1 в качестве величины, характеризующей локальную вибрацию, следует использовать ускорение, корректированное по частотной характеристике W_h (см. приложение Е), $a_{hw}(t)$.

Примечание 1 — Величина $a_{hw}(t)$ может быть получена из $a_{hF}(t)$ посредством преобразования сигнала ускорения в сигнал скорости на частотах выше 16 Гц.

Примечание 2 — Хотя частотная коррекция, установленная в EN ISO 5349-1, изначально предназначалась для описания периодической и случайной вибрации, в том же стандарте было указано, что ту же коррекцию временно (до проведения дополнительных исследований) можно применять в случае вибрации в виде повторяющихся ударов. Кроме того, применение частотной характеристики W_h позволяет сравнивать результаты новых измерений с уже имеющимися данными. Эти результаты будут обладать также лучшей воспроизводимостью, поскольку характеристика W_h ослабляет высокочастотные, наиболее изменчивые составляющие.

4.11 Среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике W_h

Среднеквадратичное значение ускорения $a_{hw}(t)$ на интервале времени T, $a_{hw,RMS,T}$, определяют по формуле

$$a_{hw,RMS,T} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T a_{hw}^2(t)\,dt}. \quad (8)$$

Оно характеризует мощность (среднее по энергии) сигнала корректированного ускорения. С целью обеспечения возможности сопоставления результатов разных измерений и повышения воспроизводимости этих результатов устанавливают единое время интегрирования T = 3 с. Практика показывает, что данный временной интервал является минимальным, позволяющим полно описать реакцию оператора на ударное воздействие. Для того чтобы повысить надежность результатов измерений, рекомендуется проводить усреднение по результатам измерений для нескольких ударных импульсов (см. 6.2).

4.12 Среднестепенное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике W_h

Среднестепенное значение (четвертого порядка) ускорения $a_{hw}(t)$ на интервале времени T, $a_{hw,RMQ,T}$, определяют по формуле

$$a_{hw,RMQ,T} = \sqrt[4]{\frac{1}{T}\int_0^T a_{hw}^4(t)\,dt}. \quad (9)$$

Подобно среднеквадратичному значению, среднестепенное значение характеризует усредненный по времени сигнал. Однако в силу того, что вместо второй степени используется четвертая степень сигнала, пики сигнала подчеркиваются в большей степени. Выбор единого времени интегрирования T = 3 с дает возможность сравнивать результаты разных измерений и обеспечивает их лучшую воспроизводимость. Практика показывает, что данный временной интервал является минимальным, позволяющим полно описать реакцию оператора на ударное воздействие. Для того чтобы повысить надежность результатов измерений, рекомендуется проводить усреднение по результатам измерений для нескольких ударных импульсов (см. 6.2).

4.13 Показатель импульсности ускорения с коррекцией по частотной характеристике W_h

Показатель импульсности ускорения $a_{hw}(t)$ на интервале времени T, SC_{hw}, определяют по формуле

$$SC_{hw} = \frac{a_{hw,RMQ,T}}{a_{hw,RMS,T}}. \quad (10)$$

Данная величина характеризует степень «импульсности» сигнала.

5 Средства измерений

Среднеквадратичные значения корректированных ускорений $a_{hF}(t)$ и $a_{hw}(t)$, определенных в 4.3 и 4.11, на интервале времени T = 3 с можно получить с помощью средств измерений, удовлетворяющих требованиям EN ISO 8041, у которых частотная характеристика удовлетворяет требованиям 4.2. Значения остальных параметров, указанных в разделе 4, могут быть получены с применением средств измерений, удовлетворяющих требованиям приложения А (а также приложения В в части цифровых средств измерений).

Примечание — Требования приложения А более жесткие по сравнению с установленными в EN ISO 8041.

На практике могут возникнуть трудности с соблюдением требований к средствам измерений, если в измерительной цепи использован механический фильтр.

6 Метод измерений

6.1 Установка акселерометров

Для того чтобы обеспечить плоскую частотную характеристику в диапазоне от 6,3 до 1250 Гц для измерений ускорения с частотной коррекцией $flat_h$, акселерометр должен быть жестко установлен на вибрирующей поверхности в соответствии с требованиями ISO 5348.

Если измерения должны быть проведены на эластичной рукоятке, то ускорение измеряют под кистью руки оператора, сжимающей рукоятку, используя для этого специальный адаптер. При этом необходимо учесть возможность резонанса в области контакта руки и рукоятки и предусмотреть соответствующее ослабление сигнала.

Если измерению подлежит только ускорение, корректированное по частотной характеристике W_h, то акселерометр устанавливают, руководствуясь требованиями EN ISO 5349-2.

При необходимости измерения среднеквадратичного значения ускорения (с коррекцией как по $flat_h$, так и по W_h) могут быть выполнены с применением механического фильтра. Однако если измерению подлежат пиковые или среднестепенные значения ускорения, а также параметры, полученные на их основе, то использование механических фильтров может привести к большим ошибкам измерений и поэтому не рекомендуется.

Примечание 1 — Некоторые клеящие вещества, например используемые для крепления проволочных тензометров, не только фиксируют преобразователь на поверхности, но также противостоят значительным динамическим нагрузкам.

Примечание 2 — В случае рукояток с пластиковой поверхностью общая эффективная масса акселерометра, включая адаптер, должна быть как можно меньше (желательно не более 12 г).

Примечание 3 — Влияние способа крепления акселерометра на результат измерений можно оценить, проведя те же измерения с использованием лазерного виброметра. Однако для массовых измерений использование лазерных виброметров может оказаться непрактичным или слишком дорогостоящим.

6.2 Условия измерений

Для того чтобы различить удары, связанные с выполняемой рабочей операцией и с работой применяемого инструмента, измерения необходимо организовать таким образом, чтобы минимизировать влияние оператора.

Во время измерений может наблюдаться одиночный удар или серия из n_{sh} одиночных ударов (например, n_{sh} = 10). Если период повторения ударов можно варьировать, то следует использовать значение T_{rep} = 3 с. Если измерения проводят для одиночного удара, то период измерения должен быть равен T = 3 с.

Если измерения проводят для серии повторяющихся ударов, то среднеквадратичные и среднестепенные значения корректированного ускорения могут быть определены усреднением (как среднее арифметическое) результатов измерений по данной серии.

7 Протокол испытаний

В протоколе испытаний указывают соответствующую информацию по EN ISO 20643, EN ISO 5349-1 или ISO 8662-11, а также следующие сведения:

a) направление основного возбуждения;

b) подробное описание способа крепления акселерометра;

c) массу акселерометра и крепежных приспособлений (механического фильтра, адаптера и т. п.);

d) число импульсов во время измерений n_{sh},

e) среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$ для $T = 3$ с ($a_{hF,RMS,3}$);

f) среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике W_h для $T = 3$ с ($a_{hw,RMS,3}$).

Дополнительно могут быть приведены следующие сведения:

g) пик-фактор для ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$ для $T = 3$ с (CF_h);

h) пиковое ускорение с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$ для $T = 3$ с ($a_{hF,PV}$);

i) показатель импульсности ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$ для $T = 3$ с (SC_h);

j) показатель импульсности ускорения с коррекцией по частотной характеристике W_h для $T = 3$ с (SC_{hw});

k) максимальное текущее среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$ и постоянная времени τ ($a_{hF,MTVV,\tau}$ и τ);

l) среднестепенное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике $flat_h$ для $T = 3$ с ($a_{hF,RMQ,3}$);

m) среднеквадратичное значение ускорения с коррекцией по частотной характеристике W_h для $T = 3$ с ($a_{hw,RMQ,3}$).

Примечание 1 — Вышеуказанный перечень не является исчерпывающим. При необходимости могут быть приведены дополнительные сведения.

Примечание 2 — Рекомендуется выполнять запись сигнала ускорения, для того чтобы иметь возможность проведения его последующего повторного анализа.

Приложение А
(обязательное)

Требования к средствам измерений и методы испытаний

А.1 Общие положения

Если измерению подлежит пиковое значение сигнала или должна быть получена запись сигнала ускорения, то в дополнение к амплитудно-частотной характеристике необходимо установить (и проверить выполнение) требования к фазочастотной характеристике средства измерений. Передаточная функция полосового фильтра должна представлять собой произведение передаточных функций фильтров Баттерворта второго порядка нижних и верхних частот с частотами среза соответственно 1250 и 6,3 Гц.

Требования устанавливаются для трех диапазонов частот:

- диапазона 1, включающего в себя все третьоктавные полосы между нижней и верхней граничными частотами полосового фильтра за исключением двух нижних и двух верхних третьоктавных полос (т. е. от 10 до 800 Гц), опорной частоты 80 Гц;
- диапазона 2, включающего в себя две нижние и две верхние третьоктавные полосы диапазона, определенного граничными частотами полосового фильтра (т. е. от 4 до 10 Гц и от 800 до 2000 Гц);
- диапазона 3, включающего в себя третьоктавные полосы, не входящие в диапазоны 1 и 2.

А.2 Фазочастотная характеристика

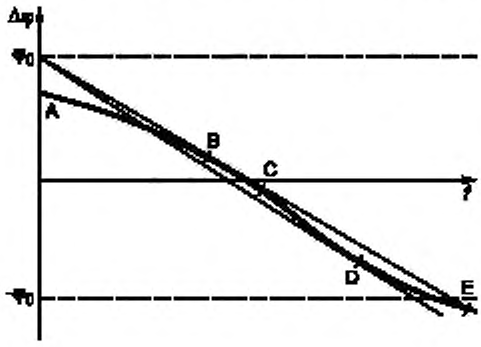
Идеальную фазочастотную характеристику на практике реализовать трудно. Поэтому приемлемой считают характеристику, удовлетворяющую нижеприведенным требованиям (методы испытаний фазочастотной характеристики цифровых средств измерений приведены в приложении В).

Требования к максимальным отклонениям пикового значения ΔPV_{max} указаны в таблице А.1. В отношении разности $\Delta\varphi$ между действительным φ_{act} и номинальным φ_{nom} значениями фазового угла с учетом характеристического фазового угла φ_0 (см. таблицу А.1) должны быть выполнены следующие критерии:

a) на графике зависимости отклонения $\Delta\varphi = \varphi_{act} - \varphi_{nom}$ от частоты f в линейном масштабе касательные во всех точках кривой должны пересекать ось ординат в диапазоне от $-\varphi_0$ до $+\varphi_0$;

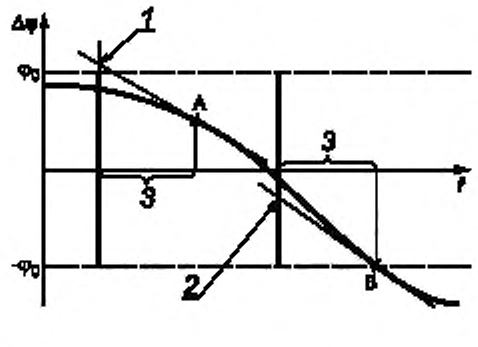
b) на графике зависимости отклонения $\Delta\varphi = \varphi_{act} - \varphi_{nom}$ от частоты f в логарифмическом масштабе ордината пересечения касательной к каждой точке кривой с прямой, параллельной оси ординат и проведенной слева от указанной точки на расстоянии 1,44 октавы (что соответствует отношению 1/e), должна находиться в диапазоне $+\varphi_0$.

Соблюдение и несоблюдение критериев a) и b) проиллюстрировано на рисунке А.1.



Примечание — На графике выделены следующие диапазоны:
A–B, D–E: критерий a) выполнен;
B–C: критерий a) выполнен при максимальном значении допуска,
C–D: критерий a) не выполнен из-за слишком крутого наклона кривой (если отношение частот в точках E и C менее 3:1, то превышение допуска незначительно).

a) линейный масштаб оси частот



1 — место пересечения с вертикальной прямой, касательной к точке A, в которой критерий b) не выполнен; *2* — место пересечения с вертикальной прямой, касательной к точке B, в которой критерий b) выполнен; *3* — расстояние, равное 1,44 октавы

b) логарифмический масштаб оси частот

Рисунок А.1 — Иллюстрация применения критериев для фазочастотной характеристики

Таблица А.1 — Характеристический фазовый угол φ_0 для критериев a) и b) и максимально допустимое отклонение пикового значения ΔPV_{max}

Диапазон частот	φ_0	ΔPV_{max}
Диапазон 1	6°	± 5 %
Диапазон 2	12°	± 10 %
Диапазон 3	Не установлено	Не установлено

При контроле соблюдения установленных критериев должны быть выполнены следующие условия:

- должен быть определен способ контроля сигнала непосредственно перед достижением им пикового значения;
- применяемое средство контроля пиковых значений сигнала не должно оказывать влияние на результат измерений отклонения пикового значения.

Примечание — Фазочастотная характеристика косвенно связана с амплитудно-частотной характеристикой, поскольку вместе они составляют комплексную частотную характеристику, которая, в свою очередь, зависит от условий применения средства измерений. Наличие фазового сдвига, пропорционального частоте (постоянное групповое время задержки сигнала), не следует аргументировать особенностями применения средства измерений или желанием снизить его стоимость.

При проверке соответствия фазочастотной характеристики средства измерений установленным критериям частоту сигнала изменяют с шагом не более трети октавы, при этом в качестве касательных используют прямые, проходящие через соседние точки на кривой фазочастотной характеристики.

Допускается возможность косвенного контроля фазочастотной характеристики с использованием входного воздействия с заданным частотным составом и сравнением экспериментально получаемого пикового значения с расчетным по заданной номинальной комплексной частотной характеристике.

А.3 Амплитудно-частотная характеристика

Начиная с опорной частоты, для которой отклонение характеристики по определению равно нулю, проверяют отношения между реальной и номинальной амплитудно-частотными характеристиками, для которых должны выполняться следующие неравенства:

$$1-\frac{G_u}{100} \le \frac{R(f)}{R(f_r)}\frac{M(f_r)}{M(f)}\frac{H(f_r)}{H(f)} \le 1+\frac{G_0}{100}, \qquad (A.1)$$

где f — частота механического возбуждения;

f_r — опорная частота;

M — среднеквадратичное значение механического возбуждения;

R — среднеквадратичное значение, полученное с использованием средства измерений;

H — номинальная амплитудно-частотная характеристика;

G_u и G_0 — соответственно нижнее и верхнее предельные отклонения, определяемые по таблице А.2.

Таблица А.2 — Допустимые предельные отклонения амплитудно-частотной характеристики

Диапазон частот	G_0	G_u
Опорная частота	0	0
Диапазон 1	5 %	5 %
Диапазон 2	10 %	10 %
Диапазон 3	20 %	100 %

Приложение В
(рекомендуемое)

Рекомендации в отношении цифровых средств измерений

В.1 Общие положения

К цифровым средствам измерений применяют требования по EN ISO 8041 со следующими дополнениями: для измерений пиковых значений PV или среднеквадратичных степенных значений сигнала вибрации следует установить ограничения на фазочастотную характеристику средства измерений. Эти ограничения будут также влиять на точность измерений максимального текущего среднеквадратичного значения при малом значении постоянной времени.

В.2 Фазочастотная характеристика

Требуемая фазочастотная характеристика определяется комплексной частотной характеристикой, установленной в EN ISO 5349-1. Для частотной коррекции W_h номинальная фазочастотная характеристика $\varphi(f)$ задается формулой

$$\varphi(f) = \arctan\left(\frac{\frac{f_1}{f}\sqrt{2}}{1-\left(\frac{f_1}{f}\right)^2}\right) - \arctan\left(\frac{\frac{f}{f_2}\sqrt{2}}{1-\left(\frac{f}{f_2}\right)^2}\right) + \arctan\left(\frac{f}{f_3}\right) - \arctan\left(\frac{\frac{f}{f_3 Q_2}}{1-\left(\frac{f}{f_3}\right)^2}\right), \quad (B.1)$$

где f_1, f_2, f_3 и Q_2 — по EN ISO 5349-1.

Для частотной коррекции $flat_h$ вид фазочастотной характеристики определяется формулой (В.1) без двух последних выражений.

Примечание 1 — Средство измерений (включая преобразователь), сконструированное таким образом, чтобы удовлетворить требованиям EN ISO 8041 по амплитудно-частотной характеристике, будет иметь требуемую номинальную фазочастотную характеристику. Применение цифровых фильтров позволяет реализовать номинальную фазочастотную характеристику в достаточно хорошем приближении.

При испытаниях определяют отклонение $\Delta\varphi(f)$ фазочастотной характеристики от номинальной $\varphi(f)$ в точках, отстоящих друг от друга не более чем на треть октавы. Для каждой частоты f_n, в которой проводят измерения $\Delta\varphi(f_n)$, рассчитывают характеристическую фазовую девиацию $\Delta\varphi_0(f_n)$ по формуле

$$\Delta\varphi_0(f_n) = \left|\frac{f_{n+1}\Delta\varphi(f_n) - f_n\Delta\varphi(f_{n+1})}{f_{n+1} - f_n}\right|. \quad (B.2)$$

Вероятная максимальная погрешность измерения пикового значения ΔPV_{max}, обусловленная отклонением фазочастотной характеристики, может быть приближенно определена по формуле

$$\Delta PV_{max} \approx \pm \max\{0{,}48 \sin[\Delta\varphi_0(f_n)]\}100\ \%, \quad (B.3)$$

которая справедлива для малых значений $\Delta\varphi_0$ (не более 30°).

Максимально допустимые значения $\Delta\varphi_0$ и ΔPV_{max} приведены в таблице В.2 для соответствующих диапазонов частот (см. раздел А.1). Эти требования применяют в дополнение к требованиям по EN ISO 8041.

Примечание 2 — Установление требований непосредственно к отклонениям фазочастотной характеристики $\Delta\varphi(f)$ было бы нецелесообразно, поскольку для достижения заданной точности измерений параметров вибрации коридор между границами допуска пришлось бы делать очень узким. Задание допуска на параметр $\Delta\varphi_0$ предполагает большую вариативность $\Delta\varphi(f)$ при сохранении той же точности измерений. Критерий по $\Delta\varphi_0$ принципиально эквивалентен критериям по приложению А, но лучше подходит для компьютерной оценки результатов испытаний.

Примечание 3 — Реальное отклонение пикового значения зависит от формы входного сигнала и, как правило, меньше значения ΔPV_{max}, которое было получено для наихудшего случая сочетания амплитуд и начальных фаз двух гармонических сигналов, сумма которых представляет собой входной тестовый сигнал. Однако если входной сигнал содержит большее число составляющих, то возможны (хотя и маловероятны) такие сочетания, которые дадут значение отклонения, превышающее ΔPV_{max}. Поэтому со статистической точки зрения выражение «максимальное отклонение» следует трактовать как квантиль распределения малого уровня.

Испытания для определения фазочастотной характеристики средства измерений проводят в соответствии с [3] или [4].

Таблица В.1 — Допустимая характеристическая фазовая девиация $\Delta\varphi_0$ и максимально допустимое отклонение пикового значения ΔPV_{max}

Диапазон частот	$\Delta\varphi_0$	ΔPV_{max}
Диапазон 1	6°	± 5 %
Диапазон 2	12°	± 10 %
Диапазон 3	Не установлено	Не установлено

Приложение С
(справочное)

Рекомендации в отношении цифровых средств измерений

Ускорение было выбрано для описания одиночных ударов по той причине, что это единственная характеристика движения, которая может быть непосредственно измерена на практике посредством акселерометров. Вместе с тем неочевидно, что для описания удара эта величина подходит лучше других. Другой способ описания удара — через параметры скорости.

Корректированную скорость $v_{hF}(t)$ можно получить из корректированного ускорения $a_{hF}(t)$ (см. 4.2) по формуле

$$v_{hF}(t) = \int_0^t a_{hF}(\xi)\,d\xi + v_{hF0}\,, \qquad (C.1)$$

где v_{hF0} — скорость в момент времени $t = 0$.

Все параметры, определенные в настоящем стандарте через ускорение, могут быть аналогичным образом определены через скорость.

Приложение D
(обязательное)

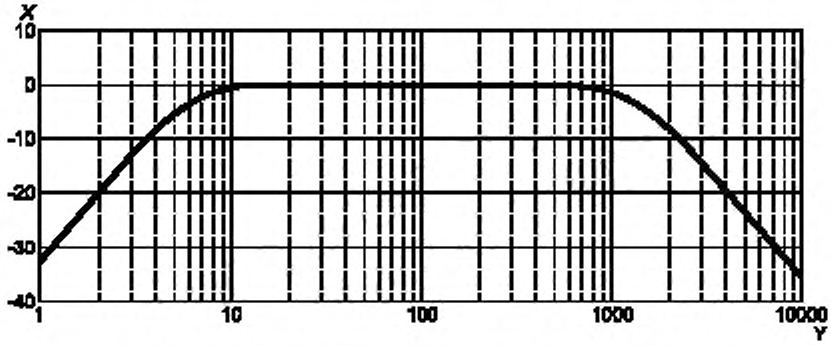
Функция частотной коррекции $flat_h$

Таблица D.1 — Амплитудно- и фазочастотная характеристики коррекции $flat_h$

x	Среднегеометрическая частота, Гц		Функция частотной коррекции $flat_h$					
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Модуль, допуск, %	Модуль, допуск, дБ	Фаза [a], град	Фаза, допуск, град
– 1	0,8	0,7943	0,015845	– 36,00	+ 26 / –	+ 2 / –	– 10,30	–
0	1	1,000	0,025108	– 32,00	+ 26 / –	+ 2 / –	– 13,01	–
1	1,25	1,259	0,039774	– 28,01	+ 26 / –	+ 2 / –	– 16,46	–
2	1,6	1,585	0,062962	– 24,02	+ 26 / –	+ 2 / –	– 20,87	–
3	2	1,995	0,099490	– 20,04	+ 26 / –	+ 2 / –	– 26,55	–
4	2,5	2,512	0,156515	– 16,11	+ 26 / –	+ 2 / –	– 33,94	–
5	3,15	3,162	0,243590	– 12,27	+ 26 / –	+ 2 / –	– 43,63	–
6	4	3,981	0,369831	– 8,64	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 56,25	+12/ – 12
7	5	5,012	0,533566	– 5,46	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 72,13	+12/ – 12
8	6,3	6,310	0,707059	– 3,01	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 90,40	+12/ – 12
9	8	7,943	0,845694	– 1,46	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 108,69	+12/ – 12
10	10	10,00	0,929065	– 0,64	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 124,64	+12/ – 12
11	12,5	12,59	0,969863	– 0,27	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 137,38	+ 6/ – 6
12	16	15,85	0,987669	– 0,11	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 147,23	+ 6/ – 6
13	20	19,95	0,995036	– 0,04	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 154,86	+ 6/ – 6
14	25	25,12	0,998015	– 0,02	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 160,85	+ 6/ – 6
15	31,5	31,62	0,999208	– 0,01	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 165,66	+ 6/ – 6
16	40	39,81	0,999684	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 169,61	+ 6/ – 6
17	50	50,12	0,999873	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 172,97	+ 6/ – 6
18	63	63,10	0,999947	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 175,93	+ 6/ – 6
19	80	79,43	0,999972	0,00	0	0	– 178,67	+ 6/ – 6
20	100	100,0	0,999972	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 181,33	+ 6/ – 6
21	125	125,9	0,999947	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 184,06	+ 6/ – 6
22	160	158,5	0,999873	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 187,03	+ 6/ – 6
23	200	199,5	0,999684	0,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 190,38	+ 6/ – 6
24	250	251,2	0,999208	– 0,01	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 194,34	+ 6/ – 6
25	315	316,2	0,998015	– 0,02	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 199,15	+ 6/ – 6
26	400	398,1	0,995037	– 0,04	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 205,14	+ 6/ – 6
27	500	501,2	0,987672	– 0,11	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 212,76	+ 6/ – 6
28	630	631,0	0,969871	– 0,27	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 222,62	+ 6/ – 6
29	800	794,3	0,929083	– 0,64	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 235,36	+12/ – 12
30	1000	1000	0,845728	– 1,46	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 251,30	+12/ – 12
31	1250	1259	0,707109	– 3,01	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 269,59	+12/ – 12
32	1600	1585	0,533620	– 5,46	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 287,86	+12/ – 12
33	2000	1995	0,369876	– 8,64	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 303,74	+12/ – 12
34	2500	2512	0,243622	– 12,27	+ 26 / –	+ 2 / –	– 316,37	–
35	3150	3162	0,156537	– 16,11	+ 26 / –	+ 2 / –	– 326,05	–
36	4000	3981	0,099504	– 20,04	+ 26 / –	+ 2 / –	– 333,45	–
37	5000	5012	0,062971	– 24,02	+ 26 / –	+ 2 / –	– 339,13	–
38	6300	6310	0,039779	– 28,01	+ 26 / –	+ 2 / –	– 343,54	–
39	8000	7943	0,025111	– 32,00	+ 26 / –	+ 2 / –	– 346,99	–
40	10000	10000	0,015847	– 36,00	+ 26 / –	+ 2 / –	– 349,69	–

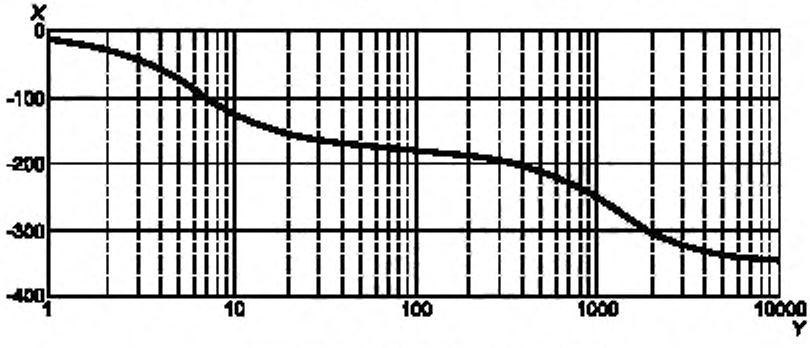
[a] Значение фазы приведено со сдвигом на 180°.

Примечание — x — номер полосы частот согласно [12].



X — амплитудно-частотная характеристика; *Y* — частота, Гц

Рисунок D.1 — Модуль функции частотной коррекции $flat_h$



X — фазочастотная характеристика, *Y* — частота, Гц

Рисунок D.2 — Фаза функции частотной коррекции $flat_h$

Приложение Е
(обязательное)

Функция частотной коррекции W_h

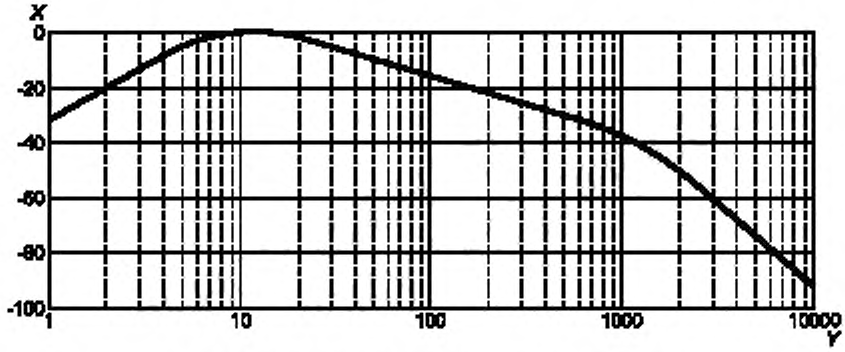
Примечание — Частотная коррекция W_h определена в ISO 5349-1. В таблице Е.1 приведены значения модуля и фазы W_h с большим числом значащих цифр.

Таблица Е.1 — Амплитудно- и фазочастотная характеристики коррекции W_h

x	Среднегеометрическая частота, Гц		Функция частотной коррекции $flat_h$					
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Модуль, допуск, %	Модуль, допуск, дБ	Фаза [a], град	Фаза, допуск, град
-1	0,8	0,7943	0,015856	– 36,00	+ 26 / –	+ 2 / –	– 11,92	–
0	1	1,000	0,025135	– 31,99	+ 26 / –	+ 2 / –	– 15,05	–
1	1,25	1,259	0,039842	– 27,99	+ 26 / –	+ 2 / –	– 19,02	–
2	1,6	1,585	0,063132	– 23,99	+ 26 / –	+ 2 / –	– 24,11	–
3	2	1,995	0,099911	– 20,01	+ 26 / –	+ 2 / –	– 30,66	–
4	2,5	2,512	0,157540	– 16,05	+ 26 / –	+ 2 / –	– 39,17	–
5	3,15	3,162	0,246027	– 12,18	+ 26 / –	+ 2 / –	– 50,30	–
6	4	3,981	0,375354	– 8,51	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 64,84	+12/ – 12
7	5	5,012	0,544980	– 5,27	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 83,30	+12/ – 12
8	6,3	6,310	0,727160	– 2,77	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 105,09	+12/ – 12
9	8	7,943	0,873066	– 1,18	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 128,25	+12/ – 12
10	10	10,00	0,951379	– 0,43	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 150,85	+12/ – 12
11	12,5	12,59	0,957570	– 0,38	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 172,19	+ 6/ – 6
12	16	15,85	0,895788	– 0,96	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 192,05	+ 6/ – 6
13	20	19,95	0,781965	– 2,14	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 209,71	+ 6/ – 6
14	25	25,12	0,647062	– 3,78	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 224,37	+ 6/ – 6
15	31,5	31,62	0,519149	– 5,69	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 235,89	+ 6/ – 6
16	40	39,81	0,411095	– 7,72	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 244,78	+ 6/ – 6
17	50	50,12	0,324379	– 9,78	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 251,70	+ 6/ – 6
18	63	63,10	0,256041	– 11,83	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 257,26	+ 6/ – 6
19	80	79,43	0,202387	– 13,88	0	0	– 261,93	+ 6/ – 6
20	100	100,0	0,160204	– 15,91	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 266,06	+ 6/ – 6
21	125	125,9	0,126954	– 17,93	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 269,92	+ 6/ – 6
22	160	158,5	0,100680	– 19,94	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 273,75	+ 6/ – 6
23	200	199,5	0,079878	– 21,95	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 277,80	+ 6/ – 6
24	250	251,2	0,063379	– 23,96	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 282,29	+ 6/ – 6
25	315	316,2	0,050263	– 25,97	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 287,52	+ 6/ – 6
26	400	398,1	0,039796	– 28,00	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 293,85	+ 6/ – 6
27	500	501,2	0,031372	– 30,07	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 301,74	+ 6/ – 6
28	630	631,0	0,024468	– 32,23	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 311,80	+ 6/ – 6
29	800	794,3	0,018617	– 34,60	+ 12 / – 11	+ 1 / – 1	– 324,71	+12/ – 12
30	1000	1000	0,013461	– 37,42	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 340,79	+12/ – 12
31	1250	1259	0,008939	– 40,97	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 359,19	+12/ – 12
32	1600	1585	0,005359	– 45,42	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 377,54	+12/ – 12
33	2000	1995	0,002950	– 50,60	+ 26 / – 21	+ 2 / – 2	– 393,49	+12/ – 12
34	2500	2512	0,001544	– 56,23	+ 26 / –	+ 2 / –	– 406,17	–
35	3150	3162	0,000788	– 62,07	+ 26 / –	+ 2 / –	– 415,89	–
36	4000	3981	0,000398	– 68,01	+ 26 / –	+ 2 / –	– 423,32	–
37	5000	5012	0,000200	– 73,98	+ 26 / –	+ 2 / –	– 429,03	–
38	6300	6310	0,000100	– 79,97	+ 26 / –	+ 2 / –	– 433,46	–
39	8000	7943	0,000050	– 85,97	+ 26 / –	+ 2 / –	– 436,92	–
40	10000	10000	0,000025	– 91,96	+ 26 / –	+ 2 / –	– 439,64	–

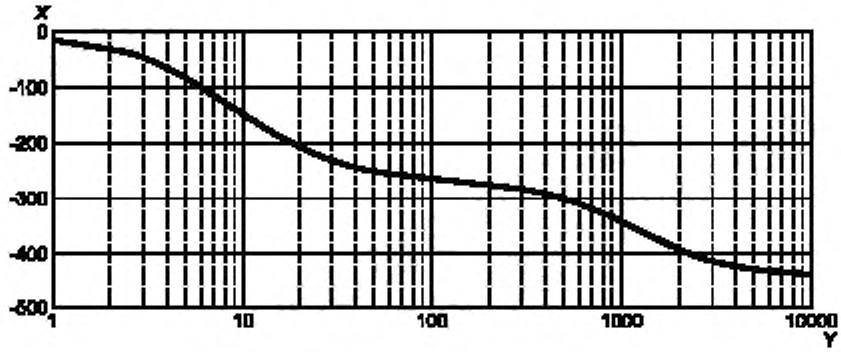
[a] Значение фазы приведено со сдвигом на 180°.

Примечание — x — номер полосы частот согласно [12].



X — амплитудно-частотная характеристика; *Y* - частота. Гц

Рисунок Е.1 — Модуль функции частотной коррекции W_h



X — фазочастотная характеристика, *Y* — частота, Гц

Рисунок Е.2 — Фаза функции частотной коррекции $flat_h$

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
EN 1033	—	*
ENV 28041	—	*
EN ISO 5349-1:2001	MOD	ГОСТ 31192.1—2004 (ИСО 5349-1:2001) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования»
EN ISO 5349-2	MOD	ГОСТ 31192.2—2005 (ИСО 5349-2:2001) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах»
CEN ISO 8662-11	MOD	ГОСТ 30873.11—2006 (ИСО 8662-11:1999) «Ручные машины. Измерения вибрации на рукоятке. Часть 11. Машины для забивания крепежных средств»
ISO 5348	IDT	ГОСТ ИСО 5348—2002 «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

[1] ISO 2041, Vibration and shock — Vocabulary

[2] ISO 5805, Mechanical vibration and shock — Human exposure — Vocabulary

[3] ISO 16063-11, Methods for the calibration of vibration and shock transducers — Part 11: Primary vibration calibration by laser interferometry

[4] ISO 16063-12, Methods for the calibration of vibration and shock transducers — Part 12: Primary vibration calibration by the reciprocity method

[5] H. Dupuis, N. Schäfer: Effects of impulse vibration on the hand-arm system. Scand. J. Work Eviron. Health, 1986, pp. 320—322

[6] H. Lindell, I. Lönnroth, H. Ottertun: Transient vibrations from impact wrenches cause damages on blood cell and the effects are not taken into account by ISO 5349. Proceedings of the 8th International Conference on Hand-Arm Vibration, Umeå, Sweden, 1998

[7] N. Schäfer, H. Dupuis, E. Hartung: Acute effects of shock-type vibration transmitted to the hand-arm system. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 55, 1984, pp. 49—59

[8] Th. Schenk: Measurement of single shocks affecting the hand-arm system. Proceedings of the 6th International Conference on Hand-Arm Vibration, Published by Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin, Germany, 1993

[9] J. Starck: High impulse acceleration levels in hand-held vibratory tools. Scand. J. Work Eviron. Health, 10, 1984, pp. 171—178

[10] J. Starck, P. Jussi, P. Ilmari: Physical characteristics of vibration in relation to vibration-induced white finger. Am. Ind. Hyg. Assoc., 51-4, 1990, pp. 179—184

[11] Stockholm Workshop 94: Hand-arm vibration syndrome — Diagnostic and quantitative relationships to exposure. Arbete och Hälsa, 5, 1995

[12] EN 61260, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters (IEC 61260:1995)

УДК 631.242.1.0723:006.354 МКС 13.160

Ключевые слова: локальная вибрация, ударные импульсы, измерения, воздействие на человека

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 22.05.2019. Подписано в печать 22.07.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,23.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва. Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru