ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 2041— 2012

ВИБРАЦИЯ, УДАР И КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Термины и определения

ISO 2041:2009
Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 «Вибрация, удар и контроль технического состояния»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1281-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 2041:2009 «Вибрация, удар и контроль технического состояния. Словарь» (ISO 2041:2009 «Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5 (пункт 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

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

Область применения 1
1 Общие термины 1
2 Вибрация 11
3 Удар 22
4 Преобразователи вибрации и удара 24
5 Обработка сигналов 26
6 Контроль состояния и диагностика 31
Библиография 34
Алфавитный указатель терминов 35
Указатель эквивалентных терминов на английском языке 38

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВИБРАЦИЯ, УДАР И КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Термины и определения

Mechanical vibration, shock and condition monitoring. Terms and definitions

Дата введения — 2013—12—01

Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения, применяемые в области вибрации, удара и контроля технического состояния

1 Общие термины

1.1 **перемещение** (вибрация и удар): Переменная величина, определяющая изменение положения точки тела в заданной системе координат.

en displacement, relative displacement

Примечание 1 — Перемещение обычно определяют в системе координат с центром, связанным со средним положением движущегося тела или с положением тела в состоянии покоя. В общем случае перемещение представляют в виде вектора углового перемещения, вектора поступательного перемещения или сочетанием этих векторов.

Примечание 2 — Если измерения выполняют в системе координат, отличной от исходной, то в этом случае говорят об относительном перемещении.

Примечание 3 — Перемещение может представлять собой:
- детерминированную функцию времени. В этом случае гармонические составляющие колебания могут быть определены через амплитуду и частоту перемещения;
- случайную функцию времени. В этом случае для описания вероятностных свойств перемещения используют среднеквадратичное значение, ширину полосы частот колебаний и плотность распределения вероятностей.

1.2 **скорость** (вибрация и удар): Производная перемещения по времени.

en velocity, relative velocity

Примечание 1 — В общем случае скорость является переменной величиной.

Примечание 2 — Скорость обычно определяют в системе координат с центром, связанным со средним положением движущегося тела или с положением тела в состоянии покоя. В общем случае скорость представляют в виде вектора угловой скорости, вектора поступательной скорости или сочетанием этих векторов.

Примечание 3 — Если измерения выполняют в системе координат, отличной от исходной, то в этом случае говорят об относительной скорости. Относительная скорость одной точки относительно другой есть вектор разности скоростей этих точек.

Примечание 4 — Скорость может представлять собой:
- детерминированную функцию времени. В этом случае гармонические составляющие колебания могут быть определены через амплитуду и частоту скорости;
- случайную функцию времени. В этом случае для описания вероятностных свойств скорости используют среднеквадратичное значение, ширину полосы частот колебаний и плотность распределения вероятностей.

Издание официальное

1.3 **ускорение** (вибрация и удар): Производная скорости по времени. **en** acceleration, relative acceleration

Примечание 1 — В общем случае ускорение является переменной величиной.

Примечание 2 — Ускорение обычно определяют в системе координат с центром, связанным со средним положением движущегося тела или с положением тела в состоянии покоя. В общем случае ускорение представляет собой векторную сумму углового, поступательного и кориолисова ускорений.

Примечание 3 — Если измерения выполняют в системе координат, отличной от исходной, то в этом случае говорят об относительном ускорении. Относительное ускорение одной точки относительно другой есть вектор разности ускорений этих точек.

Примечание 4 — В случае переменного ускорения для его описания часто используют такие характеристики, как пиковое, среднее и среднеквадратичное значения. При этом должен быть определен или подразумеваться интервал времени, на котором проводят усреднение.

Примечание 5 — Ускорение может представлять собой.
- детерминированную функцию времени. В этом случае гармонические составляющие колебания могут быть определены через амплитуду и частоту ускорения;
- случайную функцию времени. В этом случае для описания вероятностных свойств ускорения используют среднеквадратичное значение, ширину полосы частот колебаний и плотность распределения вероятности.

1.4 **стандартное ускорение свободного падения** g_n: Единица измерения ускорения, равная 9,80665 метров в секунду в квадрате (9,80665 м/с^2). **en** standard acceleration due to gravity g_n

Примечание 1 — Данное значение ускорения принято Международной службой мер и весов и подтверждено в 1913 г. пятой Генеральной конференцией по мерам и весам в качестве стандартного ускорения свободного падения.

Примечание 2 — Стандартное ускорение свободного падения (g_n = = 9,80665 м/с^2 = 980,665 см/с^2) следует использовать для приведения к стандартной силе тяжести в измерениях, проведенных в любой точке Земли.

Примечание 3 — Часто значение ускорения выражают в единицах g_n.

Примечание 4 — Действительное значение ускорения свободного падения на поверхности Земли или внутри нее изменяется с географической широтой и высотой подъема. Это значение часто обозначают g.

1.5 **сила:** Воздействие, позволяющее вывести тело из состояния покоя и придать ему движение определенного вида или изменить имеющееся движение тела. **en** force

Примечание 1 — При сопротивлении тела движению сила способна также изменить его размер и форму.

Примечание 2 — Силу измеряют в ньютонах. Один ньютон представляет собой силу, необходимую для придания массе 1 кг ускорения 1 м/с^2.

1.6 **восстанавливающая сила:** Сила, возвращающая систему в положение равновесия, например, за счет упругих свойств деформированного тела. **en** restoring force

1.7 **рывок:** Производная ускорения по времени. **en** jerk

1.8 **инерциальная система координат:** Система координат, неподвижная в пространстве или движущаяся с постоянной поступательной скоростью, т. е. без ускорения. **en** inertial reference system, inertial reference frame

1.9 **сила инерции:** Сила, обусловленная ускоренным движением массы. **en** inertial force

1.10 **колебание:** Изменение (обычно во времени) величины в некоторой системе отсчета, когда значение величины попеременно становится то больше, то меньше некоторого заданного значения. **en** oscillation

Примечание 1 — См. термин **«вибрация»** (2.1).

Примечание 2 — В общем смысле ударные процессы или движение с проскальзыванием также можно считать колебаниями.

1.11 **окружающая среда:** Совокупность всех внешних условий, воздействующих на систему в данный момент времени. **en** environment

Примечание — См. термины **«искусственная среда»** (1.12) и **«естественная среда»** (1.13).

1.12 **искусственная среда:** Условия, внешние по отношению к данной системе, созданные в результате ее функционирования. **en** induced environment

1.13 **естественная среда:** Условия, созданные силами природы и оказывающие влияние на систему, когда она находится в состоянии покоя или функционирования. **en** natural environment

1.14 **(начальная) стабилизация (системы):** Климатические, механические или электрические воздействия на систему для приведения ее в заданное состояние. **en** preconditioning

1.15 **выдержка:** Климатические, механические или электрические воздействия, которым подвергают систему с целью оценки влияния на нее этих воздействий. **en** conditioning

1.16 **возбуждение:** Внешняя сила (или иное воздействие), приложенная к системе и вызывающая ее отклик. **en** excitation, stimulus

1.17 **отклик (системы)**, *ответ (системы), реакция (системы)*: Величина, описывающая процесс на выходе системы. **en** response (of a system)

1.18 **коэффициент передачи:** Безразмерное комплексное отношение отклика системы к возбуждению. **en** transmissibility

Примечание — Данное отношение может быть определено для разных одноименных величин на входе и выходе системы (сил, перемещений, скоростей, ускорений).

1.19 **перерегулирование:** Ситуация, когда максимум отклика системы превышает желаемое значение. **en** overshoot

Примечание 1 — Перерегулирование имеет место, когда при переходе системы из стационарного состояния, характеризуемого значением А, в стационарное состояние, характеризуемое значением В (В больше А), максимум отклика системы на входное воздействие превышает В.

Примечание 2 — Разность между максимумом отклика и значением В, определяемая, как правило, в процентах, характеризует величину перерегулирования.

1.20 **недорегулирование:** Ситуация, когда минимум отклика системы на входное воздействие ниже желаемого значения. **en** undershoot

Примечание 1 — Недорегулирование имеет место, когда при переходе системы из стационарного состояния, характеризуемого значением А, в стационарное состояние, характеризуемое значением В (В меньше А), минимум отклика системы на входное воздействие меньше В.

Примечание 2 — Разность между минимумом отклика и значением В, определяемая, как правило, в процентах, характеризует величину недорегулирования.

1.21 **система:** Совокупность взаимосвязанных элементов, рассматриваемых в определенном контексте как единое целое и отдельное от окружающей среды. **en** system

1.22 **линейная система:** Система, отклик которой пропорционален возбуждению. **en** linear system

Примечание — Данное определение предполагает, что к отношению между откликом и возбуждением применим принцип суперпозиции.

1.23 **механическая система:** Система, состоящая из элементов массы, жесткости и демпфирования. **en** mechanical system

1.24 **основание:** Конструкция, поддерживающая механическую систему. **en** foundation

Примечание — Основание может рассматриваться как неподвижное в одной системе координат или как совершающее движение в другой.

1.25 **инерционная система:** Механическая система, соединенная с неподвижным основанием через один или несколько упругих элементов (обычно с демпфированием). **en** seismic system

Примечание 1 — В идеализированном виде инерционную систему представляют в виде системы с одной степенью свободы с вязкостным демпфированием.

Примечание 2 — Если собственная частота инерционной системы низка относительно рассматриваемого диапазона частот, то в указанном диапазоне массу инерционной системы можно считать покоящейся.

1.26 **эквивалентная система:** Система, которая в целях анализа может заменить исследуемую систему. **en** equivalent system

Примечание — При исследовании вибрации и удара используют разные представления эквивалентности:
a) система, совершающая вращательное движение, эквивалентная системе, совершающей поступательное движение;
b) электрическая или акустическая система, эквивалентная механической;
c) эквивалентная жесткость;
d) эквивалентное демпфирование.

1.27 **число степеней свободы:** Минимальное число обобщенных координат, необходимое для полного описания движения механической системы. **en** degrees of freedom

Примечание — Степени свободы механической системы не следует путать со статистическими степенями свободы.

1.28 **система с сосредоточенными параметрами:** Механическая система, в которой элементы массы, жесткости и демпфирования сосредоточены в точках пространства. **en** lumped parameter system, discrete system

1.29 **система с одной степенью свободы:** Система, положение которой в любой момент времени может быть определено с помощью только одной координаты. **en** single-degree-of-freedom system

1.30 **система с несколькими степенями свободы:** Система, для определения положения которой в некоторый момент времени необходимо знать более одной координаты. **en** multi-degree-of-freedom system

1.31 **система с распределенными параметрами:** Механическая система, в которой элементы массы, жесткости и демпфирования имеют пространственное распределение. **en** continuous system

Примечание — Движение системы с распределенными параметрами определяют через функции непрерывных пространственных переменных в отличие от дискретных систем, где движение описывают через конечное число координат (степеней свободы).

1.32 **центр тяжести:** Точка, через которую проходит равнодействующая всех сил тяжести, действующих на части тела, и относительно которой суммарный момент сил тяжести равен нулю. **en** centre of gravity

Примечание — Если гравитационное поле однородно, то центр тяжести совпадает с центром масс (см. 1.33).

1.33 **центр масс:** Точка тела, для которой произведение радиус-вектора в декартовой системе координат на массу тела равно сумме произведений радиус-векторов всех частей тела на их массы. **en** centre of mass

Примечание — Это точка, относительно которой тело уравновешено в однородном гравитационном поле.

1.34 **главные оси инерции:** Три взаимно перпендикулярные оси, пересекающиеся в заданной точке, относительно которых центробежные моменты инерции твердого тела равны нулю. **en** principal axes of inertia

Примечание 1 — Если точка пересечения главных осей инерции совпадает с центром масс тела, то их называют центральными главными осями инерции, а моменты инерции тела относительно этих осей – главными центральными моментами инерции.

Примечание 2 — Применительно к балансировке тел термин «главная ось инерции» используют для обозначения главной оси инерции, которая ближе всех по направлению к оси вращения ротора.

1.35 **момент инерции:** Сумма (интеграл) произведений масс всех частей тела (элементов массы) на квадраты их расстояний от оси вращения. **en** moment of inertia

1.36 **центробежный момент инерции:** Сумма (интеграл) произведений масс всех частей тела (элементов массы) на их расстояния (с учетом знака) от двух взаимноперпендикулярных плоскостей. **en** product of inertia

1.37 **жесткость**, *коэффициент жесткости*: Взятая с противоположным знаком производная восстанавливающей силы (момента силы) по обобщенной координате. **en** stiffness

Примечание — См. также термин **«динамическая жесткость»** (1.58).

1.38 **податливость:** Величина, обратная жесткости. **en** compliance

Примечание — См. также термин **«динамическая податливость»** (1.57).

1.39 **нейтральный слой (просто изогнутой балки):** Поверхность, в которой отсутствуют механические напряжения. **en** neutral surface (of a beam in simple flexure)

Примечание — Следует определить, является ли поверхность, в которой отсутствуют механические напряжения, результатом только изгиба или изгиба в сочетании с другими деформациями.

1.40 **нейтральная ось (просто изогнутой балки):** Линия в поперечном сечении изогнутой балки, в которой продольное напряжение (растяжения или сжатия) равно нулю. **en** neutral axis (of a beam in simple flexure)

1.41 **передаточная функция:** Математическое представление соотношения между входом и выходом линейной системы с постоянными параметрами. **en** transfer function

Примечание 1 — Обычно передаточная функция является комплексной функцией и определяется как отношение преобразований Лапласа процессов на входе и выходе линейной системы с постоянными параметрами.

Примечание 2 — Обычно передаточную функцию задают как комплексную функцию частоты. См. термины **«отклик»** (1.17), **«коэффициент передачи»** (1.18) и **«переходный импеданс»** (1.50).

1.42 **комплексное возбуждение:** Возбуждение, выраженное в виде комплексной величины (например, через модуль и фазу). **en** complex excitation

Примечание — Представление возбуждения и отклика в комплексном виде используют для упрощения расчетов. Реальным процессам соответствуют действительные части возбуждения и отклика. Указанное представление справедливо для линейных систем, в которых действует принцип суперпозиции.

1.43 **компле́ксный отклик:** Отклик системы на заданное возбуждение, выраженный в виде комплексной величины через модуль и фазу. **en** complex response

Примечание — См. примечание к термину **«комплексное возбуждение»** (1.42).

1.44 **модальный анализ:** Метод анализа вибрации сложных конструкций по модам вибрации, описываемым их формами, собственными частотами, модальным демпфированием, в предположении выполнения принципа суперпозиции. **en** modal analysis

1.45 **модальная матрица:** Матрица линейного преобразования, столбцами которой служат собственные векторы системы. **en** modal matrix

Примечание — Данное преобразование позволяет привести матрицы модальной массы и модальной жесткости к диагональному виду.

1.46 **модальная жесткость:** Жесткость конструкции для данной моды вибрации. **en** modal stiffness

1.47 **плотность мод:** Число мод в единичной полосе частот.

en modal density

Примечание — Плотность мод — характеристика, широко используемая в области динамики сооружений для оценки потока вибрационной мощности в сложных конструкциях. Ее используют для определения изменений потока вибрационной мощности, свидетельствующих о зарождении усталостных повреждений элементов конструкции, или в качестве меры при контроле состояния конструкций. Кроме того, данный параметр применяют в статистическом энергетическом методе расчета высокочастотного отклика сложных конструкций, а также при выборе соответствующих методов и средств контроля вибрации.

1.48 **механический импеданс:** Компле́ксное отношение силы к скорости в заданной точке для заданного направления движения (степени свободы) механической системы.

en mechanical impedance

Примечание 1 — Механический импеданс на заданной частоте может быть определен для случаев, когда сила и скорость известны в одной или разных точках, в одном или разных направлениях при гармоническом возбуждении системы.

Примечание 2 — Механический импеданс может быть определен как для поступательных, так и для вращательных движений. В последнем случае «силу» заменяют «моментом силы», а «скорость» — «угловой скоростью».

Примечание 3 — Обычно термин «импеданс» применяют только в отношении линейных систем.

Примечание 4 — Понятие механического импеданса может быть распространено также на нелинейные системы. В этом случае соответствующую величину определяют через приращения силы и скорости.

1.49 **входной (механический) импеданс:** Отношение компле́ксной силы к компле́ксной скорости, когда сила и скорость определены в одной и той же точке механической системы при ее гармоническом возбуждении.

en driving point (mechanical) impedance, direct (mechanical) impedance

Примечание — См. примечания к термину **«механический импеданс»** (1.48).

1.50 **переходный (механический) импеданс:** Отношение компле́ксной силы, приложенной в точке *i* в некотором заданном направлении, к компле́ксной скорости в точке *j* в некотором заданном направлении в механической системе при ее гармоническом возбуждении.

en transfer (mechanical) impedance

Примечание — См. примечания к термину **«механический импеданс»** (1.48).

1.51 **импеданс короткого замыкания:** Отношение приложенной компле́ксной силы к компле́ксной скорости отклика, когда все точки механической системы, кроме той, к которой приложена сила, свободны от внешних связей (воздействий)

en free impedance

Примечание 1 — Практика показывает, что при анализе систем зачастую не делали различия между импедансом короткого замыкания и импедансом холостого хода. Поэтому требуется определенная осторожность в интерпретации опубликованных данных.

Примечание 2 — Импеданс короткого замыкания обратно пропорционален соответствующему элементу матрицы механической подвижности. Однако если результаты экспериментальных определений импедансов короткого замыкания в разных точках конструкции для разных направлений движения (степеней свободы) объединить в матрицу, то она не будет обратной к матрице импедансов холостого хода, полученной в результате математического моделирования динамического поведения конструкции. Это следует учитывать в теоретическом анализе механических систем.

1.52 **импеданс холостого хода:** Импеданс на входе механической системы, когда все остальные точки системы по всем направлениям движения (степеням свободы) нагружены бесконечным механическим импедансом.

en blocked impedance

Примечание 1 — Импеданс холостого хода является частотной характеристикой механической системы и представляет собой отношение компле́ксной затормаживающей силы в точке *j* или в точке возбуждения *i* к компле́ксной скорости кинематического возбуждения в точке *i*, когда все остальные точки механической системы «заторможены», т. е. скорости в этих точках равны нулю. Чтобы экспериментально получить матрицу импедансов холостого хода, необходимо измерить все затормаживающие силы и моменты во всех точках механической системы.

Примечание 2 — Изменение числа точек измерений или положения этих точек приведет к изменению импеданса холостого хода во всех точках измерений.

Примечание 3 — Важность знания импедансов холостого хода обусловлена тем, что их удобно использовать при теоретическом анализе динамики конструкций методом конечных элементов или аппроксимируя конструкцию системой с сосредоточенными параметрами. При сопоставлении результатов теоретического анализа с экспериментально полученными значениями механической подвижности необходимо обратить аналитически рассчитанную матрицу импедансов холостого хода для преобразования ее в матрицу механических подвижностей или, наоборот, обратить матрицу механических подвижностей для преобразования в матрицу импедансов холостого хода.

1.53 **частотная характеристика:** Частотно-зависимое отношение Фурье-преобразования отклика к Фурье-преобразованию возбуждения линейной системы.

en frequency-response function

Примечание 1 — Возбуждение может представлять собой гармоническую или случайную функцию времени или переходный процесс. Результаты испытаний, проведенных с возбуждением конкретного вида, будут справедливы для предсказания отклика системы при всех других видах возбуждения.

Примечание 2 — В качестве характеристик движения могут быть использованы величины скорости, ускорения или перемещения. Тогда соответствующие частотные характеристики называют подвижностью, ускоряемостью и динамической податливостью или импедансом, эффективной массой и динамической жесткостью (см. таблицу 1).

1.54 **механическая подвижность:** Отношение компле́ксной скорости в заданной точке механической системы к силе, действующей в той же или другой точке механической системы.

en (mechanical) mobility

Примечание 1 — Подвижность представляет собой отношение компле́ксной скорости отклика в точке *i* к комплексной вынуждающей силе в точке *j*, когда на движение всех остальных точек механической системы не наложено никаких ограничений, кроме тех, что наложены опорой конструкции при ее нормальном применении.

Примечание 2 — В данном определении под словом «точка» понимают как местоположение, так и направление движения.

Примечание 3 — Отклик может быть выражен либо через скорость, либо через угловую скорость, а возбуждение – через силу или момент силы.

Примечание 4 — Если отклик имеет вид поступательного движения, а возбуждение прямолинейно, то подвижность измеряют в м/(Н с) (в системе СИ).

Примечание 5 — Механическая подвижность представляет собой матрицу, обратную матрице механического импеданса.

1.55 **входная (механическая) подвижность:** Отношение компле́ксной скорости к компле́ксной силе, когда сила и скорость определены в одной и той же точке механической системы.

en driving-point (mechanical) mobility, direct (mechanical) mobility

Примечание — Входная подвижность представляет собой отношение компле́ксной скорости отклика в точке возбуждения *j* к компле́ксной вынуждающей силе, приложенной в той же точке, когда на движение всех остальных точек механической системы не наложено никаких ограничений, кроме тех, что наложены опорой конструкции при ее нормальном применении.

1.56 **переходная (механическая) подвижность:** Механическая подвижность, когда соответствующие скорость и сила определены для разных точек механической системы.

en transfer (mechanical) mobility

1.57 **динамическая податливость:** Частотно-зависимое отношение спектра (спектральной плотности) перемещения к спектру (спектральной плотности) силы. **en** dynamic compliance

1.58 **динамическая жесткость:** Отношение компле́ксной силы в заданной точке механической системы к компле́ксному перемещению в той же или иной точке механической системы. **en** dynamic stiffness

Примечание 1 — Иногда для обозначения этой величины используют термин «динамический модуль упругости».

Примечание 2 — Динамическая жесткость может зависеть от механического напряжения в конструкции (амплитуды и частоты), скорости изменения напряжения, температуры и других условий.

Примечание 3 — Динамическая жесткость k^* для линейной системы с одной степенью свободы, уравнение движения которой имеет вид

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + c\frac{dx}{dt} + kx = F,$$

равна

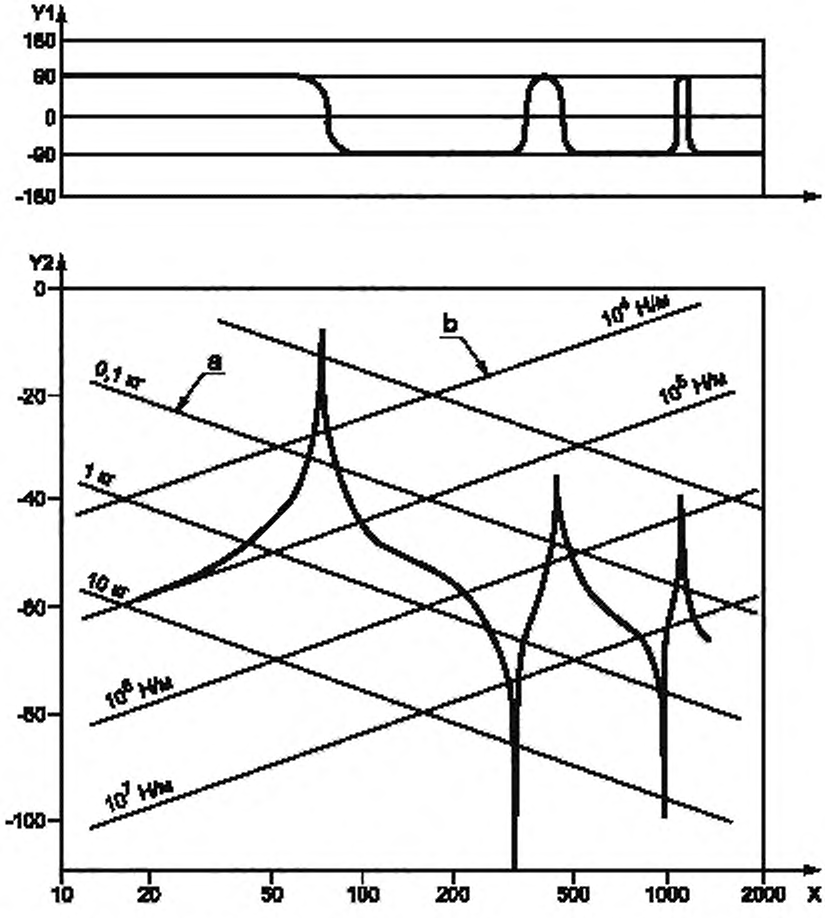
$$k^* = -m\omega^2 + i\omega c + k,$$

где c — коэффициент линейного демпфирования;
e — основание натуральных логарифмов;
$i = \sqrt{-1}$;
k — коэффициент упругости;
m — масса;
t — время;
x — перемещение;
ω — угловая частота.

Таблица 1 — Соотношения между частотными характеристиками механической системы

Атрибуты частотной характеристики	Параметр движения		
	Перемещение[a]	Скорость[b]	Ускорение[c]
Наименование	Динамическая податливость	Подвижность	Ускоряемость
Обозначение	x_j/F_j	$Y_{ij} = v_i/F_j$	a_j/F_j
Размерность	м/Н	м/(Н · с)	м/(Н · с^2) = кг$^{-1}$
Граничные условия	$F_k = 0;\ k \neq j$	$F_k = 0;\ k \neq j$	$F_k = 0;\ k \neq j$
	Примечание — Граничные условия могут быть легко реализованы в эксперименте.		
Наименование	Динамическая жесткость	Импеданс холостого хода	Эффективная масса холостого хода
Обозначение	F_j/x_j	$Z_{ij} = F_j/v_j$	F_j/a_j
Размерность	Н/м	Н · с/м	Н · с^2/м = кг
Граничные условия	$x_k = 0;\ k \neq j$	$v_k = 0,\ k \neq j$	$a_k = 0;\ k \neq j$
	Примечание — Граничные условия очень трудно или невозможно реализовать в эксперименте.		
Наименование	Динамическая жесткость короткого замыкания	Импеданс короткого замыкания	Эффективная масса короткого замыкания
Обозначение	F_j/x_j	$F_j/v_j = 1/Y_{ij}$	F_j/a_j
Размерность	Н/м	Н · с/м	Н · с^2/м = кг
Граничные условия	$F_k = 0,\ k \neq j$	$F_k = 0;\ k \neq j$	$F_k = 0;\ k \neq j$
	Примечание — Граничные условия могут быть легко реализованы в эксперименте, однако следует обратить особое внимание на корректное использование результатов экспериментов в математическом моделировании системы.		

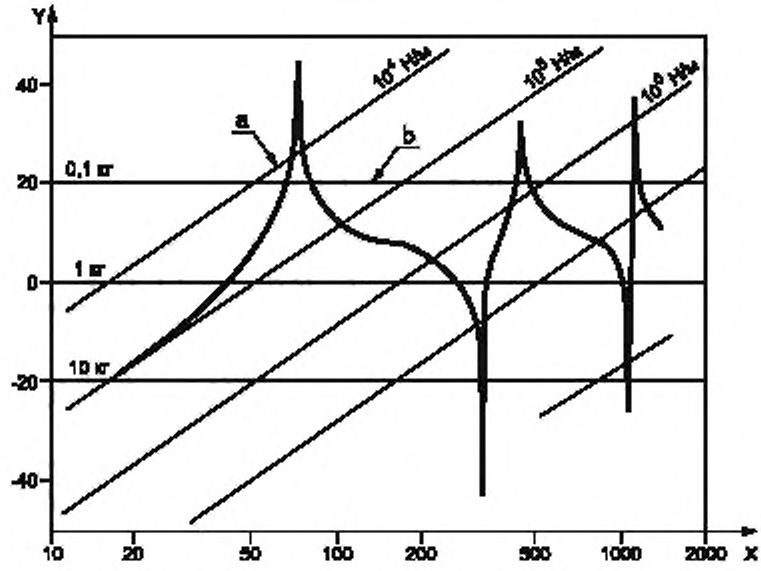
[a] См. рисунок 3.
[b] См. рисунок 1.
[c] См. рисунок 2.



X — частота, Гц; Y1 — фазовый угол, в градусах; Y2 — модуль подвижности, дБ [относительно 1 м/(Н с)]

[a] Линии постоянной эффективной массы.
[b] Линии постоянной динамической жесткости.

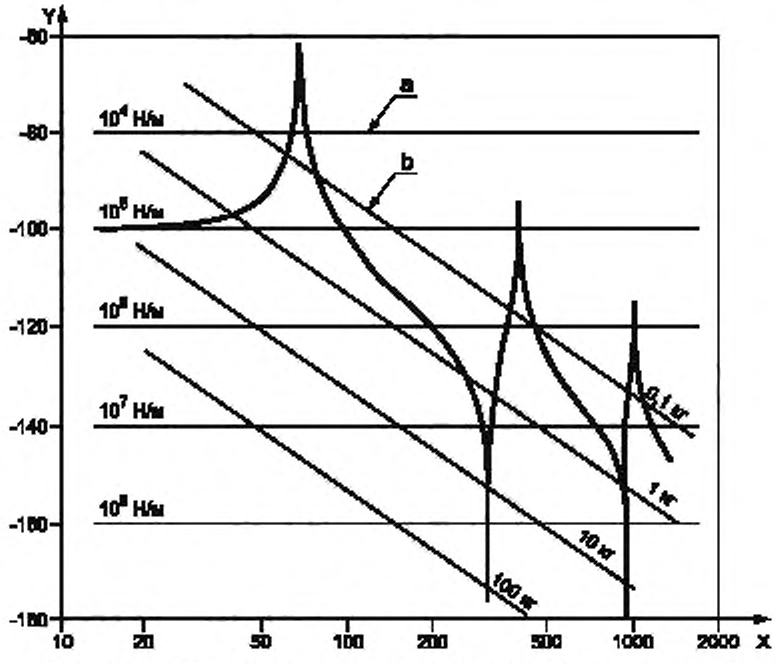
Рисунок 1 — График подвижности



X — частота, Гц; Y — модуль ускоряемости, дБ [относительно 1 м/(Н $с^2$)]

[a] Линии постоянной динамической жесткости.
[b] Линии постоянной эффективной массы.

Рисунок 2 — График модуля ускоряемости, соответствующий графику подвижности (рисунок 1)



X — частота, Гц; Y — модуль динамической податливости, дБ [относительно 1 м/Н]

[a] Линии постоянной динамической жесткости.
[b] Линии постоянной эффективной массы.

Рисунок 3 — График модуля динамической податливости, соответствующий графику подвижности (рисунок 1)

1.59 **эффективная масса:** Отношение компле́ксной силы к компле́ксному ускорению. **en** dynamic mass

1.60 **ускоряемость:** Частотно-зависимое отношение спектра (спектральной плотности) ускорения к спектру (спектральной плотности) силы. **en** accelerance

1.61 **спектр:** Представление величины в виде функции частоты или длины волны. **en** spectrum

1.62 **уровень (физической величины):** Логарифм отношения физической величины к некоторому опорному значению этой величины. **en** level (of a quantity)

Примечание 1 — При определении уровня физической величины необходимо знать используемые основание логарифма и опорное значение величины.

Примечание 2 — Примерами широко применяемых уровней физических величин являются уровень электрической мощности, уровень звукового давления, уровень ускорения, уровень квадрата напряжения.

Примечание 3 — Математически определение уровня можно представить в виде:

$$L = \log_r \frac{q}{q_0},$$

где L — уровень физической величины в логарифмическом масштабе;
r — основание логарифма;
q — исходная физическая величина;
q_0 — опорное значение физической величины.

Примечание 4 — Разность уровней двух одинаковых физических величин q_1 и q_2 можно представить в том же виде, поскольку по правилам действия с логарифмами опорное значение сокращается, т. е.

$$\log_r \frac{q_1}{q_0} - \log_r \frac{q_2}{q_0} = \log_r \frac{q_1}{q_2}.$$

Примечание 5 — В области вибрации термин «уровень» иногда используют для обозначения амплитуды, среднего значения, среднеквадратичного значения или отношения этих величин. Использования термина «уровень» в указанных смыслах следует избегать.

1.63 **бел:** Единица измерения уровня физической величины при основании логарифма равном 10. **en** bel

Примечание — Данную единицу измерений применяют только в отношении энергетических параметров. См. также примечания к терминам **«уровень»** (1.62) и **«децибел»** (1.64).

1.64 **децибел:** Десятая часть бела. **en** decibel (dB)

Примечание 1 — Значение в децибелах в десять раз превышает логарифм по основанию 10 отношения двух энергетических параметров, т. е.

$$L = 10\lg\frac{X^2}{X_0^2} = 20\lg\frac{X}{X_0},$$

Примечание 2 — Примерами энергетических параметров являются квадрат звукового давления, квадрат скорости колебаний частицы, интенсивность звука, объемная плотность звуковой энергии, квадрат напряжения. Часто бел является единицей измерения уровня квадрата звукового давления, однако, для краткости говорят об уровне звукового давления, поскольку обычно это не вызывает каких-либо недоразумений.

2 Вибрация

2.1 **вибрация:** Движение механической системы (точки механической системы), при котором происходят периодические или случайные колебания характеризующей его величины относительно положения равновесия. **en** vibration

Примечание — См. термин **«колебание»** (1.10).

2.2 **периодическая вибрация:** Вибрация, при которой значения физической величины повторяются через некоторые равные приращения независимой переменной. **en** periodic vibration

Примечание 1 — Периодическую величину y, являющуюся функцией времени t, можно представить в виде

$$y = f(t) = f(t \pm n\tau),$$

где n — целое число;
t — время (независимая переменная);
τ — период.

Примечание 2 — Вибрацию, незначительно отличающуюся от периодической, называют почти периодической или квазипериодической вибрацией.

2.3 **гармоническая вибрация:** Периодическая вибрация, при которой соответствующая физическая величина является синусоидальной функцией времени. **en** sinusoidal vibration, simple harmonic vibration

Примечание 1 — Гармоническая вибрация может быть представлена в виде

$$y = \hat{y}\sin(\omega t + \varphi_0),$$

где $\hat{y}$ — амплитуда;
t — время (независимая переменная);
y — параметр гармонической вибрации;
φ_0 — начальная фаза;
ω — угловая частота.

Примечание 2 — Периодическую вибрацию, содержащую несколько синусоид с частотами, кратными частоте первой гармоники, часто называют полигармонической вибрацией.

Примечание 3 — Почти гармоническую (квазигармоническую) вибрацию можно представить в виде синусоидальной функции с амплитудой и (или) частотой, медленно изменяющимися со временем.

2.4 **случайная вибрация:** Вибрация, у которой значения соответствующей величины в конкретный момент времени не могут быть предсказаны точно. **en** random vibration, stochastic vibration

Примечание — Вероятность того, что параметр вибрации попадет в заданный диапазон значений, может быть определена функцией распределения вероятностей.

2.5 **угловая вибрация:** Вибрация точки тела в трех направлениях вращения (по трем степеням свободы). **en** angular vibration

2.6 **крутильная вибрация:** Периодическая вибрация, вызванная скручиванием тела вокруг собственной оси. **en** torsional vibration

Примечание 1 — См. термин **«угловая вибрация»** (2.5).

Примечание 2 — Данный термин обычно используют при описании движения вращающихся валов в их перпендикулярном сечении.

2.7 **угловое перемещение:** Перемещение точки тела в одном из направлений вращательного движения. **en** angular displacement

2.8 **угловая скорость:** Скорость точки тела в одном из направлений вращательного движения. **en** angular velocity

2.9 **угловое ускорение:** Ускорение точки тела в одном из направлений вращательного движения. **en** angular acceleration

2.10 **нестационарная вибрация:** Вибрация, статистические характеристики которой изменяются со временем. **en** non-stationary vibration

2.11 **стационарная вибрация:** Вибрация, статистические характеристики которой не изменяются со временем. **en** stationary vibration

Примечание — Такая вибрация может представлять собой детерминированный или случайный процесс.

2.12 **шум:** Нежелательный сигнал (обычно случайной природы), спектр которого не содержит четко выраженных частотных составляющих.

en noise

Примечание — Более широко, шум может состоять из нежелательных или случайных колебаний. Если может быть неясно, какой шум имеется в виду, то данный термин следует использовать с поясняющими определениями, например «акустический шум» или «электрический шум».

2.13 **случайный шум**: Шум, значения параметров которого в конкретный момент времени не могут быть предсказаны точно.

en random noise, stochastic noise

Примечание — См. термин **«случайная вибрация»** (2.4).

2.1 **гауссовский шум**, *гауссов шум*: Случайная вибрация, мгновенные значения параметров которой имеют гауссовское (нормальное) распределение.

en Gaussian random vibration, Gaussian stochastic vibration

2.15 **белый шум:** Случайная вибрация, энергия которой равномерно распределена по всему рассматриваемому диапазону частот.

en white random vibration, white stochastic vibration

2.16 **розовый шум:** Случайная вибрация, энергия которой равномерно распределена в пределах полосы частот, ширина которой пропорциональна ее среднегеометрической частоте.

en pink random vibration, pink stochastic vibration

Примечание — Энергетический спектр розового шума в октавной полосе частот (или в полосе частот шириной в долю октавы) имеет постоянное значение.

2.17 **узкополосная случайная вибрация:** Случайная вибрация, составляющие которой сосредоточены в узкой полосе частот.

en narrow-band random vibration, narrow-band stochastic vibration

Примечание 1 — Что следует понимать под узкой полосой частот, зависит от поставленной задачи. Обычно ширина такой полосы равна трети октавы или менее.

Примечание 2 — Временная форма сигнала узкополосной случайной вибрации имеет вид синусоидального сигнала со случайным образом изменяющимися амплитудой и фазой.

Примечание 3 — См. термин **«случайная вибрация»** (2.4).

2.18 **широкополосная случайная вибрация:** Случайная вибрация, частотные составляющие которой распределены в широкой полосе частот.

en broad-band random vibration, broad-band stochastic vibration

Примечание 1 — Что следует понимать под широкой полосой частот, зависит от поставленной задачи. Обычно ширина такой полосы равна октаве или более.

Примечание 2 — См. термин **«случайная вибрация»** (2.4).

2.19 **преобладающая частота:** Частота, на которой наблюдается максимум спектральной плотности сигнала.

en dominant frequency

2.20 **установившаяся вибрация:** Непрерывная вибрация, параметры которой незначительно колеблются относительно некоторых достигнутых значений.

en steady-state vibration

2.21 **переходная вибрация:** Вибрация системы, являющаяся ее откликом на воздействие, при переходе от одной установившейся вибрации к другой.

en transient vibration

Примечание — Термин часто используют в связи с ударным процессом (см. 3.1), а под установившейся вибрацией часто понимают состояние покоя системы.

2.22 **вынужденная вибрация:** Вибрация системы, вызванная действием внешней переменной силы.

en forced vibration

Примечание — Для линейной системы частота вынужденной вибрации будет совпадать с частотой возбуждения.

2.23 **свободная вибрация:** Вибрация системы после прекращения внешнего воздействия или снятия внешних связей.

en free vibration

Примечание — Свободная вибрация линейной системы представляет собой суперпозицию собственных мод.

2.24 **нелинейная вибрация:** Вибрация системы с нелинейным откликом, поведение которой описывается нелинейными дифференциальными уравнениями. **en** non-linear vibration

Примечание — Для нелинейной системы связь возбуждения и отклика отлична от прямо пропорциональной зависимости, и принцип суперпозиции не соблюдается.

2.25 **продольная вибрация**, осевая вибрация: Вибрация вдоль продольной оси упругого тела. **en** longitudinal vibration

2.26 **автоколебания:** Вибрация механической системы, вызванная преобразованием энергии в колебательные движения внутри системы. **en** self-induced vibration, self-excited vibration

2.27 **фоновая вибрация:** Вибрация, вызванная средой, в которой находится система, и обусловленная разными источниками вибрации в этой среде. **en** ambient vibration

2.28 **побочная вибрация:** Вибрация, отличающаяся от исследуемой. **en** extraneous vibration

Примечание — Фоновая вибрация составляет часть побочной вибрации.

2.29 **непериодическая вибрация:** Вибрация, представляющая собой непериодический процесс. **en** aperiodic vibration

2.30 **скачок (вибрации):** Резкое изменение вибрации при незначительном изменении частоты возбуждения. **en** jump

2.31 **цикл:** Полный диапазон состояний (значений) периодического процесса (функции) до очередного своего повторения. **en** cycle

2.32 **(основной) период:** Наименьший промежуток времени, через который периодическая функция повторяет себя. **en** (fundamental) period

Примечание 1 — При употреблении в контексте, исключающем неоднозначное толкование, обычно вместо термина «основной период» используют термин «период».

Примечание 2 — См. термин **«периодическая вибрация»** (2.2).

2.33 **частота:** Величина, обратная периоду. **en** frequency

Примечание — Частоту измеряют в герцах (Гц). Один герц соответствует одному циклу в секунду.

2.34 **основная частота:** Низшая собственная частота колебательной системы. **en** fundamental frequency

Примечание 1 — Моду колебаний, соответствующую низшей собственной частоте системы, называют основной модой.

Примечание 2 — См. термин **«собственная частота»** (2.88).

2.35 **гармоника:** Гармоническая составляющая периодической вибрации. **en** harmonic

Примечание 1 — Частоты гармоник кратны частоте периодической вибрации.

Примечание 2 — В указанном смысле часто используют также термин «обертон», при этом n-й гармонике соответствует $(n - 1)$-й обертон. Применение термина «обертон» нежелательно.

2.36 **субгармоника:** Гармоническая вибрация на частоте, в целое число раз меньшей частоты периодической вибрации. **en** sub harmonic

2.37 **гармоническое возбуждение:** Возбуждение в виде синусоидальной функции. **en** sinusoidal excitation

2.38 **биения:** Периодическое изменение огибающей суммы двух колебаний с незначительно отличающимися частотами. **en** beats

Примечание — Биения происходят на разностной частоте колебаний.

2.39 **частота биений:** Абсолютное значение разности частот двух колебаний, порождающих биения. **en** beat frequency

2.40 **угловая частота:** Произведение частоты физической величины, изменяющейся по синусоидальному закону, на коэффициент 2π. **en** angular frequency, pulsatance

Примечание — Единица измерения угловой частоты — радиан (рад) в единицу времени.

2.41 **фаза:** Аргумент компле́ксной величины, описывающей вибрацию. **en** phase angle

2.42 **разность фаз:** Разность между фазами двух гармонических колебаний одной частоты или между фазами гармонического колебания в разные моменты времени. **en** phase (angle) difference

2.43 **амплитуда:** Максимальное значение величины (при гармонической вибрации). **en** amplitude

Примечание — В русском языке термин «амплитуда» используют в более узком смысле, чем в английском языке, где он служит для обозначения размерной характеристики (модуля, максимального значения и т. п.), понимаемой из контекста.

2.44 **пиковое значение:** Максимальное значение величины на заданном интервале времени. **en** peak value

Примечание — Под пиковым значением обычно понимают максимальное отклонение величины, описывающей вибрацию, от среднего значения. Максимальное (по модулю) отклонение в область положительных значений называют положительным пиковым значением, а в область отрицательных значений — отрицательным пиковым значением.

2.45 **размах:** Разность между положительным и отрицательным пиковыми значениями на заданном интервале времени. **en** peak-to-peak value

Примечание — Результат измерения данной величины зависит от времени установления средства измерений.

2.46 **полный ход:** Размах перемещения. **en** (total) excursion

2.47 **пик-фактор**, *коэффициент амплитуды*: Отношение пикового значения к среднеквадратичному значению. **en** crest factor

Примечание — Пик-фактор синусоидального сигнала равен $\sqrt{2}$.

2.48 **форм-фактор**, *коэффициент формы*: Отношение среднеквадратичного значения к среднему значению функции на половине цикла между двумя последовательными пересечениями нуля. **en** form factor

Примечание — Форм-фактор синусоидального сигнала равен $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1{,}111$.

2.49 **мгновенное значение**: Значение физической величины в текущий момент времени. **en** instantaneous value

2.50 **максимакс:** Максимальное значение из всех максимумов, принимаемых функцией на ряде заданных интервалов изменения независимой переменной. **en** maximax

2.51 **жесткость вибрации:** Значения параметра или совокупности параметров, характеризующих вибрацию. **en** vibration severity

Примечание 1 — Жесткость вибрации — обобщающее понятие. Применительно к вибрации, создаваемой машинами, вместо него чаще используют термин «вибрационное состояние». В прошлом вибрационное состояние машины описывалось через параметры скорости, однако в настоящее время более распространенным является его описание через другие величины, такие как перемещение и ускорение.

Примечание 2 — Вибрационное состояние машины характеризуется максимальным значением соответствующего параметра в разных точках машины (валы, подшипники и т. д.).

2.52 **эллиптическая вибрация (точки):** Вибрация точки по эллиптической траектории. **en** elliptical vibration

2.53 **прямолинейная вибрация (точки):** Вибрация точки по прямолинейной траектории. **en** rectilinear vibration, linear vibration

2.54 **круговая вибрация (точки):** Вибрация точки по круговой траектории. **en** circular vibration

Примечание — Данный вид движения является частным случаем эллиптической вибрации.

2.55 **поступательное движение:** Движение тела, при котором отрезок, соединяющий две любые точки тела, остается параллельным самому себе. **en** translational motion

Примечание — Поступательное движение тела определяют по тому, как изменяются со временем его координаты.

2.56 **вращательное движение:** Движение, при котором траектории всех точек тела являются окружностями с центрами, расположенными на одной прямой (оси вращения) и лежат в плоскостях, перпендикулярных этой прямой. **en** rotational motion

Примечание — Вращательное движение тела определяют по тому, как изменяются со временем его угловые координаты.

2.57 **узел:** Точка, линия или поверхность механической системы, где значение характеристики волнового поля постоянно равно нулю. **en** node

2.58 **пучность:** Точка, линия или поверхность механической системы, где значение характеристики волнового поля имеет постоянный максимум. **en** antinode

2.59 **собственная мода вибрации:** Мода свободной вибрации системы на одной из собственных частот. **en** natural mode of vibration

Примечание 1 — Для систем без демпфирования собственные моды вибрации совпадают с нормальными модами вибрации (см. 2.66).

Примечание 2 — Иногда собственную моду вибрации называют натуральной модой.

Примечание 3 — Собственная мода вибрации является произведением формы моды вибрации и гармонической вибрации на собственной частоте.

Примечание 4 — Число собственных мод вибрации совпадает с числом степеней свободы данной системы.

2.60 **мода вибрации:** Пространственная конфигурация гармонических колебаний точек линейной механической системы при ее гармоническом возбуждении. **en** mode of vibration

Примечание — В системе со многими степенями свободы могут одновременно существовать разные моды вибрации.

2.61 **основная собственная мода вибрации:** Мода вибрации системы с наименьшей собственной частотой. **en** fundamental natural mode of vibration

Примечание — См. термин «**основная частота**» (2.34).

2.62 **форма моды:** Конфигурация совокупности точек механической системы, в которой возбуждена только одна мода вибрации, когда точки находятся на максимальном расстоянии от положения равновесия (нейтральной поверхности, нейтральной оси). **en** mode shape

Примечание — Каждая мода может иметь свое положение равновесия.

2.63 **число мод:** Число (целое) возможных мод в системе со многими степенями свободы. **en** modal number

2.64 **связанные моды:** Моды вибрации, взаимно влияющие друг на друга за счет переноса энергии одной моды в другую вследствие демпфирования. **en** coupled modes

Примечание — Обмен энергии между модами возможен при близости их собственных частот.

2.65 **несвязанные моды:** Моды вибрации, независимые друг от друга. **en** uncoupled modes

Примечание — Для несвязанных мод явление обмена энергией отсутствует.

2.66 **недемпфированная собственная мода вибрации:** Собственная мода вибрации в системе без демпфирования. **en** undamped natural mode

Примечание 1 — Движение системы характеризуется взвешенной суммой нормальных мод.

Примечание 2 — Для систем без демпфирования понятия нормальной моды вибрации и собственной моды вибрации совпадают.

2.67 **демпфированная собственная мода вибрации:** Собственная мода вибрации в системе с демпфированием. **en** damped natural mode

2.68 **цуг волн:** Группа волн, перемещающихся с одинаковой (или почти одинаковой) скоростью (групповой скоростью). **en** wave train

2.69 **длина волны:** Расстояние в направлении распространения волны, между двумя ближайшими точками, колеблющимися с разностью фаз 2π. [ИСО 80000-3:2006 (статья 3-17)] **en** wavelength

2.70 **волна сжатия:** Волна, состоящая из областей сжатия и растяжения, распространяющаяся в упругой среде. **en** compressi-onal wave

Примечание — Волна сжатия обычно является продольной волной (2.71).

2.71 **продольная волна:** Волна, в которой движения частиц среды происходят в направлении распространения волны. **en** longitudinal wave

2.72 **сдвиговая волна:** Волна сдвиговых напряжений, распространяющаяся в упругой среде. **en** shear wave

Примечание 1 — Сдвиговая волна обычно является поперечной волной (см. 2.73).

Примечание 2 — Сдвиговая волна не связана с изменениями объема.

2.73 **поперечная волна:** Волна, в которой движения частиц среды происходят в направлении, перпендикулярном к направлению ее распространения. **en** transverse wave

2.74 **поверхностная волна**, *рэлеевская волна*: Волна, распространяющаяся вдоль границы раздела двух сред, так что частицы в области раздела движутся по эллиптическим траекториям с центром на невозмущенной границе раздела и большой полуосью, перпендикулярной этой границе. **en** surface wave, Rayleigh wave

Примечание — На «гребнях» волны (т. е. на максимальном удалении от границы между средами) частицы среды движутся в направлении, противоположном направлению распространения волны.

2.75 **фронт волны:** Геометрическое место точек бегущей волны, имеющих в данный момент времени одинаковую фазу колебаний. **en** wave front

Примечание — У поверхностных волн фронт волны представляет собой непрерывную линию, у пространственных волн — непрерывную поверхность.

2.76 **плоская волна:** Волна, фронты которой представляют собой параллельные плоскости. **en** plane wave

2.77 **сферическая волна:** Волна, фронты которой представляет собой сферические поверхности. **en** spherical wave

2.78 **стоячая волна:** Волна, у которой каждая точка среды имеет постоянную амплитуду колебаний. **en** standing wave

Примечание 1 — Стоячую волну можно рассматривать как суперпозицию двух бегущих навстречу друг другу волн одного вида и одной частоты.

Примечание 2 — Узлы и пучности стоячей волны не изменяют своего положения со временем.

2.79 **аудиочастота:** Любая частота из диапазона нормально слышимых частот звуковых волн. **en** audio frequency

Примечание — Частоты аудиоволн обычно расположены в диапазоне от 20 до 20 000 Гц.

2.80 **резонанс:** Состояние системы, совершающей вынужденные колебания, при котором любое малое изменение частоты вызывает понижение отклика. **en** resonance

2.81 **резонансная частота:** Частота, на которой наблюдается резонанс. **en** resonance frequency

Примечание 1 — Резонансные частоты могут зависеть от величины, описывающей отклик, например, резонанс по скорости может наступить на другой частоте, чем резонанс по перемещению (см. таблицу 2).

Примечание 2 — Во избежание неоднозначности следует указывать тип резонанса, например, резонанс по скорости (см. таблицу 2).

2.82 **антирезонанс:** Состояние системы, совершающей вынужденные колебания, когда любое малое изменение частоты вызывает возрастание отклика. **en** antiresonance

2.83 **антирезонансная частота:** Частота, на которой наблюдается антирезонанс. **en** antiresonance frequency

Примечание 1 — Частоты антирезонанса могут зависеть от величины, описывающей отклик, например, антирезонанс по скорости может наступить на другой частоте, чем антирезонанс по перемещению.

Примечание 2 — Во избежание неоднозначности следует указывать тип антирезонанса, например, антирезонанс по скорости.

2.84 **собственная частота системы с неподвижным основанием:** Собственная частота колебаний, которые бы испытывала система с жестким основанием бесконечной массы. **en** fixed-base natural frequency

Примечание — Формула и значения собственных частот в таблице 2 приведены для системы с неподвижным основанием.

2.85 **критическая частота вращения:** Частота вращения ротора, при которой в системе возникают резонансы. **en** critical speed, resonance speed

Примечание 1 — Критическая частота вращения в $с^{-1}$ равна резонансной частоте в Гц (кроме того, в системе могут наблюдаться также резонансы на частотах соответствующих гармоник и субгармоник).

Примечание 2 — В системе, состоящей из нескольких взаимосвязанных роторов (валопроводе), каждой моде валопровода будет соответствовать набор критических частот вращения составляющих его роторов.

2.86 **субгармонический резонанс:** Отклик механической системы в виде резонансных колебаний с периодом, кратным периоду гармонического возбуждения. **en** subharmonic (resonance) response

2.87 **демпфирование**: Рассеяние механической энергии во времени или в пространстве. **en** damping

Примечание — В отношении вибрации и удара демпфирование проявляется в затухании процесса.

2.88 **собственная частота (механической системы):** Частота свободных колебаний линейной системы без демпфирования. **en** natural frequency (of a mechanical system)

Примечание — Для уравнения движения из таблицы 2 собственная частота равна $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$.

2.89 **собственная частота системы с демпфированием**, *частота свободных затухающих колебаний*: Частота свободных колебаний линейной системы с демпфированием. **en** damped natural frequency

Примечание — См. таблицу 2.

Таблица 2 — Соотношения характеристик механической системы

Параметр	Состояние системы		
	Резонанс по перемещению	Резонанс по скорости	Свободные затухающие колебания
Частота	$\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{c^2}{2m^2}}$	$\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	$\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{c^2}{4m^2}}$

Окончание таблицы 2

Параметр	Состояние системы		
	Резонанс по перемещению	Резонанс по скорости	Свободные затухающие колебания
Амплитуда перемещения	$\frac{\hat{F}}{c\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{c^2}{4m^2}}}$	$\frac{\hat{F}}{c\sqrt{\frac{k}{m}}}$	$\frac{\hat{F}}{c\sqrt{\frac{k}{m}-\frac{3c^2}{16m^2}}}$
Амплитуда скорости	$\frac{\hat{F}}{c\sqrt{1+\frac{c^2}{4mk-2c^2}}}$	$\frac{\hat{F}}{c}$	$\frac{\hat{F}}{c\sqrt{1+\frac{c^2}{16mk-4c^2}}}$
Сдвиг фазы перемещения относительно вынуждающей силы	$\arctan\sqrt{\frac{4mk}{c^2}-2}$	$\frac{\pi}{2}$	$\arctan\sqrt{\frac{16mk}{c^2}-4}$

Примечание 1 — В случае линейной системы с одной степенью свободы уравнение движения имеет вид

$$m\frac{d^2x}{dt^2}+c\frac{dx}{dt}+kx=\hat{F}\cos\omega t,$$

где t — время;
x — перемещение;
ω — угловая частота;
$\hat{F}$ — амплитуда вынуждающей силы,
m — масса системы;
c — коэффициент сопротивления системы;
k — жесткость пружины в системе.

Выражения для параметров, связанных с резонансом, даны через постоянные вышеприведенного уравнения движения.

Примечание 2 — Если коэффициент сопротивления системы c мал по сравнению с $\sqrt{mk}$, то частоты резонансов по перемещению и по скорости, а также собственная частота системы с демпфированием практически совпадают и близки к собственной частоте системы без демпфирования.

2.90 **линейное демпфирование:** Демпфирование, вызванное действием диссипативной силы, пропорциональной и противоположной скорости.

en linear damping

Примечание — Устройство, создающее линейное вязкостное демпфирование, на схемах часто условно изображают поршнем (см. 2.94).

2.91 **эквивалентное линейное демпфирование:** Линейное демпфирование, введенное в уравнение движения вместо реально действующей демпфирующей силы, при котором рассеяние энергии на одном цикле резонансных колебаний соответствует рассеянию энергии в реальной системе.

en equivalent linear damping

2.92 **сопротивление**, *коэффициент сопротивления*: Отношение диссипативной силы к скорости, взятое с противоположным знаком.

en linear damping coefficient

Примечание — См. термин **«линейное демпфирование»** (2.90).

2.93 **гистерезисное демпфирование:** Рассеяние энергии, вызванное внутренним трением в конструкции.

en hysteresis damping, structural damping

Примечание 1 — Динамическое гистерезисное демпфирование (преимущественно линейное) включает в себя вязкоупругое, реологическое демпфирование и внутреннее трение.

Примечание 2 — Демпфирующая сила гистерезисного демпфирования имеет сдвиг фаз 90° относительно восстанавливающей силы. Статическое гистерезисное демпфирование связано с нелинейностью зависимости деформации от напряжения, не зависит от времени и скоростей деформации и напряжения и обусловлено пластическими свойствами материала.

Примечание 3 — Площадь петли гистерезиса не зависит от частоты вибрации, но пропорциональна квадрату амплитуды деформации.

2.94 **поршень:** Условное наименование диссипативного элемента механической системы, обеспечивающего существование в ней вязкостного демпфирования. **en** dashpot

Примечание — Данный элемент создает силу сопротивления движению системы, пропорциональную ее скорости.

2.95 **критическое демпфирование:** Демпфирование в системе с одной степенью свободы, соответствующее предельному состоянию, при котором система, выведенная из состояния равновесия, уже не может совершать колебательные движения. **en** critical (viscous) damping

Примечание — Для системы с одной степенью свободы, движение которой описывается уравнением таблицы 2, критическое сопротивление (коэффициент критического сопротивления) c_c равно $c_c = 2\sqrt{mk} = 2m\omega_0$, где ω_0 — собственная угловая частота системы. См. термин **«собственная частота»** (2.88).

2.96 **относительное демпфирование:** Отношение коэффициента сопротивления к коэффициенту критического сопротивления. **en** damping ratio

Примечание 1 — Данная величина может быть выражена также в процентах коэффициента критического сопротивления.

Примечание 2 — См. термины **«сопротивление»** (2.92) и **«критическое демпфирование»** (2.95).

2.97 **логарифмический декремент:** Натуральный логарифм отношения любых двух последовательных максимумов величины, характеризующей свободные затухающие колебания системы с одной степенью свободы. **en** logarithmic decrement

2.98 **нелинейное демпфирование:** Демпфирование, обусловленное действием сил или моментов сил, не пропорциональных скорости. **en** non-linear damping

2.99 **добротность:** Величина, характеризующая усиление вибрации на резонансе. **en** *Q* factor

Примечание — Добротность системы Q обратна удвоенному относительному демпфированию системы, т. е. $Q = \frac{c_c}{2c}$.

2.100 **вибростенд**, *вибровозбудитель*: Устройство, специально сконструированное и предназначенное для возбуждения вибрации и передачи ее на испытуемый объект. **en** vibration generator, vibration machine, vibration exciter

Примечание — Испытуемый объект может быть установлен на столе вибростенда или же возбуждение на объект может быть передано при помощи наконечника (захвата) без использования стола.

2.101 **вибрационная установка:** Вибростенд вместе с оборудованием, необходимым для его функционирования. **en** vibration generator system

2.102 **электродинамический вибростенд:** Вибростенд, возбуждающий вибрацию в результате взаимодействия постоянного магнитного поля с находящейся в этом поле катушкой возбуждения, по которой протекает переменный ток. **en** electro-dynamic vibration generator

Примечание — Подвижная система электродинамического вибростенда включает в себя стол, подвижную катушку и другие элементы, предназначенные для непосредственного возбуждения вибрации.

2.103 **электромагнитный вибростенд:** Вибростенд, возбуждающий вибрацию в результате взаимодействия электромагнитов с магнитными материалами. **en** electro-magnetic vibration generator

2.104 **вибростенд прямого действия:** Механический вибростенд, у которого вибростол приводится в движение механизмом, позволяющим поддерживать амплитуду вибрации независимо от частоты и нагрузки вибростенда. **en** (mechanical) direct-drive vibration generator

2.105 **гидравлический вибростенд:** Вибростенд, возбуждающий вибрацию в результате изменения давления жидкости по заданному закону при протекании ее через соответствующее устройство. **en** hydraulic vibration generator

2.106 **дисбалансный вибростенд:** Механический вибростенд, возбуждающий вибрацию посредством вращательного или возвратно-поступательного движения неуравновешенных масс. **en** (mechanical) reaction vibration generator, unbalanced mass vibration generator

2.107 **резонансный вибростенд:** Вибростенд, возбуждающий вибрацию на частоте собственного резонанса. **en** resonance vibration generator

2.108 **пьезоэлектрический вибростенд:** Вибростенд, возбуждающий вибрацию посредством пьезоэлектрического преобразователя. **en** piezoelectric vibration generator

2.109 **магнитострикционный вибростенд:** Вибростенд, возбуждающий вибрацию посредством магнитострикционного преобразователя. **en** magneto-strictive vibration generator

2.110 **сосредоточенная масса:** Масса объекта, сохраняющего свойства абсолютно жесткого тела во всем рассматриваемом диапазоне частот. **en** lumped mass, deadweight, pure mass

2.111 **циклическая операция:** Повторяющееся действие, связанное с прохождением цикла управляемой переменной (например, частотой). **en** cycle (operation)

Примечание — См. термин «**цикл**» (2.31).

2.112 **период цикла:** Время, необходимое для совершения цикла. **en** cycle period

2.113 **диапазон цикла:** Диапазон между минимальным и максимальным значениями, которые принимает управляемая переменная (например, частота) при совершении циклической операции. **en** cycle range

2.114 **качание** (вибрационные установки): Непрерывное изменение в пределах диапазона цикла управляемой переменной (обычно частоты). **en** sweep

2.115 **скорость качания:** Скорость изменения управляемой переменной (обычно частоты) при ее качании. **en** sweep rate

Примечание — Скорость качания частоты может быть выражена как df/dt, где f — частота, t — время.

2.116 **линейное качание:** Качание, при котором скорость изменения управляемой переменной (обычно частоты) постоянна, т. е. df/dt = constant. **en** linear sweep rate, uniform sweep rate

Примечание — См. термин **«скорость качания»** (2.115).

2.117 **логарифмическое качание:** Качание, при котором поддерживается постоянной скорость изменения относительного приращения частоты, т. е. $(df/f)/dt$ = constant. **en** logarithmic (frequency) sweep rate

Примечание 1 — Для данного режима качания время прохождения диапазонов с одинаковым отношением максимального и минимального значений частот постоянно.

Примечание 2 — Скорость качания частоты в логарифмическом режиме рекомендуется выражать в октавах в минуту.

Примечание 3 — См. термин **«скорость качания»** (2.115).

2.118 **частота перехода:** Частота, на которой происходит изменение соотношений между параметрами возбуждаемой вибрации. en cross-over frequency

Пример — Частота перехода между диапазонами постоянного среднеквадратичного значения перемещения и постоянного среднеквадратичного значения ускорения.

2.119 **изолятор** (вибрация и удар): Опора, обычно упругая, назначение которой ослабить передаваемую вибрацию и (или) удар в некотором диапазоне частот. **en** isolator

Примечание — В дополнение к упругому элементу или взамен него изолятор может включать в себя складные элементы, следящую систему и др.

2.120 **виброизолятор:** Изолятор, предназначенный для ослабления передаваемой вибрации в некотором диапазоне частот. **en** vibration isolator

2.121 **удароизолятор:** Устройство, предназначенное для защиты системы от ударных движений или импульсных сил. **en** shock isolator

2.122 **центр жесткости:** Точка пересечения трех главных осей деформации упругого крепления. **en** elastic centre

Примечание 1 — Данное определение применяют в случаях, когда размер крепления мал по сравнению с размерами машины или конструкции, к которой его прикрепляют.

Примечание 2 — Главной осью деформации упругого крепления называют направление, в котором действие внешней силы вызывает прогиб.

2.123 **система установки по центру тяжести:** Система крепления объекта, при которой при поступательном движении объекта от положения равновесия в системе не появляются моменты сил относительно осей, проходящих через центр масс. **en** centre-of-gravity mounting system

Примечание 1 — Если объект опирается на такую систему установки, то все его моды вибрации (поступательные и угловые) будут несвязанными.

Примечание 2 — При использовании системы установки по центру тяжести центр тяжести установленного объекта совпадает с центром жесткости крепления (см. 2.122).

2.124 **амортизатор удара:** Устройство, предназначенное для рассеивания энергии, чтобы уменьшить отклик механической системы на ударное воздействие. **en** shock absorber

2.125 **демпфер** (вибрация и удар): Устройство ослабления вибрации или удара за счет рассеяния энергии. **en** damper

2.126 **ограничитель:** Устройство ограничения относительного перемещения механической системы посредством повышения (обычно резкого) жесткости упругого элемента при превышении перемещением некоторого установленного значения. **en** snubber

2.127 **динамический виброгаситель:** Устройство, предназначенное для снижения вибрации системы в желаемом диапазоне частот посредством направления ее колебательной энергии в присоединенную вспомогательную систему, настроенную на резонанс таким образом, чтобы сила со стороны вспомогательной системы была противоположна по фазе вибрационной силе в основной системе. **en** dynamic vibration absorber

Примечание 1 — Динамический виброгаситель может иметь или не иметь демпфирующие свойства, однако демпфирование вибрации не является его основной задачей.

Примечание 2 — Если динамический виброгаситель не содержит элементов демпфирования, то вся поступающая на него энергия вибрации возвращается обратно в источник.

2.128 **антивибратор:** Вспомогательная система с амплитудно-зависимой частотной характеристикой, которая изменяет вибрационные характеристики основной системы, к которой она присоединена. **en** detuner

Пример — Вспомогательная масса на пружине с регулируемой нелинейной жесткостью.

3 Удар

3.1 **удар:** Резкое изменение силы, положения, скорости или ускорения, возбуждающее переходные процессы в системе. **en** shock

Примечание — Изменение считают резким, если его длительность гораздо меньше характерных периодов времени системы.

3.2 **ударный импульс:** Возбуждение, характеризуемое резким ростом и (или) спадом переменной физической величины. **en** shock pulse

Примечание — При применении термина указывают вид изменяющейся физической величины, например «ударный импульс ускорения».

3.3 **ударное движение:** Переходное движение в системе, вызывающее ударное возбуждение или вызванное им. **en** shock motion

3.4 **соударение:** Однократное столкновение двух тел. **en** impact

3.5 **импульс силы:** Интеграл по времени от силы на интервале ее действия. **en** impulse

Примечание 1 — В случае механических ударов интервал интегрирования относительно мал.

Примечание 2 — В случае постоянной силы количество движения равно произведению силы на время ее действия.

Примечание 3 — Возбуждение вследствие мгновенного приложения силы называют импульсным возбуждением.

3.6 **ударная тряска:** Многократное воспроизведение ударного импульса в целях испытаний. **en** bump

3.7 **ударный импульс классической формы:** Ударный импульс, описываемый простой функцией от времени. **en** ideal shock pulse

Пример — См. 3.8—3.14.

3.8 **полусинусоидальный импульс:** Ударный импульс, имеющий форму положительной (или отрицательной) части синусоиды на одном периоде. **en** half-sine shock pulse

3.9 **пилообразный импульс с пиком в конце:** Ударный импульс, имеющий форму треугольника с плавным нарастанием до максимума и резким спадом до нуля. **en** final peak sawtooth shock pulse, terminal peak sawtooth shock pulse

3.10 **пилообразный импульс с пиком в начале:** Ударный импульс, быстро возрастающий до максимума и спадающий по линейному закону до нуля. **en** initial peak sawtooth shock pulse

3.11 **симметричный треугольный импульс:** Ударный импульс, имеющий форму равнобедренного треугольника. **en** symmetrical triangular shock pulse

3.12 **версинусоидальный импульс:** Ударный импульс, имеющий форму полного цикла обращенного синуса (квадрата синуса) и начинающийся с нуля. **en** versine shock pulse, haversine shock pulse

3.13 **прямоугольный импульс:** Ударный импульс, резко возрастающий в начале до заданного значения, остающийся постоянным на всем периоде своей длительности и мгновенно спадающий до нуля в конце. **en** rectangular shock pulse

3.14 **трапецеидальный импульс:** Ударный импульс, линейно возрастающий в начале до заданного значения, остающийся постоянным в течение некоторого времени, после чего линейно спадающий до нуля. **en** trapezoidal shock pulse

3.15 **номинальный импульс:** Импульс заданной формы с установленными допусками. **en** nominal (shock) pulse

Примечание 1 — «Номинальный импульс» — родовой термин, требующий дополнительного уточнения в каждом конкретном случае, например, «номинальный полусинусоидальный импульс» или «номинальный пилообразный импульс».

Примечание 2 — Допуски могут быть выражены через заданные границы изменения формы импульса (включая ограничения на отклонение от заданной площади под импульсом) или через границы изменения его спектра.

3.16 **номинальный параметр ударного импульса:** Заданное значение параметра (например, пикового значения или длительности импульса), включая установленные допуски. **en** nominal value of a shock pulse

3.17 **длительность ударного импульса:** Временной интервал между моментами, когда импульс впервые превысит некоторое значение (задаваемое как доля пикового значения) и спадет до этого же значения. **en** duration of shock pulse

Примечание — Для импульсов классической формы значение, по пересечениям которого определяют длительность импульса, равно нулю. В реальных измерениях обычно за данное значение принимают 1/10 максимального значения импульса.

3.18 **время нарастания импульса:** Интервал времени, требуемый, чтобы величина, описывающая импульс, возросла от одного значения (соответствующего некоторой малой доле максимума импульса) до другого значения (соответствующего некоторой большой доле максимума импульса). **en** (pulse) rise time

Примечание — Для импульсов классической формы значения, по пересечению которых определяют время нарастания импульса, равны 0 и 1. В реальных измерениях эти значения принимают обычно равными 1/10 и 9/10 максимального значения импульса соответственно.

3.19 **время спада импульса:** Интервал времени, требуемый, чтобы величина, описывающая импульс, спала от одного значения (соответствующего некоторой большой доле максимума импульса) до другого значения (соответствующего некоторой малой доле максимума импульса). **en** (pulse) decay time, (pulse) drop-off time

Примечание — См. примечание к термину **«время нарастания импульса»** (3.18).

3.20 **ударная волна:** Временной сигнал, описывающий ударный импульс перемещения, давления или другой переменной, связанный с распространением удара в среде или по конструкции. **en** shock wave

Примечание — Ударная волна в жидкости или газе обычно характеризуется фронтом волны, в котором давление резко возрастает до относительно большого значения.

3.21 **ударный стенд:** Устройство для приложения к объекту управляемого и воспроизводимого ударного воздействия. **en** shock (testing) machine

3.22 **ударный спектр:** Зависимость максимального отклика на ударное воздействие ансамбля колебательных систем с одной степенью свободы и одинаковым демпфированием от собственных частот этих систем. **en** shock response spectrum

Примечание 1 — «Ударный спектр» — родовой термин, требующий уточнения вида физической величины, например, ударный спектр скорости, ускорения или перемещения.

Примечание 2 — Под одинаковым демпфированием понимается постоянство коэффициента линейного демпфирования (определенного как отношение сопротивления к удвоенной массе системы) для всех колебательных систем. Если численное значение коэффициента линейного демпфирования и вид демпфирования в системах, составляющих ансамбль, не определено, то его полагают равным нулю. Если не указано иное, то под максимальным откликом понимают максимум абсолютного значения величины на выходе колебательной системы безотносительно к знаку величины и времени наблюдения этого максимума. Такой ударный спектр часто называют максимаксным или полным. Если речь идет об ударном спектре другого вида, то это необходимо указывать.

4 Преобразователи вибрации и удара

4.1 **преобразователь:** Устройство, служащее для преобразования одной формы энергии процесса в другую таким образом, чтобы процесс на выходе устройства содержал информацию о характеристиках процесса на его входе. **en** transducer

Примечание — Выходной процесс обычно представляет собой электрический сигнал.

4.2 **электромеханический преобразователь:** Устройство, преобразующее энергию механического процесса (напряжения, силы, движения и т. д.) в энергию электрического процесса и наоборот. **en** electro-mechanical transducer

Примечание — Основными типами преобразователей, используемых для измерений вибрации и удара, являются:
a) пьезоэлектрический акселерометр;
b) пьезорезистивный акселерометр;
c) тензометрический акселерометр,
d) датчик с переменным магнитным сопротивлением;
e) электростатический (емкостной) датчик;
f) проволочный (фольговый) тензодатчик;
g) индуктивный датчик;
h) магнитострикционный преобразователь;
i) электродинамический преобразователь;
j) магнитоэлектрический преобразователь;
k) индукционный преобразователь;
l) электронный преобразователь;
m) лазерный доплеровский виброметр;
n) вихретоковый (токовихревой) датчик.

4.3 **преобразователь инерционного типа:** Преобразователь, в котором источником выходного электрического сигнала служит движение подвешенной инерционной массы относительно основания. **en** seismic transducer

Примечание — Рабочий диапазон частот преобразователей ускорения (акселерометров) лежит ниже собственной частоты колебаний инерционной массы, а датчиков скорости и перемещения — выше.

4.4 **линейный преобразователь:** Преобразователь, у которого между входным и выходным процессами существует линейная зависимость в пределах заданного допуска в заданном диапазоне частот и амплитуд. **en** linear transducer

4.5 **односторонний преобразователь:** Преобразователь, который не способен совершить обратное преобразование выходного процесса в соответствующий процесс на входе. **en** unilateral transducer

4.6 **обратимый преобразователь:** Преобразователь, способный осуществлять преобразование в обоих направлениях: от входа к выходу и от выхода к входу. **en** bilateral transducer

Примечание — Для обратимого преобразователя обычно справедлив принцип взаимности.

4.7 **чувствительный элемент:** Элемент преобразователя, приводимый в действие входным процессом и формирующий выходной сигнал. **en** sensing element

4.8 **преобразователь прямолинейной вибрации:** Преобразователь, воспринимающий поступательное движение. **en** rectilinear transducer

Примечание — Данный термин используют только в тех случаях, когда нужно отличить преобразователь данного типа от преобразователя, воспринимающего вращательное движение.

4.9 **преобразователь угловой вибрации:** Преобразователь, воспринимающий вращательное движение. **en** angular transducer

4.10 **акселерометр**, *датчик ускорения*: Преобразователь, у которого выходной процесс (обычно электрический сигнал) пропорционален ускорению на входе. **en** accelero-meter, acceleration transducer

4.11 **датчик скорости:** Преобразователь, у которого выходной сигнал (обычно электрический) пропорционален скорости на входе. **en** velocity transducer

4.12 **датчик перемещения:** Преобразователь, у которого выходной сигнал (обычно электрический) пропорционален перемещению на входе. **en** displacement transducer

4.13 **виброграф:** Измерительное устройство (обычно автономное и механическое по принципу действия), предназначенное для регистрации и представления временных сигналов вибрации. **en** vibrograph

4.14 **виброметр:** Измерительное устройство с одним или несколькими выходами (обычно электрического напряжения), сигналы которых пропорциональны параметрам скорости или перемещения. en vibrometer

4.15 **датчик силы:** Устройство, выходной сигнал которого (обычно электрический) пропорционален силе, действующей на его входе. **en** force transducer

4.16 **коэффициент преобразования (преобразователя):** Отношение заданной выходной величины к заданной входной величине. **en** sensitivity (of a transducer)

Примечание — Коэффициент преобразования обычно определяют как функцию частоты, подавая на вход гармоническое возбуждение.

4.17 **динамический диапазон (преобразователя):** Диапазон значений величины, которые могут быть получены в результате измерений с помощью данного преобразователя. **en** dynamic range (of a transducer)

4.18 **калибровочный коэффициент (преобразователя):** Среднее значение коэффициента преобразования в заданном диапазоне частот. **en** calibration factor (of a transducer)

Примечание — См. термин **«коэффициент преобразования»** (4.16).

4.19 **ось чувствительности (преобразователя прямолинейной вибрации):** Направление, в котором коэффициент преобразования преобразователя прямолинейной вибрации максимален. **en** sensitive axis (of a rectilinear transducer)

4.20 **поперечная ось (преобразователя):** Направление, перпендикулярное к оси чувствительности. **en** transverse axis (of a transducer)

4.21 **коэффициент поперечного преобразования (преобразователя прямолинейной вибрации):** Коэффициент преобразования преобразователя при его возбуждении в направлении, перпендикулярном к оси чувствительности. **en** transverse sensitivity (of a rectilinear transducer), cross axis sensitivity

Примечание — Данная величина обычно зависит от выбора направления поперечной оси.

4.22 **относительный коэффициент поперечного преобразования (преобразователя прямолинейной вибрации):** Отношение коэффициента преобразования в поперечном направлении к коэффициенту преобразования для данного преобразователя. **en** transverse sensitivity ratio (of a rectilinear transducer), cross axis sensitivity ratio

Примечание — Иногда данную величину выражают в процентах.

4.23 **фазовый сдвиг преобразователя:** Фазовый угол между сигналом на выходе преобразователя и входным гармоническим возбуждением. **en** transducer phase shift

4.24 **искажения (преобразователя):** Непропорциональность выходного и входного сигналов преобразователя. **en** transducer distortion

4.25 **амплитудные искажения (преобразователя):** Искажения на заданной частоте в зависимости от амплитуды входного сигнала. **en** amplitude distortion (of a transducer)

4.26 **частотные искажения (преобразователя):** Искажения, связанные с отклонением коэффициента преобразования от постоянного значения в пределах заданного диапазона частот. **en** frequency distortion

4.27 **фазовые искажения (преобразователя):** Искажения, связанные с нелинейной зависимостью от частоты разности фаз гармонических процессов на выходе и входе преобразователя. **en** phase distortion

5 Обработка сигналов

5.1 **данные:** Результаты измерений физической величины. **en** data

5.2 **выборка:** Последовательные измерения (результаты измерений) физической величины при заданных значениях независимой переменной (времени, фазы, угла поворота вала и др.). **en** sampling

Примечание — В других областях, например, в статистике, данный термин может иметь другой смысл.

5.3 **частота дискретизации:** Число выборочных значений физической величины в единицу времени для равномерной последовательности измерений. **en** sampling frequency

5.4 **период дискретизации:** Интервал времени между двумя последовательными элементами выборки. **en** sampling period

5.5 **частота Найквиста:** Максимальная частота анализа данных при заданной частоте выборки. **en** Nyquist frequency

Примечание — Частоту Найквиста определяют по формуле $f_N = f_s/2$, где f_s — частота дискретизации.

5.6 **скорость выборки:** Число выборочных значений физической величины за единицу независимой переменной, характеризующей механическое движение (время, фаза, угол поворота вала и др.), для равномерной выборки данных. **en** sampling rate

5.7 **интервал выборки:** Число единиц измерения независимой переменной (например, времени, фазы, угла поворота вала) между двумя последовательными элементами выборки. **en** sampling interval

5.8 **разрешение по частоте:** Частотный интервал между двумя соседними линиями в спектре сигнала. **en** frequency resolution

Примечание — Эта величина обратна общей длительности выборки, по которой рассчитан спектр сигнала.

5.9 **преобразование Фурье:** Представление переходной вибрации в частотной области. **en** Fourier transform

Примечание 1 — Преобразование Фурье процесса $x(t)$ имеет вид

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-2\pi i f t} dt.$$

Примечание 2 — Преобразование Фурье процесса $x(t)$ на конечном интервале T имеет вид

$$X(f_m) = \int_{-\infty}^{T} x(t) e^{-2\pi i f_m t} dt.$$

где $f_m = \frac{m}{T}$ и m — целое число.

5.10 **ряд Фурье:** Представление выборочных данных в частотной области. **en** Fourier series

Примечание 1 — Ряд Фурье X для выборочных значений сигнала $x(n)$, полученных в моменты времени $n\Delta t$, где $0 \le n \le N-1$, а Δt — период дискретизации, имеет вид

$$X(m) = \frac{1}{f_s} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-2\pi i n m},$$

где $f_s = 1/\Delta t$ — частота выборки;
$X(m)$ — составляющая ряда Фурье на частоте $m/(N\Delta t)$;
m — целое число, $0 \le m \le N-1$.

5.11 **амплитудный спектр вибрации:** Представление гармонических составляющих сигнала, связанных с неисправностями определенных узлов машины (вала, зубчатой передачи, подшипника качения), на основе ряда Фурье. **en** rms spectrum

Примечание — Амплитудный спектр R_{xx} для выборки $x(n)$, $0 \le n \le N$, из сигнала на периоде T имеет вид:

$$R_{xx}(0) = \frac{f_s}{NC_a} |X(0)|,$$

$$R_{xx}(f_m) = \frac{\sqrt{2} f_s}{NC_a} |X(f_m)| \left(1 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right),$$

где C_a — масштабирующий множитель;
N — объем выборки, полученный с частотой дискретизации $m/(N\Delta t)$;
n — порядковый номер элемента в выборке;
Δt — период дискретизации;
m — номер гармоники.

5.12 **спектральная плотность мощности:** Распределение по частотным составляющим мощности случайного непрерывного сигнала.

en power spectral density, auto-spectral density

Примечание 1 — Спектральная плотность мощности P_{xx}, полученная по выборке данных на интервале длительности T имеет вид

$$P_{xx}(m) = E\left\{\frac{2}{T}\left|X(m)\right|^2\right\}, \left(0 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right),$$

где E{ } — символ математического ожидания.

Примечание 2 — Спектральную плотность мощности измеряют в U^2/Гц, где U — единица измерения физической величины, для которой определяют спектральную плотность мощности.

Примечание 3 — «Спектральная плотность мощности» – родовой термин, не относящийся к какой-либо конкретной физической величине, для которой определяют данную характеристику. Поэтому в каждом случае следует указывать, о какой конкретно физической величине идет речь, например, «спектральная плотность мощности ускорения» или, коротко, «спектральная плотность ускорения».

5.13 **спектральная плотность энергии:** Распределение по частотным составляющим энергии переходного процесса.

en energy spectral density

Примечание 1 — Спектральная плотность энергии , определенная по выборке данных на интервале, полностью включающем исходный переходный процесс, имеет вид.

$$e_{xx}(m) = 2|X(m)|^2, \left(0 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right).$$

Примечание 2 — Если спектральную плотность энергии определяют для случайного процесса $x(n)$, то необходимо определить временной интервал T, на котором рассматривают энергию процесса, а в вышеприведенной формуле величину в правой части заменяют на ее математическое ожидание.

5.14 **взаимная спектральная плотность:** Функция в частотной области, отражающая взаимосвязь двух сигналов.

en cross spectral density

Примечание 1 — Для сигналов, описываемых через спектральную плотность энергии, взаимная спектральная плотность энергии e_{xx} имеет вид:

$$e_{xy}(m) = 2X^*(m)Y(m), \left(0 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right).$$

В случае случайных процессов в вышеприведенной формуле величину в правой части заменяют на ее математическое ожидание.

Примечание 2 — Для случайных сигналов, описываемых спектральной плотностью мощности, взаимная спектральная плотность мощности P_{xy} имеет вид:

$$P_{xy}(m) = \frac{2}{T}E\{X^*(m)Y(m)\}, \left\{0 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right\}.$$

5.15 **функция когерентности:** Безразмерная (нормированная) функция в частотной области, отражающая взаимосвязь двух сигналов.

en coherence function

Примечание 1 — Для сигналов, описываемых через спектральную плотность энергии, функция когерентности γ^2_{xy} имеет вид.

$$\gamma^2_{xy}(m) = \frac{\left|e_{xy}(m)\right|^2}{e_{xx}(m)e_{yy}(m)}, \left\{0 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right\}.$$

Примечание 2 — Для сигналов, описываемых через спектральную плотность мощности, функция когерентности γ^2_{xy} имеет вид

$$\gamma^2_{xy}(m) = \frac{\left|P_{xy}(m)\right|^2}{P_{xx}(m)P_{yy}(m)}, \left(0 \le m \le \frac{N}{2} - 1\right).$$

Примечание 3 — Значения функции когерентности лежат в диапазоне от 0 до 1.

5.16 **статистические степени свободы:** Число независимых элементов варьирования при получении статистических оценок. **en** statistical degrees of freedom

Примечание — От числа степеней свободы зависит точность статистических оценок.

5.17 **наложение спектров:** Искажение вида распределения энергии по частотному диапазону вследствие ложного переноса части энергии, соответствующей частотному диапазону выше частоты Найквиста, в частотный диапазон ниже частоты Найквиста. **en** aliasing

5.18 **оконная функция:** Функция специального вида, на которую умножают выборочные значения временного сигнала, чтобы улучшить свойства представления этого сигнала в частотной области. **en** window (function)

Примечание 1 — При использовании оконной функции применяют соответствующий масштабный множитель.

Примечание 2 — Оконную функцию применяют для устранения искажений, связанных с дискретизацией временного сигнала.

5.19 **масштабный множитель:** Поправочный коэффициент, зависящий от вида оконной функции, на который следует умножать полученный спектр узкополосного сигнала. **en** amplitude scaling factor

Примечание — Масштабный множитель может быть рассчитан по формуле

$$C_a = \left[\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} w(n) \right]^{-1},$$

где $w(n)$ — оконная функция.

5.20 **эффективная ширина полосы:** Эффективное разрешение по частоте (полоса частот между двумя спектральными линиями) при использовании оконной функции. **en** effective noise bandwidth

5.21 **временная диаграмма**, *динамика изменения*: Последовательность значений физической величины как функция времени. **en** time history

5.22 **побочные максимумы:** Паразитные пики в частотной области, вызванные применением ограниченной во времени оконной функции перед преобразованием Фурье. **en** sidelobes

5.23 **утечка (спектральная):** Уширение спектрального пика в частотной области, вызванное применением временного окна перед преобразованием Фурье. **en** spectral leakage

5.24 **погрешность утечки:** Искажение формы спектра вследствие обрезания временного сигнала. **en** leakage error

5.25 **детерминированная вибрация:** Вибрация, для которой значение описывающей ее величины известно в любой момент времени. **en** deterministic vibration

Примечание — Такая вибрация может быть откликом системы на известное входное воздействие, например соударение, или поддаваться расчету по другим известным параметрам, например, по положению вала.

5.26 **ансамбль:** Набор временных реализаций физической величины. **en** ensemble, set

5.27 **число спектральных линий:** Число частотных составляющих, отображаемых в спектре сигнала. **en** number of lines

5.28 **длина записи:** Число выборочных значений по всему ансамблю прилегающих друг к другу временных реализаций. **en** record length

5.29 **стационарный процесс:** Процесс, заданный ансамблем реализаций, статистические характеристики которых не зависят от времени. **en** stationary process

5.30 **эргодический процесс:** Стационарный процесс, статистические свойства которого допускают замену усреднения по ансамблю усреднением по времени. **en** ergodic process

5.31 **случайный процесс:** Процесс, заданный ансамблем реализаций, описываемый статистическими характеристиками. **en** stochastic process, random process

5.32 **(авто)корреляционная функция:** Среднее от произведения значений одной величины, взятых в разные моменты времени.

en auto-correlation function

Примечание 1 — Автокорреляционная функция r_{xx} случайной вибрации $x(t)$ имеет вид

$$r_{xx}(t, \tau) = E\{x(t)x(t-\tau)\}.$$

Примечание 2 — Если вибрация представляет собой стационарный процесс, то автокорреляционная функция будет зависеть только от разности моментов времени (задержки) τ. Если вибрация — эргодический процесс, то усреднение можно проводить по времени, а если нет, то усреднение должно быть проведено по статистически независимым выборкам.

5.33 **взаимная корреляционная функция:** Среднее от произведения значений двух физических величин, взятых в разные моменты времени.

en cross-correlation function

Примечание 1 — Взаимная корреляционная функция r_{xy} двух случайных вибрационных процессов $x(t)$ и $y(t)$ имеет вид:

$$r_{xy}(t, \tau) = E\{x(t)y(t-\tau)\}.$$

Примечание 2 — См. примечание 2 к термину **«(авто)корреляционная функция»** (5.32).

5.34 **нормированная (авто)корреляционная функция:** Отношение автокорреляционной функции к ее значению при задержке по времени равной нулю.

en normalized auto-correlation function

Примечание — Данная величина имеет вид

$$\rho_{xx}(t, \tau) = \frac{R_{xy}(t, \tau)}{R_{xx}(t, 0)}.$$

5.35 **нормированная взаимная корреляционная функция:** Отношение взаимной корреляционной функции к квадратному корню от произведения значений автокорреляционных функций двух величин при задержках по времени равным нулю.

en normalized cross-correlation coefficient

Примечание 1 — Данная величина имеет вид

$$\rho_{xy}(t, \tau) = \frac{R_{xy}(t, \tau)}{\sqrt{R_{xx}(t, 0)R_{yy}(t, 0)}}.$$

Примечание 2 — Для любых значений задержки τ значения нормированной взаимной корреляционной функции удовлетворяют условию $-1 \le \rho_{xy} \le 1$.

5.36 **эффективная полоса частот (полосового фильтра):** Полоса частот идеального полосового фильтра с плоской частотной характеристикой, передающего после поступления на его вход белого шума сигнал той же энергии, что и рассматриваемый фильтр.

en effective bandwidth (of a specified band-pass filter)

Примечание — Эффективная ширина полосы фильтра может быть определена на основе измерения отношения среднего квадрата сигнала на выходе фильтра к произведению спектральной плотности мощности входного белого шума на квадрат максимального коэффициента передачи фильтра.

5.37 **полоса частот сигнала:** Интервал частот между высшей и низшей частотами сигнала.

en signal bandwidth

5.38 **доверительная вероятность:** Вероятность того, что истинное значение оцениваемой величины лежит в построенном для нее доверительном интервале.

en confidence level

5.39 **вероятность:** Количественная мера возможности наступления того или иного события.

en probability

Примечание 1 — Вероятность появления конкретного события обычно оценивают отношением числа наступлений данного события к общему числу возможных событий. Применительно к стационарной случайной вибрации вероятность того, что величина, описывающая вибрацию, будет находиться в пределах заданного диапазона значений, принимается равной отношению времени, в течение которого значение величины находилось в этом диапазоне, к общему времени наблюдений.

Примечание 2 — При вышеуказанном способе оценки вероятности необходимо, чтобы в рассмотрение было принято большое число событий или чтобы наблюдение проводилось на значительном интервале времени.

Примечание 3 — Вероятность, равная единице, означает достоверное появление события. Вероятность, равная нулю, означает, что данное событие не имеет места.

Примечание 4 — Вероятность того, что величина, описывающая вибрацию, будет находиться в пределах заданного диапазона значений, равна интегралу от плотности распределения вероятностей по указанному диапазону. См. термин **«плотность распределения вероятностей»** (5.40).

5.40 **плотность распределения вероятностей** (вибрация): Отношение вероятности попадания величины, описывающей вибрацию, в некоторый диапазон значений к размеру этого диапазона при стремлении последнего к нулю. **en** probability density

Примечание 1 — Плотность распределения вероятностей значений величины x определяется формулой

$$p(x_m) = \lim_{\Delta x_m \to 0} \frac{P(\Delta x_m)}{\Delta x_m}$$

или

$$p(x) = \frac{dP(x)}{dx},$$

где $p(x_m)$ — плотность распределения вероятностей в точке x_m;
Δx_m — размер диапазона около значения x_m;
$P(\Delta x_m)$ — вероятность, что значение величины находится в пределах от x_m до $x_m + \Delta x_m$.

Примечание 2 — Плотность распределения вероятностей $p(x)$ является производной от функции распределения вероятности, $P(x)$, по x.

5.41 **кривая плотности распределения** (вибрация): Математическая функция, описывающая плотность распределения вероятностей во всем диапазоне значений параметра вибрации. **en** probability density (distribution) curve

Примечание 1 — Примерами математических функций $p(x)$, описывающих плотность распределения вероятностей, являются плотности нормального распределения или распределения Рэлея.

Примечание 2 — Площадь под кривой плотности распределения вероятностей равна единице.

5.42 **доверительный интервал:** Интервал, в пределах которого истинное значение оцениваемой величины лежит с заданной доверительной вероятностью. **en** confidence interval

6 Контроль состояния и диагностика

6.1 **частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу f_{BPI}:** Частота, на которой гармоническая составляющая вибрации возрастает при наличии локального дефекта внутреннего кольца. en ball pass frequency, inner

Примечание — Эта частота рассчитывается по формуле

$$f_{BPI} = \frac{N_b}{2} \left| S \right| \left(1 + \frac{d_B}{d_P} \cos \theta \right),$$

где f_{BPI} — частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу, Гц;
N_b — число тел качения подшипника;
d_B — диаметр тела качения, мм;
d_P — диаметр окружности центров тела качения, мм;
S — частота вращения ротора, $с^{-1}$;
θ — угол контакта (угол между направлением действующей на тело качения результирующей нагрузки и плоскостью подшипника), в градусах.

6.2 **частота перекатывания тел качения по наружному кольцу f_{BPO}:** Частота, на которой гармоническая составляющая вибрации возрастает при наличии локального дефекта наружного кольца. **en** ball pass frequency, outer

Примечание — В случае неподвижного наружного кольца эта частота рассчитывается по формуле

$$f_{BPO} = \frac{N_b}{2} S \left(1 - \frac{d_B}{d_P} \cos \theta \right),$$

где f_{BPO} — частота перекатывания тел качения по внешнему кольцу, Гц;
N_b — число тел качения подшипника;
d_B — диаметр тела качения, мм;
d_P — диаметр окружности центров тела качения, мм;
S — частота вращения ротора, $с^{-1}$;
θ — угол контакта подшипника (угол между направлением действующей на тело качения результирующей нагрузки и плоскостью подшипника), в градусах.

6.3 **частота вращения тел качения f_{BS}:** Частота, на которой генерируется вибрация каждым телом качения подшипника качения при вращении тела качения во время его движения в подшипнике.

en ball spin frequency

Примечание — Эта частота рассчитывается по формуле

$$f_{BS} = \frac{d_P}{2d_B} S \left[1 - \left(\frac{d_B}{d_P} \right)^2 \cos^2 \theta \right],$$

где f_{BS} — частота вращения тел качения, Гц;
d_B — диаметр тела качения, мм;
d_P — диаметр сепаратора, мм;
S — частота вращения ротора, $с^{-1}$;
θ — угол контакта подшипника (угол между направлением действующей на тело качения результирующей нагрузки и плоскостью подшипника), в градусах.

6.4 **частота вращения сепаратора f_{FT}:** Частота, на которой гармоническая составляющая вибрации возрастает при повреждении сепаратора.

en fundamental train frequency

Примечание 1 — В случае неподвижного внешнего кольца эта частота рассчитывается по формуле

$$f_{FT} = \frac{S}{2} \left(1 - \frac{d_B}{d_P} \cos \theta \right).$$

Примечание 2 — В случае вращающегося внешнего кольца эта частота рассчитывается по формуле

$$f_{FT} = \frac{S}{2} \left(1 + \frac{d_B}{d_P} \cos \theta \right).$$

где f_{FT} — частота вращения сепаратора, Гц;
S — частота вращения ротора, $с^{-1}$;
d_B — диаметр тела качения, мм;
d_P — диаметр сепаратора, мм;
θ — угол контакта подшипника (угол между направлением действующей на тело качения результирующей нагрузки и плоскостью подшипника), в градусах.

Примечание 3 — Если в подшипнике вращаются как внутреннее, так и внешнее кольцо, то знак в скобках может быть как плюсом, так и минусом, в зависимости от относительной частоты вращения колец.

6.5 **основная ременная частота f_b:** Число оборотов ремня в секунду.

en primary belt frequency

Примечание — Эта частота рассчитывается по формуле

$$f_b = \frac{\pi d_S S}{B_l},$$

где f_b — основная ременная частота, Гц;
d_s — диаметр шкива, мм;
S — частота вращения шкива, $с^{-1}$;
B_l — длина ремня, мм.

6.6 **гироскопический эффект:** Влияние гироскопического момента, создаваемого при вращении ротора, на изменение (увеличение или уменьшение) собственных частот колебаний вала. **en** gyroscopic moment

Примечание — В роторной динамике гироскопический эффект проявляется в виде прецессии (конического движения) вращающегося вала ротора, на который действует момент внешней силы.

6.7 **изгибная вибрация:** Вибрация тела, при которой его прогибы вызывают упругие или пластические деформации внутри тела. **en** flexural vibration

Примечание 1 — Данный эффект связан с формами мод вибрации механической системы.

Примечание 2 — Если вал или балка оперты на два подшипника (опоры), то изгибная вибрация представляет собой смещение нейтральной оси вала или балки от ее положения в состоянии статического равновесия.

6.8 **прецессионное движение (ротора):** Движение вращающегося ротора, при котором его элементы движутся по траекториям вокруг статической линии прогиба ротора вследствие, например, дисбаланса. **en** whirling

6.9 **вибрация масляного клина:** Автоколебания ротора в подшипниках скольжения с жидкостной смазкой вследствие повышения тангенциальной силы со стороны слоя смазки. **en** oil whip

6.10 **помпаж:** Пульсации потока в вентиляторах, насосах или компрессорах вследствие нестабильности разности давлений в потоке на входе и выходе машины. **en** surging

6.11 **флаттер:** Автоколебания конструкции, вызванные ее динамическим взаимодействием с потоком окружающего газа или жидкости. **en** flutter

6.12 **плескание:** Свободные колебания поверхности жидкости в частично заполненном движущемся резервуаре. **en** sloshing

Примечание — Примером такого резервуара может быть движущаяся цистерна или нефтяной танкер.

6.13 **индуцированная (потоком) вибрация:** Вибрация, обусловленная флуктуациями в потоке жидкости. **en** flow induced vibration

Библиография

[1] ISO 1925, Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary
[2] ISO 5805, Mechanical vibration and shock — Human exposure — Vocabulary
[3] ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary
[4] ISO 15261, Vibration and shock generating systems — Vocabulary
[5] ISO 18431-1, Mechanical vibration and shock — Signal processing — General introduction
[6] ISO 80000-3:2006, Quantities and units — Part 3: Space and time
[7] IEC 60050-801, International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 801: Acoustics and electroacoustics

Алфавитный указатель терминов

А

автоколебания . . . 2.26
акселерометр . . . 4.10
амортизатор удара . . . 2.124
амплитуда . . . 2.43
анализ модальный . . . 1.44
ансамбль . . . 5.26
антивибратор . . . 2.128
антирезонанс . . . 2.82
аудиочастота . . . 2.79

Б

бел . . . 1.63
биения . . . 2.38

В

вероятность . . . 5.39
вероятность доверительная . . . 5.38
вибрация . . . 2.1
вибрация вынужденная . . . 2.22
вибрация гармоническая . . . 2.3
вибрация детерминированная . . . 5.25
вибрация изгибная . . . 6.7
вибрация индуцированная (потоком) . . . 6.13
вибрация (точки) круговая . . . 2.54
вибрация крутильная . . . 2.6
вибрация масляного клина . . . 6.9
вибрация нелинейная . . . 2.24
вибрация непериодическая . . . 2.29
вибрация нестационарная . . . 2.10
вибрация осевая . . . 2.25
вибрация переходная . . . 2.21
вибрация периодическая . . . 2.2
вибрация побочная . . . 2.28
вибрация продольная . . . 2.25
вибрация (точки) прямолинейная . . . 2.53
вибрация свободная . . . 2.23
вибрация случайная . . . 2.4
вибрация случайная узкополосная . . . 2.17
вибрация случайная широкополосная . . . 2.18
вибрация стационарная . . . 2.11
вибрация угловая . . . 2.5
вибрация установившаяся . . . 2.20
вибрация фоновая . . . 2.27
вибрация (точки) эллиптическая . . . 2.52
вибровозбудитель . . . 2.100
виброгаситель динамический . . . 2.127
виброграф . . . 4.13
виброизолятор . . . 2.120
виброметр . . . 4.14
вибростенд . . . 2.100
вибростенд гидравлический . . . 2.105
вибростенд дисбалансный . . . 2.106
вибростенд магнитострикционный . . . 2.109
вибростенд прямого действия . . . 2.104
вибростенд пьезоэлектрический . . . 2.108
вибростенд резонансный . . . 2.107
вибростенд электродинамический . . . 2.102
вибростенд электромагнитный . . . 2.103
возбуждение . . . 1.16
возбуждение гармоническое . . . 1.42
возбуждение комплексное . . . 1.42
волна сжатия . . . 2.70
волна плоская . . . 2.76
волна поверхностная . . . 2.74
волна поперечная . . . 2.73
волна продольная . . . 2.71
волна рэлеевская . . . 2.74
волна сдвиговая . . . 2.72
волна стоячая . . . 2.78
волна сферическая . . . 2.77
волна ударная . . . 3.20
время нарастания импульса . . . 3.18
время спада импульса . . . 3.19
выборка . . . 5.2
выдержка . . . 1.15

Г

гармоника . . . 2.35

Д

данные . . . 5.1
датчик перемещения . . . 4.12
датчик силы . . . 4.15
датчик скорости . . . 4.11
датчик ускорения . . . 4.10
движение вращательное . . . 2.56
движение поступательное . . . 2.55
движение (ротора) прецессионное . . . 6.8
движение ударное . . . 3.3
декремент логарифмический . . . 2.97
демпфер . . . 2.125
демпфирование . . . 2.87
демпфирование гистерезисное . . . 2.93
демпфирование критическое . . . 2.95
демпфирование линейное . . . 2.90
демпфирование линейное эквивалентное . . . 2.91
демпфирование нелинейное . . . 2.98
демпфирование относительное . . . 2.96
децибел . . . 1.64
диаграмма временная . . . 5.21
диапазон (преобразователя) динамический . . . 4.17
диапазон цикла . . . 2.113
динамика изменения . . . 5.21
длина волны . . . 2.69
длина записи . . . 5.28
длительность ударного импульса . . . 3.17
добротность . . . 2.99

Ж

жесткость . . . 1.37
жесткость вибрации . . . 2.51

жесткость динамическая 1.58
жесткость модальная 1.46

З
значение мгновенное 2.49
значение пиковое 2.44

И
изолятор 2.119
импеданс (механический) входной 1.49
импеданс механический 1.48
импеданс (механический) переходный 1.50
импеданс короткого замыкания 1.51
импеданс холостого хода 1.52
импульс версинусоидальный 3.12
импульс номинальный 3.15
импульс пилообразный с пиком в конце 3.9
импульс пилообразный с пиком в начале . . 3.10
импульс полусинусоидальный 3.8
импульс прямоугольный 3.13
импульс силы 3.5
импульс треугольный симметричный 3.11
импульс трапецеидальный 3.14
импульс ударный 3.2
импульс ударный классической формы 3.6
интервал выборки 5.7
интервал доверительный 5.42
искажения (преобразователя) 4.24
искажения (преобразователя) амплитудные . 4.25
искажения (преобразователя) фазовые 4.27
искажения (преобразователя) частотные . . . 4.26

К
качание 2.114
качание линейное 2.116
качание логарифмическое 2.117
колебание 1.10
коэффициент амплитуды 2.47
коэффициент жесткости 1.37
коэффициент калибровочный (преобразователя) 4.18
коэффициент передачи 1.18
коэффициент преобразования (преобразователя) 4.16
коэффициент поперечного преобразования (преобразователя прямолинейной вибрации) 4.21
коэффициент поперечного преобразования относительный (преобразователя прямолинейной вибрации) 4.22
коэффициент сопротивления 2.92
коэффициент формы 2.48
кривая плотности распределения 2.85

М
максимакс 2.50
максимумы побочные 5.22
матрица модальная 1.45
масса сосредоточенная 2.110
масса эффективная 1.59
множитель масштабный 5.19
мода вибрации 2.60
мода вибрации собственная 2.59
мода вибрации собственная демпфированная 2.67
мода вибрации собственная недемпфированная 2.66
мода вибрации собственная основная 2.61
моды несвязанные 2.65
моды связанные 2.64
момент инерции 1.35
момент инерции центробежный 1.36

Н
наложение спектров 5.17
недорегулирование 1.20

О
ограничитель 2.126
операция циклическая 2.111
основание 1.24
оси инерции главные 1.34
ось (просто изогнутой балки) нейтральная . . 1.40
ось (преобразователя) поперечная 4.20
ось чувствительности (преобразователя прямолинейной вибрации) 4.19
ответ (системы) 1.17
отклик (системы) 1.17
отклик компле́ксный 1.43

П
параметр ударного импульса номинальный . 3.16
перемещение 1.1
перемещение угловое 2.7
перерегулирование 1.19
период (основной) 2.32
период дискретизации 5.4
период цикла 2.112
пик-фактор 2.47
плескание 6.12
плотность мод 1.47
плотность мощности спектральная 5.12
плотность распределения вероятностей . . . 5.40
плотность спектральная взаимная 5.14
плотность энергии спектральная 5.13
погрешность утечки 5.24
податливость 1.38
податливость динамическая 1.57
подвижность (механическая) входная 1.55
подвижность механическая 1.54
подвижность (механическая) переходная . . . 1.56
полоса частот сигнала 5.37
полоса частот (полосового фильтра) эффективная 5.36
помпаж 6.10
поршень 2.94

преобразование Фурье 5.9
преобразователь 4.1
преобразователь инерционного типа 4.3
преобразователь линейный 4.4
преобразователь обратимый 4.6
преобразователь односторонний 4.5
преобразователь прямолинейной вибрации . 4.8
преобразователь угловой вибрации 4.9
преобразователь электромеханический 4.2
процесс случайный 5.31
процесс стационарный 5.29
процесс эргодический 5.30
пучность 2.58

Р

размах 2.45
разность фаз 2.42
разрешение по частоте 5.8
ревкция (системы) 1.17
резонанс 2.80
резонанс субгармонический 2.86
рывок 1.7
ряд Фурье 5.10

С

сдвиг фазовый преобразователя 4.23
сила 1.5
сила восстанавливающая 1.6
сила инерции 1.9
система 1.21
система инерционная 1.25
система координат инерциальная 1.8
система линейная 1.22
система механическая 1.23
система с несколькими степенями свободы . 1.30
система с одной степенью свободы 1.29
система с распределенными параметрами . . 1.31
система с сосредоточенными параметрами . 1.28
система установки по центру тяжести 2.123
система эквивалентная 1.26
скачок (вибрации) 2.30
скорость 1.2
скорость выборки 5.6
скорость качания 2.115
скорость угловая 2.8
слой (просто изогнутой балки) нейтральный . 1.39
сопротивление 2.92
соударение 3.4
спектр 1.61
спектр вибрации амплитудный 5.11
спектр ударный 3.22
среда естественная 1.13
среда искусственная 1.12
среда окружающая 1.11
стабилизация (системы) (начальная) 1.14
стенд ударный 3.21
степени свободы статистические 5.16
субгармоника 2.36

Т

тряска ударная 3.6

У

удар 3.1
удароизолятор 2.121
узел 2.57
уровень (физической величины) 1.62
ускорение 1.3
ускорение свободного падения стандартное . 1.4
ускорение угловое 2.9
ускоряемость 1.60
установка вибрационная 2.101
утечка (спектральная) 5.23

Ф

фаза 2.41
флаттер 6.11
форм-фактор 2.48
форма моды 2.62
фронт волны 2.75
функция когерентности 5.15
функция (авто)корреляционная 5.32
функция корреляционная взаимная 5.33
функция (авто)корреляционная нормированная 5.34
функция корреляционная взаимная нормированная 5.35
функция оконная 5.18
функция передаточная 1.41

Х

характеристика частотная 1.53
ход полный 2.46

Ц

центр жесткости 2.122
центр масс 1.33
центр тяжести 1.32
цикл 2.31
цуг волн 2.68

Ч

частота 2.33
частота антирезонансная 2.83
частота биений 2.39
частота вращения критическая 2.85
частота вращения сепаратора 6.4
частота вращения тел качения 6.3
частота дискретизации 5.3
частота Найквиста 5.5
частота основная 2.34
частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу 6.1
частота перекатывания тел качения по наружному кольцу 6.2
частота перехода 2.118
частота преобладающая 2.19

частота резонансная . . . 2.81
частота ременная основная . . . 6.5
частота свободных затухающих колебаний . . 2.89
частота системы с неподвижным основанием собственная . . . 2.84
частота системы с демпфированием собственная . . . 2.89
частота (механической системы) собственная 2.88
частота угловая . . . 2.40
число мод . . . 2.63
число спектральных линий . . . 5.27
число степеней свободы . . . 1.27

Ш
ширина полосы эффективная . . . 5.20
шум . . . 2.12
шум белый . . . 2.15
шум гауссов . . . 2.14
шум гауссовский . . . 2.14
шум розовый . . . 2.16
шум случайный . . . 2.13

Э
элемент чувствительный . . . 4.7
эффект гироскопический . . . 6.6

Указатель эквивалентных терминов на английском языке

A
accelerance . . . 1.60
acceleration . . . 1.3
acceleration transducer . . . 4.10
accelerometer . . . 4.10
aliasing . . . 5.17
ambient vibration . . . 2.27
amplitude . . . 2.43
amplitude distortion (of a transducer) . . . 4.25
amplitude scaling factor . . . 5.19
angular acceleration . . . 2.9
angular displacement . . . 2.7
angular frequency . . . 2.40
angular transducer . . . 4.9
angular velocity . . . 2.8
angular vibration . . . 2.5
antinode . . . 2.58
antiresonance . . . 2.82
antiresonance frequency . . . 2.83
aperiodic vibration . . . 2.29
audio frequency . . . 2.79
autocorrelation function . . . 5.32
auto-spectral density . . . 5.12

B
ball pass frequency, inner . . . 6.1
ball pass frequency, outer . . . 6.2
ball spin frequency . . . 6.3
beat frequency . . . 2.39
beats . . . 2.38
bel . . . 1.63
bilateral transducer . . . 4.6
blocked impedance . . . 1.52
broad-band random vibration . . . 2.18
broad-band stochastic vibration . . . 2.18
bump . . . 3.6

C
calibration factor (of a transducer) . . . 4.18
centre of gravity . . . 1.32
centre of mass . . . 1.33
centre-of-gravity mounting system . . . 2.123
circular vibration . . . 2.54
coherence function . . . 5.15
complex excitation . . . 1.42
complex response . . . 1.43
compliance . . . 1.38
compressional wave . . . 2.70
conditioning . . . 1.15
confidence interval . . . 5.42
confidence level . . . 5.38
continuous system . . . 1.31
coupled modes . . . 2.64
crest factor . . . 2.47
critical speed . . . 2.85
critical (viscous) damping . . . 2.95
cross axis sensitivity . . . 4.21
cross axis sensitivity ratio . . . 4.22
cross spectral density . . . 5.14
cross-correlation function . . . 5.33
cross-over frequency . . . 2.118
cycle . . . 2.31
cycle (operation) . . . 2.111
cycle period . . . 2.112
cycle range . . . 2.113

D
damped natural frequency . . . 2.89
damped natural mode . . . 2.67
damper . . . 2.125
damping . . . 2.87
damping ratio . . . 2.96
dashpot . . . 2.94
data . . . 5.1
deadweight . . . 2.110
decibel (dB) . . . 1.64
degrees of freedom . . . 1.27
deterministic vibration . . . 5.25
detuner . . . 2.128
direct (mechanical) impedance . . . 1.28
direct (mechanical) mobility . . . 1.28
discrete system . . . 1.28
displacement . . . 1.1

displacement transducer . . . 4.12
dominant frequency . . . 2.19
driving point (mechanical) impedance . . . 1.49
driving-point (mechanical) mobility . . . 1.55
duration of shock pulse . . . 3.17
dynamic compliance . . . 1.57
dynamic mass . . . 1.59
dynamic range (of a transducer) . . . 4.17
dynamic stiffness . . . 1.58
dynamic vibration absorber . . . 2.127

E
effective bandwidth (of a specified band-pass filter) . . . 5.36
effective noise bandwidth . . . 5.20
elastic centre . . . 2.122
electrodynamic vibration generator . . . 2.102
electromagnetic vibration generator . . . 2.103
electromechanical transducer . . . 4.2
elliptical vibration . . . 2.52
energy spectral density . . . 5.13
ensemble . . . 5.26
environment . . . 1.11
equivalent linear damping . . . 2.91
equivalent system . . . 1.26
ergodic process . . . 5.30
excitation . . . 1.16
extraneous vibration . . . 2.28

F
final peak sawtooth shock pulse . . . 3.9
fixed-base natural frequency . . . 2.84
flexural vibration . . . 6.7
flow induced vibration . . . 6.13
flutter . . . 6.11
force . . . 1.5
force transducer . . . 4.15
forced vibration . . . 2.22
form factor . . . 2.48
foundation . . . 1.24
Fourier series . . . 5.10
Fourier transform . . . 5.9
free impedance . . . 1.51
free vibration . . . 2.23
frequency . . . 2.33
frequency distortion . . . 4.26
frequency resolution . . . 5.8
frequency-response function . . . 1.54
fundamental frequency . . . 2.34
fundamental natural mode of vibration . . . 2.61
(fundamental) period . . . 2.32
fundamental train frequency . . . 6.4

G
Gaussian random vibration . . . 2.14
Gaussian stochastic vibration . . . 2.14
gyroscopic moment . . . 6.6

H
half-sine shock pulse . . . 3.8
harmonic . . . 2.35
haversine shock pulse . . . 3.12
hydraulic vibration generator . . . 2.105
hysteresis damping . . . 2.93

I
ideal shock pulse . . . 3.7
impact . . . 3.4
impulse . . . 3.5
induced environment . . . 1.12
inertial force . . . 1.9
inertial reference frame . . . 1.8
inertial reference system . . . 1.8
initial peak sawtooth shock pulse . . . 3.10
instantaneous value . . . 2.49
isolator . . . 2.119

J
jerk . . . 1.7
jump . . . 2.30

L
leakage error . . . 5.24
level (of a quantity) . . . 1.62
linear damping . . . 2.90
linear damping coefficient . . . 2.92
linear sweep rate . . . 2.116
linear system . . . 1.22
linear transducer . . . 4.4
linear vibration . . . 2.53
logarithmic (frequency) sweep rate . . . 2.117
logarithmic decrement . . . 2.97
longitudinal vibration . . . 2.25
longitudinal wave . . . 2.71
lumped mass . . . 2.110
lumped parameter system . . . 1.28

M
magnetostrictive vibration generator . . . 2.109
maximax . . . 2.50
(mechanical) direct-drive vibration generator . 2.104
mechanical impedance . . . 1.48
(mechanical) mobility . . . 1.54
(mechanical) reaction vibration generator . . . 2.106
mechanical system . . . 1.23
modal analysis . . . 1.43
modal density . . . 1.47
modal matrix . . . 1.45
modal number . . . 2.63
modal stiffness . . . 1.46
mode of vibration . . . 2.60
mode shape . . . 2.62
moment of inertia . . . 1.35
multi-degree-of-freedom system . . . 1.30

N
narrow-band random vibration . . . 2.17
narrow-band stochastic vibration . . . 2.17
natural environment . . . 1.13
natural frequency (of a mechanical system) . . . 2.88
natural mode of vibration . . . 2.59
neutral axis (of a beam in simple flexure) . . . 1.40
neutral surface (of a beam in simple flexure) . . . 1.39
node . . . 2.57
noise . . . 2.12
nominal (shock) pulse . . . 3.15
nominal value of a shock pulse . . . 3.16
non-linear damping . . . 2.98
non-linear vibration . . . 2.24
non-stationary vibration . . . 2.10
normalized autocorrelation function . . . 5.34
normalized cross-correlation coefficient . . . 5.35
number of lines . . . 5.27
Nyquist frequency . . . 5.5

O
oil whip . . . 6.9
oscillation . . . 1.10
overshoot . . . 1.19

P
peak value . . . 2.44
peak-to-peak value . . . 2.45
periodic vibration . . . 2.2
phase angle . . . 2.41
phase (angle) difference . . . 2.42
phase distortion . . . 4.27
piezoelectric vibration generator . . . 2.108
pink random vibration . . . 2.16
pink stochastic vibration . . . 2.16
plane wave . . . 2.76
power spectral density . . . 5.12
preconditioning . . . 1.14
primary belt frequency . . . 6.5
principal axes of inertia . . . 1.34
probability . . . 5.39
probability density . . . 5.40
probability density (distribution) curve . . . 5.41
product of inertia . . . 1.36
pulsatance . . . 2.40
(pulse) decay time . . . 3.19
(pulse) drop-off time . . . 3.19
(pulse) rise time . . . 3.18
pure mass . . . 2.110

Q
Q factor . . . 2.99

R
random noise . . . 2.13
random process . . . 5.31
random vibration . . . 2.4
Rayleigh wave . . . 2.74
record length . . . 5.28
rectangular shock pulse . . . 3.13
rectilinear transducer . . . 4.8
rectilinear vibration . . . 2.53
relative acceleration . . . 1.3
relative displacement . . . 1.1
relative velocity . . . 1.2
resonance . . . 2.80
resonance frequency . . . 2.81
resonance speed . . . 2.85
resonance vibration generator . . . 2.107
response (of a system) . . . 1.17
restoring force . . . 1.6
rms spectrum . . . 5.11
rotational motion . . . 2.56

S
sampling . . . 5.2
sampling frequency . . . 5.3
sampling interval . . . 5.7
sampling period . . . 5.4
sampling rate . . . 5.6
seismic system . . . 1.25
seismic transducer . . . 4.3
self-excited vibration . . . 2.26
self-induced vibration . . . 2.26
sensing element . . . 4.7
sensitive axis (of a rectilinear transducer) . . . 4.19
sensitivity (of a transducer) . . . 4.16
set . . . 5.26
shear wave . . . 2.72
shock . . . 3.1
shock absorber . . . 2.124
shock isolator . . . 2.121
shock motion . . . 3.3
shock pulse . . . 3.2
shock response spectrum . . . 3.22
shock (testing) machine . . . 3.21
shock wave . . . 3.20
sidelobes . . . 5.22
signal bandwidth . . . 5.37
simple harmonic vibration . . . 2.3
single-degree-of-freedom system . . . 1.29
sinusoidal excitation . . . 2.37
sinusoidal vibration . . . 2.3
sloshing . . . 6.12
snubber . . . 2.126
spectral leakage . . . 5.23
spectrum . . . 1.61
spherical wave . . . 2.77
standard acceleration due to gravity . . . 1.4
standing wave . . . 2.78
stationary process . . . 5.29
stationary vibration . . . 2.11
statistical degrees of freedom . . . 5.16
steady-state vibration . . . 2.20
stiffness . . . 1.37
stimulus . . . 1.16

stochastic noise . . . 2.13
stochastic process . . . 5.31
stochastic vibration . . . 2.4
structural damping . . . 2.93
sub harmonic . . . 2.36
subharmonic (resonance) response . . . 2.86
surface wave . . . 2.74
surging . . . 6.10
sweep . . . 2.114
sweep rate . . . 2.115
symmetrical triangular shock pulse . . . 3.11
system . . . 1.21

T
terminal peak sawtooth shock pulse . . . 3.9
time history . . . 5.21
torsional vibration . . . 2.6
(total) excursion . . . 2.46
transducer . . . 4.1
transducer distortion . . . 4.24
transducer phase shift . . . 4.23
transfer (mechanical) impedance . . . 1.50
transfer (mechanical) mobility . . . 1.56
transfer function . . . 1.41
transient vibration . . . 2.21
translational motion . . . 2.55
transmissibility . . . 1.18
transverse axis (of a transducer) . . . 4.20
transverse sensitivity (of a rectilinear transducer) . . . 4.21
transverse sensitivity ratio (of a rectilinear transducer) . . . 4.22
transverse wave . . . 2.73
trapezoidal shock pulse . . . 3.14

U
unbalanced mass vibration generator . . . 2.106
uncoupled modes . . . 2.65
undamped natural mode . . . 2.66
undershoot . . . 1.20
uniform sweep rate . . . 2.116
unilateral transducer . . . 4.5

V
velocity . . . 1.2
velocity transducer . . . 4.11
versine shock pulse . . . 3.12
vibration . . . 2.1
vibration exciter . . . 2.100
vibration generator . . . 2.100
vibration generator system . . . 2.101
vibration isolator . . . 2.120
vibration machine . . . 2.100
vibration severity . . . 2.51
vibrograph . . . 4.13
vibrometer . . . 4.14

W
wave front . . . 2.75
wave train . . . 2.68
wavelength . . . 2.69
whirling . . . 6.8
white random vibration . . . 2.15
white stochastic vibration . . . 2.15
window (function) . . . 5.18

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 01.040.17
17.160 Т34

Ключевые слова: вибрация, удар, контроль состояния, термины, определения

Редактор *Б.Г. Колесов*
Технический редактор *Е.В. Беспрозванная*
Корректор *В.Е. Нестерова*
Компьютерная верстка *О.Д. Черелковой*

Сдано в набор 20.11.2014. Подписано в печать 22.12.2014. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,50. Тираж 97 экз. Зак. 5269.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru