
Акустика и вибрация. Лабораторные измерения виброакустических передаточных характеристик упругих элементов.

Часть 1.

Принципы и руководящие указания

Acoustics and vibration — Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties of resilient elements —

Part 1: Principles and guidelines

ISO 10846-1:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9e9377e9-be19-4291-9621-d5e60e564f51/iso-10846-1-2008>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 10846-1:2008(R)

Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или вывести на экран, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на загрузку интегрированных шрифтов в компьютер, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe – торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10846-1:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9e9377e9-be19-4291-9621-d5e60e564f51/iso-10846-1-2008>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2008

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по адресу, указанному ниже, или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	iv
Введение	v
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Выбор соответствующего международного стандарта	4
5 Теоретические основания.....	5
5.1 Динамическая переходная жесткость	5
5.2 Матрица динамической жесткости упругих элементов	6
5.3 Число соответствующих переходных жесткостей при затормаживании	9
5.4 Передача вибраций в обход изолятора.....	9
5.5 Коэффициент потерь.....	9
6 Принципы проведения измерений.....	10
6.1 Динамическая переходная жесткость	10
6.2 Прямой метод.....	11
6.3 Косвенный метод	13
6.4 Метод измерения входной частотной характеристики.....	16
Приложение А (информативное) Функции, связанные с динамической жесткостью	18
Приложение В (информативное) Влияние симметрии на вид матрицы переходной жесткости	19
Приложение С (информативное) Матрицы переходной жесткости упрощенного вида.....	22
Приложение D (информативное) Линейность упругих элементов.....	24
Библиография.....	25

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов состоит в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, одобренные техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы этого документа могут быть объектом патентных прав. ISO не должен нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 10846-1 подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 43, *Акустика*, Подкомитетом SC 1, *Шум*, и ISO/TC 108, *Механическая вибрация, удар и мониторинг состояния*.

Настоящее второе издание отменяет и заменяет первое издание (ISO 10846-1:1997), которое было технически пересмотрено.

ISO 10846 состоит из следующих частей под общим названием *Акустика и вибрация. Лабораторные измерения виброакустических передаточных характеристик упругих элементов*:

- *Часть 1. Принципы и руководящие указания*
- *Часть 2. Определение динамической жёсткости упругих опор при поступательном движении. Прямой метод*
- *Часть 3. Определение динамической жёсткости упругих опор при поступательном движении. Косвенный метод*
- *Часть 4. Динамическая жёсткость элементов, кроме упругих опор, при поступательном движении*
- *Часть 5. Метод измерения входной частотной характеристики для определения низкочастотной переходной жесткости упругих опор при поступательном движении*

Введение

Пассивные виброизоляторы разных типов используются для снижения уровня передаваемой вибрации. Примеры включают подвески автомобильных двигателей, упругие опоры зданий, упругие основания и упругие муфты в соединениях валов судовых машин, а также небольшие изоляторы для приборов бытового назначения.

Настоящая часть серии стандартов ISO 10846 является введением и руководством для ISO 10846-2, ISO 10846-3, ISO 10846-4 и ISO 10846-5, описывающим методы проведения лабораторных измерений наиболее важных величин, управляющих передачей вибраций через упругие линейные элементы, а именно, через динамическую переходную жесткость, зависящую от частоты. Настоящая часть ISO 10846 содержит теоретические основы, принципы, лежащие в основе рассматриваемых методов, ограничения, накладываемые на них, а также руководящие указания по выбору наиболее соответствующего стандарта, входящего в данную серию стандартов.

Лабораторные условия, описанные во всех частях ISO 10846, включают приложение статической предварительной нагрузки, если это требуется.

Результаты, получаемые при применении указанных методов, являются полезными в случае упругих элементов, которые используются для подавления низкочастотной вибрации и ослабления шума, возникающего в конструкции. Однако для полной категоризации упругих элементов, используемых для ослабления низкочастотной вибрации или снижения амплитуд ударных воздействий, требуется дополнительная информация, которая не предоставляется этими методами.

[ISO 10846-1:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9e9377e9-be19-4291-9621-d5e60e564f51/iso-10846-1-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9e9377e9-be19-4291-9621-d5e60e564f51/iso-10846-1-2008>

Акустика и вибрация. Лабораторные измерения виброакустических передаточных характеристик упругих элементов.

Часть 1.

Принципы и руководящие указания

1 Область применения

Настоящая часть ISO 10846 устанавливает принципы, лежащие в основе серии стандартов ISO 10846-2, ISO 10846-3, ISO 10846-4 и ISO 10846-5 и касающиеся определения передаточных характеристик упругих элементов путем проведения лабораторных измерений, а также помогает выбрать соответствующую часть этой серии стандартов. Настоящий документ распространяется на упругие элементы, используемые

- a) для снижения уровня передаваемых вибраций на звуковой частоте (в диапазоне 20 Гц – 20 кГц) в конструкции, которая, например, может излучать звук в текучую среду (в воздух, воду или другую текучую среду), а также
- b) для снижения уровня низкочастотных вибраций (обычно в диапазоне 1 Гц – 80 Гц), которые, например, могут неблагоприятно воздействовать на людей или повреждать конструкции любого размера, если вибрация оказывается слишком сильной.

Данные, полученные методами измерений, описанными в настоящей части ISO 10846 и в дальнейшем детализированными в ISO 10846-2, ISO 10846-3, ISO 10846-4 и ISO 10846-5, могут быть использованы для

- получения информации о продукте, предоставляемой изготовителями и поставщиками,
- получения информации в процессе проектирования продукта,
- контроля качества, и
- вычисления вибрации, передаваемой через упругие элементы.

Условия применения рассматриваемых методов измерений являются следующими:

- a) линейность вибрационного поведения упругих элементов (включая упругие элементы с нелинейными характеристиками, описываемыми кривой зависимости деформации от статической нагрузки) при условии, что вибрационное поведение элементов при заданной статической предварительной нагрузке остается приблизительно линейным, и
- b) контактные поверхности виброизоляторов с соседними конструкциями источника и приемника могут рассматриваться как точечные контакты.

2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные нормативные документы являются обязательными при применении данного документа. Для жестких ссылок применяется только цитированное издание документа. Для плавающих

ссылку необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 2041:—¹⁾ *Механическая вибрация, удар и мониторинг состояния. Словарь*

ISO/IEC Guide 98-3 ²⁾ *Погрешность измерений. Часть 3. Руководство по представлению (GUM 1995)*

3 Термины и определения

Для целей настоящего документа используются термины и определения, установленные в ISO 2041, а также следующие термины и определения.

3.1
виброизолятор
упругий элемент
vibration isolator
resilient element
изолятор, разработанный для ослабления передаваемой вибрации в установленном частотном диапазоне

ПРИМЕЧАНИЕ Адаптировано из ISO 2041:—¹⁾, определение 2.120.

3.2
упругая опора
resilient support
виброизолятор (виброизоляторы), подходящий (подходящие) для использования в качестве опор машин, зданий или конструкций другого типа

3.3
испытательный элемент
test element
упругий элемент, подвергаемый испытаниям, в том числе фланцы и вспомогательные крепления, если они используются

3.4
затормаживающая сила
blocking force
 F_b
динамическая сила, действующая на выходную сторону виброизолятора, приводящая к нулевому перемещению на выходе

3.5
динамическая входная жесткость
dynamic driving point stiffness
 $k_{1,1}$
отношение, зависящее от частоты, фазора силы \underline{F}_1 на входной стороне виброизолятора с заторможенной выходной стороной к фазору перемещения \underline{u}_1 на входной стороне

$$k_{1,1} = \underline{F}_1 / \underline{u}_1$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Нижний индекс “1” обозначает, что сила и перемещение измеряются на входной стороне.

1) Будет опубликован. (Пересмотренное издание ISO 2041:1990)

2) ISO/IEC Guide 98-3 будет переиздан как *Руководство по представлению погрешности измерений (GUM)*, 1995.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значение $k_{1,1}$ может зависеть от статической предварительной нагрузки, температуры, относительной влажности и других факторов.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 На низких частотах упругая и диссипативная силы однозначно определяют величину $k_{1,1}$. На высоких частотах важную роль играют также силы инерции.

3.6

динамическая входная жесткость перевернутого виброизолятора **dynamic driving point stiffness of inverted vibration isolator**

$k_{2,2}$

динамическая входная жесткость виброизолятора, физические входная и выходная стороны которого обмениваются местами (перевернутый виброизолятор)

ПРИМЕЧАНИЕ На низких частотах, на которых упругая и диссипативная силы однозначно определяют входную жесткость, $k_{1,1} = k_{2,2}$. На высоких частотах играют роль также силы инерции, и величины $k_{1,1}$ и $k_{2,2}$ в случае асимметрии будут разными.

3.7

динамическая переходная жесткость **dynamic transfer stiffness**

$k_{2,1}$

отношение, зависящее от частоты, фазора силы $\underline{F}_{2,b}$ на выходной стороне упругого элемента к фазору перемещения \underline{u}_1 на его входной стороне

$$k_{2,1} = \underline{F}_{2,b} / \underline{u}_1$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Нижние индексы "1" и "2" обозначают входную и выходную стороны, соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значение $k_{2,1}$ может зависеть от статической предварительной нагрузки, температуры и других факторов.

ISO 10846-1:2008

ПРИМЕЧАНИЕ 3 На низких частотах величина $k_{2,1}$ в основном определяется упругой и диссипативной силами и $k_{1,1} \approx k_{2,1}$. На высоких частотах также играют роль силы инерции в упругом элементе и $k_{1,1} \neq k_{2,1}$.

3.8

коэффициент потерь упругого элемента **loss factor of resilient element**

η

отношение мнимой части $k_{2,1}$ к действительной части $k_{2,1}$, т. е. тангенс фазового угла $k_{2,1}$, в низкочастотном диапазоне, в котором силы инерции в элементе являются пренебрежимо малыми.

3.9

точечный контакт **point contact**

контактная площадка, вибрирующая как поверхность твердого тела

3.10

линейность **linearity**

характеристика динамического поведения упругого элемента, если она удовлетворяет принципу суперпозиции

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Принцип суперпозиции может быть сформулирован следующим образом: если входной сигнал $x_1(t)$ создает выходной сигнал $y_1(t)$ и в отдельном испытании входной сигнал $x_2(t)$ создает выходной сигнал $y_2(t)$, то суперпозиция имеет место, если входной сигнал $a x_1(t) + b x_2(t)$ создает выходной сигнал $a y_1(t) + b y_2(t)$. Это правило должно выполняться для всех значений a , b и $x_1(t)$, $x_2(t)$; a и b – произвольные постоянные.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 В действительности испытание на линейность, указанное выше, является малоприменимым с практической точки зрения и ограниченная проверка линейности выполняется путем измерения динамической переходной жесткости в диапазоне уровней входного сигнала. Для отдельной предварительной нагрузки, если динамическая переходная жесткость является номинально инвариантной, система может считаться линейной. В действительности эта процедура проверяет пропорциональность отклика и возбуждения.

3.11

прямой метод direct method

метод, в котором измеряются либо перемещение, скорость или ускорение на входе и затормаживающая сила на выходе

3.12

косвенный метод indirect method

метод, в котором измеряется способность передачи вибрации (характеризуемой перемещением, скоростью или ускорением) упругого элемента с выходом, нагружаемым компактным телом известной массы

ПРИМЕЧАНИЕ Термин “косвенный метод” допускает включение нагрузок с любым известным полным сопротивлением, не являющимся полным сопротивлением типа массы. Однако серия ISO 10846 не охватывает такие методы.

3.13

метод измерения входной частотной характеристики driving point method

метод, в котором измеряются одна из характеристик движения – перемещение, скорость или ускорение на входе и входная сила с заторможенной выходной стороной упругого элемента

3.14

передача вибрации в обход виброизолятора flanking transmission

силы и ускорения на выходной стороне, создаваемые возбудителем вибраций на входной стороне, но каналы передачи не проходят через испытываемый упругий элемент

3.15

верхняя предельная частота upper limiting frequency

f_{UL}
частота, вплоть до которой результаты определения величины $k_{1,2}$ являются достоверными в соответствии с критериями, установленными в разных частях ISO 10846

4 Выбор соответствующего международного стандарта

В Таблице 1 представлены руководящие указания по выбору соответствующей части ISO 10846.

Таблица 1. Руководство по выбору

	Международный стандарт и тип метода			
	ISO 10846-2 Прямой метод	ISO 10846-3 Косвенный метод	ISO 10846-4 Прямой или косвенный метод	ISO 10846-5 Метод измерения входной частотной характеристики
Тип упругого элемента	опора	опора	элемент, не являющийся опорой	опора
Примеры	упругие основания для приборов, оборудования, механизмов и зданий		сильфоны, рукава, упругие муфты сцепления валов, кабели электропитания	см. ISO 10846-2 и ISO 10846-3
Частотный диапазон достоверности	1 Гц – f_{UL} значение f_{UL} зависит от испытательной установки и обычно лежит в интервале частот 300 Гц < f_{UL} < 500 Гц (но не ограничено этим интервалом)	$f_2 - f_3$ значение f_2 обычно лежит в интервале частот между 20 Гц и 50 Гц (но не ограничено им). В случае очень жестких оснований $f_2 > 100$ Гц. значение f_3 обычно лежит в интервале 2 кГц – 5 кГц, но зависит от испытательной установки	Прямой метод: см. ISO 10846-2; Косвенный метод: см. ISO 10846-3	1 Hz – f_{UL} значение f_{UL} обычно < 200 Гц (но не ограничено им). значение f_{UL} зависит как от испытательной установки, так и от характеристик испытательного элемента;
Число компонент поступательной вибрации	1, 2 или 3	1, 2 или 3	1, 2 или 3	1, 2 или 3
Угловые компоненты	отсутствуют	информативное приложение	информативное приложение	отсутствуют
Расширенная погрешность измерений с доверительной вероятностью 95 %	Оценивается в соответствии с ISO/IEC Guide 98-3	4 дБ (рассматривается как верхнее предельное значение)	4 дБ (рассматривается как верхнее предельное значение)	Оценивается в соответствии с ISO/IEC Guide 98-3
ПРИМЕЧАНИЕ В рамках совпадающих частотных диапазонов достоверности и диапазонов значений погрешности методов прямой метод, косвенный метод и метод измерения входной частотной характеристики приводят к одинаковым результатам.				

Дополнительные руководящие указания представлены в Разделах 5 и 6.

5 Теоретические основания

5.1 Динамическая переходная жесткость

В настоящем разделе обосновывается, почему динамическая переходная жесткость в наибольшей степени характеризует виброакустические передаточные характеристики упругих элементов во многих практических применениях. В нем также описываются отдельные ситуации, в которых необходимо также использовать другие виброакустические характеристики, не рассматриваемые в ISO 10846.

Динамическая переходная жесткость в соответствии с 3.7 определяется упругими, инерционными и демпфирующими свойствами упругих элементов. Описание результатов испытаний на основе

характеристик жесткости учитывает данные по статической и/или низкочастотной динамической жесткости, которые обычно используются. Дополнительная важность сил инерции (а именно, воздействий упругих волн в изоляторах) делает описание динамической переходной жесткости на высоких частотах более сложным, чем на низких частотах. На низких частотах важную роль играют только упругие и демпфирующие силы. Поскольку, вообще говоря, модуль упругости и демпфирующие свойства в рассматриваемом диапазоне частот лишь слабо зависят от частоты, то это также относится и к низкочастотной динамической жесткости.

ПРИМЕЧАНИЕ Для многих упругих элементов статическая жесткость и низкочастотная динамическая переходная жесткость являются разными.

В принципе динамическая переходная жесткость виброакустических элементов зависит от статической предварительной нагрузки, температуры и относительной влажности. В рассматриваемой теории предполагается линейность, определенная в 3.10. Для получения дополнительной информации см. Приложение D.

Связи между динамической переходной жесткостью и другими величинами представлены в Приложении А. Эти связи предполагают, что при фактическом проведении испытаний только практические соображения будут определять, измерять ли перемещения, скорости или ускорения. Однако для представления результатов испытаний в согласии с другими частями ISO 10846 могут потребоваться соответствующие преобразования.

5.2 Матрица динамической жесткости упругих элементов

5.2.1 Общие положения

Обычный подход к анализу сложных колебательных систем состоит в использовании понятий жесткость – податливость – или передаточная матрица. Элементы матрицы в основном имеют специальную форму частотных характеристик; они описывают линейные свойства механических и акустических систем. На основе знания отдельных свойств подсистем могут быть вычислены соответствующие свойства ансамблей подсистем. Три формы матрицы, отмеченной выше, являются взаимосвязанными и могут быть легко преобразованы в друг друга [5]. Однако в ISO 10846 для экспериментального определения характеристик упругих элементов при предварительной нагрузке устанавливаются только величины типа жесткости.

Общие концептуальные рамки для определения характеристик упругих элементов показаны на Рисунке 1.

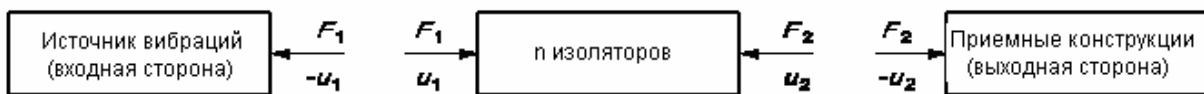


Рисунок 1 – Блок-схема системы источник – изоляторы – приемник

Система состоит из трех блоков, представляющих источник вибраций, n изоляторов и принимающие конструкции. Предполагается точечный контакт в каждом соединении между источником и изолятором и между изолятором и приемником. Каждой точке соединения присваиваются вектор силы F , состоящий из трех ортогональных компонентов силы и трех ортогональных компонентов момента, а также вектор перемещения³⁾ u , состоящий из трех ортогональных поступательных компонентов и трех ортогональных угловых компонентов. На Рисунке 1 показана только одна компонента каждого из векторов F_1, u_1, F_2 и u_2 . Эти вектора содержат $6n$ элементов, где n обозначает число изоляторов.

Для того чтобы показать, что затормаживающая переходная жесткость, определенная в 3.7 как динамическая переходная жесткость, подходит для определения характеристик изоляторов во многих

3) Линейная алгебра: вектор является линейным набором элементов.