МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 34905.1— 2022 (ISO 15242-1: 2015)

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Методы измерения вибрации

Часть 1

Основные положения

(ISO 15242-1:2015, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Управляющая компания ЕПК» (ОАО «УК ЕПК») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 307 «Подшипники качения»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 ноября 2022 г. № 156-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 декабря 2022 г. № 1562-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34905.1—2022 (ISO 15242-1:2015) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 февраля 2023 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 15242-1:2015 «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 1. Основные положения» («Rolling bearings — Measuring methods for vibration — Part 1: Fundamentals», MOD) путем внесения изменений по отношению к тексту применяемого международного стандарта, которые выделены курсивом, а также невключения отдельных структурных и дополнительных элементов. Объяснения причин внесения этих технических отклонений приведено во введении к настоящему стандарту.

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 Некоторые элементы данного документа могут быть предметом патентных прав. Сведения о патентах могут быть найдены на gost.e-ecolog.ru

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

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

© ISO, 2015
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Основные принципы 3
5 Процесс измерения 5
6 Методы измерения и оценки 6
7 Условия измерений 8
8 Оценка точности измерительной системы 10
Приложение А (справочное) Контактный резонанс прижимного преобразователя 11
Приложение В (справочное) Соотношение амплитуд смещения, скорости и ускорения 12
Приложение С (справочное) Измерение радиального и торцового биения оправки 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 14

Введение

Для учета потребностей национальных экономик стран соглашения и особенностей межгосударственной стандартизации в текст стандарта внесены следующие изменения:

- раздел 2.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет целесообразности использования ссылочных межгосударственных стандартов вместо ссылочных международных стандартов;

- раздел 3.

В целях соблюдения рекомендаций по основным принципам и методам стандартизации терминологии исключена часть примечаний в терминологических статьях как неактуальных в странах соглашения, а термины приведены в соответствие с ISO 15242-1:2015, в частности:

- 3.3 — в терминологической статье исключены примечания 3 и 4:

«Примечание 3 — Примерами типов преобразователей, используемых при измерении вибрации, являются:

a) пьезоэлектрический акселерометр;
b) пьезорезисторный акселерометр;
c) тензометрический акселерометр;
d) преобразователь с переменным сопротивлением;
e) электростатический (емкостный/конденсаторный) преобразователь;
f) тензометр (фольгированный), соединенный проводами;
g) преобразователь с переменным магнитным сопротивлением;
h) магнитострикционный преобразователь;
i) преобразователь с перемещающимся кондуктором;
j) преобразователь с перемещающейся катушкой;
k) индуктивный преобразователь;
l) лазерный виброметр.

Примечание 4 — Прочие типы преобразователей, такие как преобразователи динамической силы, могут использоваться в том случае, если их сигнал может быть преобразован в смещение, скорость или ускорение»;

- 3.7 — в терминологической статье исключено примечание 2: «Примечание 2 — В первом издании настоящего стандарта среднеквадратическое значение сокращенно обозначалось посредством r.m.s»;

- 3.8 — термин «основной период» заменен на термин «период». Исключено примечание: «Примечание — Если двусмысленность невозможна, то этот основной период называется периодом»;

- 3.9 и 3.10 — на рисунках 1 и 2 добавлены наименования осей v и t в качестве пояснительной информации. В описании рисунков добавлено: «t — время; v — скорость»;

- раздел 4.

В описании рисунка 4 добавлена пояснительная информация: «α — угол поворота в направлении X; β — угол поворота в направлении Y»;

- раздел 6.

В подразделе 6.1 ввиду отсутствия методик измерения вибрации подшипников в осевом направлении исключено предложение: «Направление измерения должно быть осевым или радиальным, в зависимости от типа подшипника».

В подразделе 6.4 в связи с ориентированностью указанного требования на конкретного зарубежного производителя исключен абзац: «Чувствительность преобразователя, которая соответствует его предварительному формирователю сигнала, должна быть указана с точностью ±5 %»;

- раздел 7.

Дополнительные положения, учитывающие необходимость уточнения требования с целью однозначного восприятия, приведены в подпункте 7.1.1 и 7.2 и заключены в рамки из тонких линий. Информация с объяснением причин включения этих положений приведена в примечаниях.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Методы измерения вибрации

Часть 1
Основные положения

Rolling bearings. Measuring methods for vibration. Part 1. Fundamentals

Дата введения — 2023—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет методы измерения вибрации подшипников качения в установленных условиях измерений, включая определение точностных характеристик применяемых измерительных систем.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 24346 Вибрация. Термины и определения

ГОСТ 24955 Подшипники качения. Термины и определения

ГОСТ 25347 (ISO 286-2:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов

ГОСТ 34905.2 (ISO 15242-2:2015) Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 2. Шариковые радиальные и радиально-упорные подшипники

ГОСТ 34905.3 (ISO 15242-3:2017) Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 3. Роликовые сферические и конические подшипники

ГОСТ 34905.4 (ISO 15242-4:2017) Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 4. Цилиндрические подшипники

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru о указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ *24346* и ГОСТ *24955*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **погрешность вращения** (error motion): Радиальное, осевое или угловое отклонение оси вращения, исключая смещения, связанные с изменением температуры или внешней нагрузки.

3.2 **вибрация** (vibration): Периодические или случайные механические колебания возле точки равновесия.

3.3 **преобразователь** (transducer): Устройство, служащее для преобразования энергии из одной формы в другую таким образом, чтобы заданные параметры энергии на входе проявлялись на выходе.

Примечания

1 Выходной сигнал, как правило, является электрическим.

2 Использование термина «датчик» недопустимо.

3.4 **фильтр** (filter): Аналоговое или цифровое устройство для разделения колебаний на основе их частоты, вносящее относительно малое затухание колебаний в одной или нескольких полосах частот и относительно большое затухание колебаний на других частотах.

3.5 **полосовой фильтр** (band-pass filter): Фильтр, имеющий единственную полосу пропускания, простирающуюся от нижней граничной частоты, большей нуля, до конечной верхней граничной частоты.

3.6 **номинальные верхняя и нижняя граничные частоты (граничные частоты)** f_{upp}, f_{low} (nominal upper and lower cut-off frequencies): Номинальные частоты, определяющие полосовой фильтр.

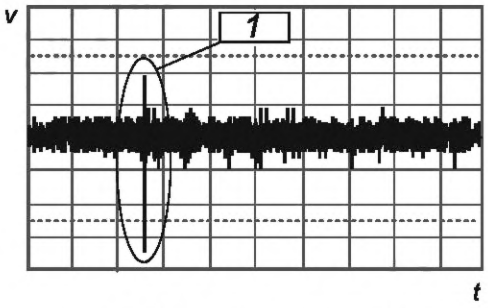
3.7 **среднеквадратичное значение скорости** v_{rms} (root mean square velocity): Квадратный корень из среднего арифметического значения квадратов скорости вибрации в рассматриваемом интервале времени.

Примечание — Среднеквадратичное значение также применимо к смещению и ускорению.

3.8 **период** (period): Наименьшее приращение времени, через который периодическая функция повторяет саму себя.

3.9 **импульс** (spike): Единичный значительный кратковременный переходный процесс с амплитудой, превышающей среднеквадратическое значение сигнала.

Примечание — На рисунке 1 показан пример импульса.

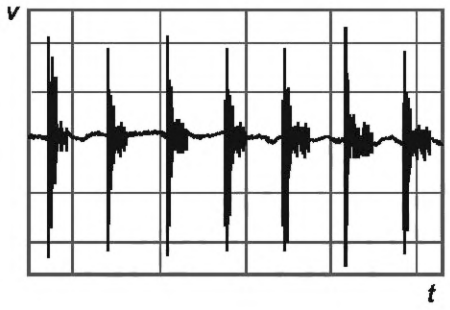


1 — импульс; *t* — *время*; *v* — *скорость*

Рисунок 1 — Пример импульса во временной области

3.10 **пульсация** (pulse): Повторяющийся значительный кратковременный переходный процесс с амплитудой, превышающей среднеквадратическое значение сигнала.

Примечание — На рисунке 2 показан пример пульсации.



t — время; v — скорость

Рисунок 2 — Пример пульсации во временной области

4 Основные принципы

4.1 Измерение вибрации подшипника

На рисунке 3 представлены основные составляющие процесса измерения вибрации подшипника и факторы, влияющие на результат измерения. Нумерация на рисунке 3 соответствует номерам структурных элементов данного стандарта.

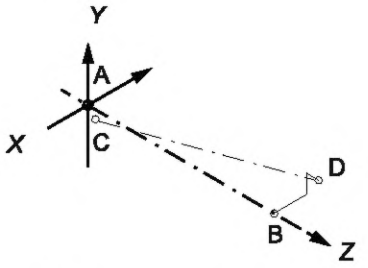


Рисунок 3 — Основные составляющие измерения вибрации подшипника

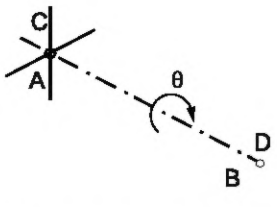
4.2 Характеристики оси вращения

Подшипник качения предназначен для образования оси вращения при вращении одной части машины относительно другой, одновременно с этим подшипник должен выдерживать радиальную и/или осевую нагрузки. Сама ось вращения может проявлять подвижность дополнительно в пяти основных степенях свободы. Все степени свободы показаны на рисунке 4 и перечислены ниже:

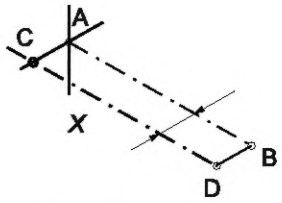
- вращение, см. рисунок 4 b);
- перемещение в радиальном направлении, то есть в одной или обеих ортогональных плоскостях, проходящих через ось вращения, см. рисунки 4 c) и d);
- перемещение в осевом направлении, то есть вдоль оси вращения, см. рисунок 4 e);
- поворот, то есть движение в угловом направлении в одной или двух ортогональных плоскостях, проходящих через ось вращения, рисунки f) и g).



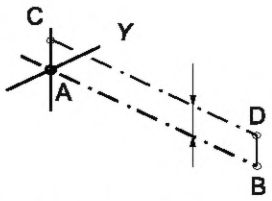
a) Общий случай, показывающий обозначения осей



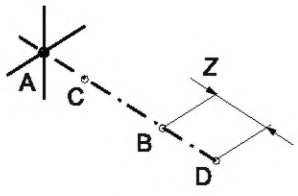
b) Вращение вокруг оси *Z*



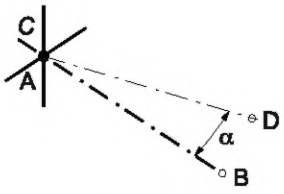
c) Радиальное перемещение по оси *X*



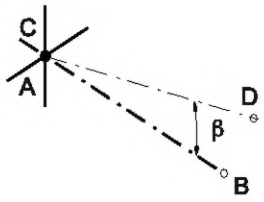
d) Радиальное перемещение по оси *Y*



e) Осевое перемещение по оси *Z*



f) Поворот в направлении оси *X* вокруг точки A



g) Поворот в направлении оси *Y* вокруг точки A

AB — ось координат Z; CD — ось вращения; α — *угол поворота в направлении X;* β — *угол поворота в направлении Y*

Рисунок 4 — Схематическое представление шести степеней свободы

Подшипник качения, теоретически, не должен сопротивляться внешним силам, приложенным в направлении вращения, то есть должен иметь нулевой момент трения. В зависимости от типа внешней нагрузки, для восприятия которой предназначен подшипник, он будет проявлять жесткость в какой-либо

одной или во всех пяти оставшихся степенях свободы. Например, самоустанавливающийся подшипник способен воспринимать радиальную и осевую нагрузку, но, в идеале, не будет проявлять жесткость в двух угловых направлениях. Другие подшипники могут быть предназначены для обеспечения свободного осевого смещения, проявляя при этом жесткость в радиальном и угловом направлениях.

4.3 Погрешность вращения подшипников

Смещение оси вращения подшипника в любой из пяти невращательных степеней свободы, в которых подшипник предназначен выдерживать нагрузку, понимается как погрешность вращения подшипника. Это понятие включает в себя любые смещения, связанные с вращением подшипника, за исключением смещений, вызванных тепловыми деформациями или изменениями внешней прилагаемой нагрузки. Погрешность вращения представлена в терминах смещения и характеризуется отклонением от идеальной оси вращения. В подшипнике качения погрешность вращения является следствием наличия отклонений от правильной геометрической формы различных внутренних поверхностей подшипника, которые испытывают относительное смещение при его вращении. Эти геометрические отклонения могут быть внутренней характеристикой деталей подшипника (например, нарушения формы поверхностей при производстве) или могут быть следствием перекосов деталей подшипника при сборке и установке.

4.4 Вибрация подшипников

Факторы, вызывающие погрешность вращения подшипника, являются также причиной вибрации деталей подшипника. Вибрация является следствием смещений, вызванных погрешностью вращения, но при дополнительном учете зависимых от ускорения инерциальных эффектов и характеристики жесткости подшипника на оправке, вызывающих внутренние силы в подшипнике. В свою очередь внутренние силы вызывают изменяющиеся во времени деформации деталей подшипника, различные типы случайных смещений тел качения и сепаратора и периодические смещения сепаратора относительно тел качения или колец. Вибрация вызывается погрешностью вращения в конкретных условиях, таких как частота вращения и приложенная нагрузка. Вибрация подшипника может влиять на работу механической системы и способствует возникновению воздушного и структурного шума системы, в которой установлен подшипник.

5 Процесс измерения

5.1 Основные принципы измерения вибрации

Согласно настоящему стандарту структурную вибрацию подшипника качения определяют преобразователем (в частности, преобразователем смещения, скорости, ускорения или силы), установленным в определенной точке одного из колец подшипника, или на механической части испытательного стенда, которая механически соединена с одним из колец подшипника. Ось чувствительности преобразователя устанавливают относительно подшипника (например, в осевом или радиальном направлении). Подшипник вращают с постоянной частотой вращения при заданных условиях нагружения и снимают сигнал преобразователя в течение заданного промежутка времени. Затем собранные при этом данные анализируют для вычисления одного или более параметров, которые используются для характеристики вибрации. Таким образом получают показатели вибрации подшипника в заданных условиях измерения.

Примечание — Результаты не позволяют делать однозначные выводы относительно вибрации и шума при иных условиях работы.

Процесс измерения может быть схематично представлен как объединение составляющих, указанных на рисунке 3. Номера обозначают структурные элементы данного стандарта, которые предоставляют подробную информацию по каждой составляющей процесса измерения.

5.2 Частота вращения

Вибрацию подшипников следует измерять при неподвижном наружном кольце. Внутреннее кольцо должно вращаться с постоянной частотой вращения, зависящей от размера и конструкции подшипника (см. *ГОСТ 34905.2 — ГОСТ 34905.4*). Для неподвижного кольца в ходе измерений допустимо небольшое вращательное движение.

В ходе измерений действительная частота вращения не должна превышать номинальную частоту вращения более чем на 1 % и не должна быть ниже ее более чем на 2 %.

5.3 Ориентация оси вращения подшипника

Вибрация подшипника может быть измерена при вертикальной или горизонтальной оси вращения. При горизонтальной оси изменение направления земной гравитации относительно вращающихся тел качения может привести к дополнительной вибрации, если центробежные или наведенные контактные силы тел качения не будут значительно больше, чем их сила тяжести.

5.4 Нагрузка подшипника

С целью достижения строго определенных кинематических условий во время измерения вибрации подшипники должны быть нагружены. Приложенные нагрузки должны быть достаточными, чтобы предотвратить проскальзывание тел качения относительно дорожек качения внутреннего и наружного колец, но не оказывать влияния на измерение.

5.5 Преобразователи

Измеряемой величиной является радиальная или осевая составляющая вибрации наружного кольца подшипника. Преобразователь трансформирует механическое движение в электрический сигнал, пропорциональный смещению, скорости или ускорению.

При применении преобразователя контактного типа необходимо убедиться, что преобразователь не оказывает влияния на вибрацию измеряемого кольца. С другой стороны, контакт должен быть достаточно жестким, чтобы воспринимать вибрацию в установленном частотном диапазоне. Для достижения этого подвижные массы преобразователя должны быть как можно меньше. Если вибрации передаются через наконечник преобразователя, который касается измеряемого кольца подшипника, то следует учитывать проявление контактного резонанса (см. приложение А).

Сигналы должны быть преобразованы в сигнал скорости, так как это обеспечивает наилучшее разрешение в широком частотном диапазоне. Вибрационное движение измеряемого кольца — это сложная суперпозиция смещений многих амплитуд на разных частотах. Хотя отдельные большие амплитуды могут проявляться даже на высоких частотах (особенно у дефектных подшипников), в основном амплитуды уменьшаются с увеличением частоты, снижаясь до нанометровых значений при нескольких килогерцах. Так как акустическое давление пропорционально сигналу скорости на поверхности, предпочтительными являются преобразователи скорости. Выбранный преобразователь должен обеспечивать надлежащую частотную характеристику.

Примечание — Соотношение смещения, скорости и ускорения на различных частотах приведено в приложении В.

6 Методы измерения и оценки

6.1 Измеряемая физическая величина

Измеряемой физической величиной, если специально не оговорено иное, является среднеквадратическое значение скорости v_{rms} (мкм/с). Направление измерения должно быть осевым или радиальным, в зависимости от типа подшипника.

6.2 Частотная область

Сигнал скорости анализируется в одной или нескольких частотных полосах. Диапазоны частотных полос зависят от частоты вращения шпинделя, *а также от типа и размеров подшипника*. Конкретные частотные диапазоны указаны в *ГОСТ 34905.2 — ГОСТ 34905.4*.

Узкополосный, октавный и третьоктавный спектральные анализы сигнала вибрации могут рассматриваться как дополнительные варианты оценки вибрации подшипника.

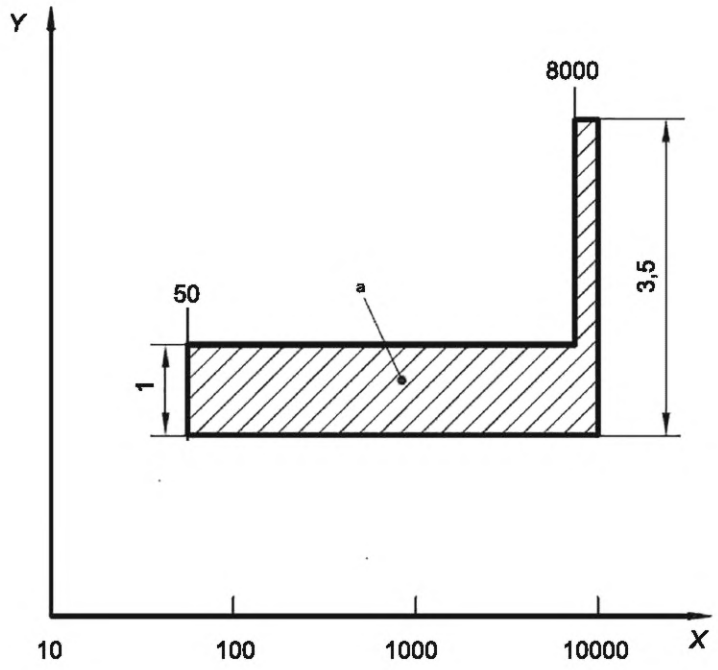
6.3 Временная область

Распознавание и определение параметров пульсаций или импульсов во временной области сигнала скорости, возникающих, как правило, вследствие дефектов поверхности и/или загрязнения изме-

ряемого подшипника, могут рассматриваться как дополнительные варианты оценки вибрации подшипника. Для их определения существуют разнообразные методы.

6.4 Чувствительность преобразователя и характеристики фильтра

Частотная характеристика преобразователя должна находиться в пределах, указанных на рисунке 5.



[a] Зона допуска.

X — частота, Гц; *Y* — отношение выходного сигнала к скорости вибрации, дБ

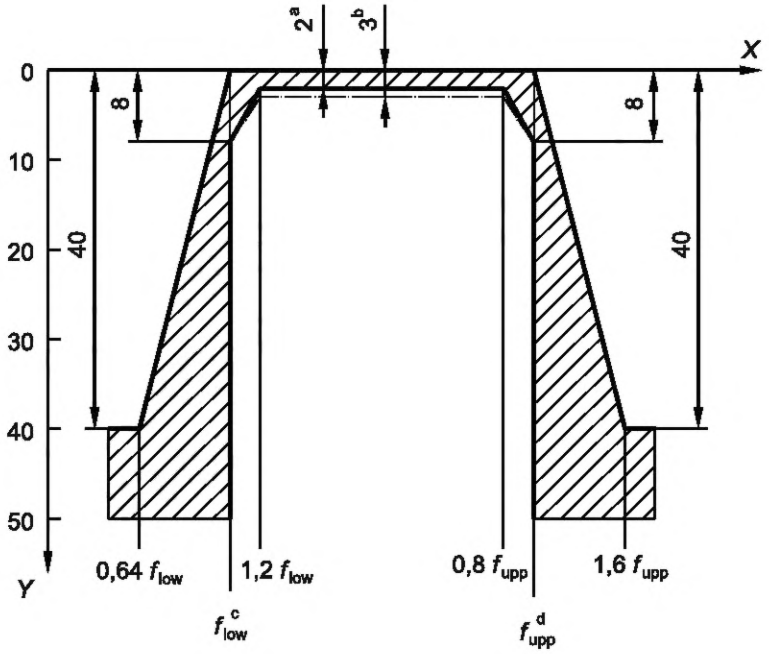
Рисунок 5 — Требования к частотной характеристике преобразователя

Примечание — Для измерений, проводимых в диапазонах, отличных от диапазона, принятого по умолчанию (от 50 до 10 000 Гц), зона допуска должна быть соответственно скорректирована. В частности, если измеряют при частоте вращения 3600 мин$^{-1}$, зона допуска должна быть расширена до 20 000 Гц, а для меньших частот вращения зона допуска должна быть соответственно расширена за счет уменьшения нижней граничной частоты.

Требования к частотной характеристике преобразователя, указанные на рисунке 5, относятся к скорректированному выходному сигналу усилителя.

Линейность амплитудной характеристики: максимальное отклонение от линейности должно быть не более 10 % для амплитуд виброскорости от 10 до *10 000* мкм/с.

Частотные характеристики фильтров формирователя сигнала должны располагаться в пределах для полосовых фильтров, указанных на рисунке 6. Затухание на всех частотах ниже, чем на 64 % нижней граничной частоты (f_{low}), и на всех частотах выше, чем на 160 % верхней граничной частоты (f_{upp}), должно составлять не менее 40 дБ.



[a] Рекомендуемая зона допуска.
[b] Максимально допустимая зона допуска.
[c] Номинальная нижняя частота.
[d] Номинальная верхняя частота.

X — частота, Гц; *Y* — затухание, дБ

Рисунок 6 — Требования к фильтру

6.5 Метод усреднения по времени

Измерение сигнала скорости в каждой полосе частот должно быть представлено усредненным по времени показанием за период не менее 0,5 с при частоте вращения 1800 мин$^{-1}$ от момента стабилизации параметров вибрации, характеризующейся только отдельными случайными отклонениями от среднего значения.

Минимальный период усреднения по времени обратно пропорционален частоте вращения шпинделя.

Точность среднеквадратического детектора должна быть в пределах ±5 % от измеренного значения для сигналов с пик-фактором не более 5.

6.6 Последовательность проведения измерений

Результаты измерения следует снимать при заданном числе положений подшипника. Более подробная информация для конкретных типов подшипников приведена в *ГОСТ 34905.2 — ГОСТ 34905.4*.

При приемке подшипника наибольшее показание вибрации в соответствующем частотном диапазоне должно находиться в установленных в соответствующем техническом документе пределах.

7 Условия измерений

7.1 Состояние подшипника при измерении

7.1.1 Подшипник с заложенным смазочным материалом

Подшипники с заложенным смазочным материалом (пластичным, жидким или твердым), включая подшипники с защитными шайбами или уплотнениями, следует измерять в состоянии поставки.

Допускается по согласованию с потребителем измерять вибрацию до закладки смазочного материала и монтажа защитных шайб и уплотнений, соблюдая требования 7.1.2.

Примечание — Положение добавлено для обеспечения возможности определения источника неприемлемых уровней вибрации.

7.1.2 Подшипник без заложенного смазочного материала

Поскольку загрязнение влияет на вибрацию, подшипники должны быть тщательно очищены с соблюдением мер предосторожности, чтобы не внести загрязнение или не создать иных источников вибрации.

Примечание — Некоторые консервационные смазки могут соответствовать требованиям к смазочным материалам для измерения вибрации. В таком случае нет необходимости удалять консервационную смазку.

Подшипники без заложенного смазочного материала должны быть надлежащим образом смазаны маслом тонкой фильтрации, обычно имеющим кинематическую вязкость от 10 до 100 мм^2/с соответственно типу и размеру подшипника.

Процесс смазывания должен включать обкатку, при которой достигается равномерное распределение смазочного материала внутри подшипника.

7.2 Условия окружающей среды при измерении

Подшипники следует измерять в окружающей среде, не оказывающей влияния на вибрацию подшипника.

Условия измерений:
температура окружающего воздуха.....от 18 °С до 27 °С;
относительная влажность.....до 70 %.

Примечание — Условия измерений приведены для конкретизации параметров окружающей среды при измерении вибрации подшипника.

7.3 Требования к средствам измерения

7.3.1 Жесткость шпинделя с оправкой

Шпиндель (включая оправку), используемый для удержания и вращения подшипника, должен быть устроен так, чтобы кроме передачи вращательного движения он представлял собой жесткую систему базирования для оси вращения. Передача вибрации между оправкой, смонтированной со шпинделем, и подшипником в используемой полосе частот должна быть незначительной по сравнению с измеряемыми скоростями.

7.3.2 Механизм нагружения

Механизм нагружения, применяемый для приложения нагрузок к кольцу, с которого снимается сигнал вибрации, должен быть устроен так, чтобы он предоставлял возможность этому кольцу практически свободно совершать колебания во всех: радиальных, осевых, угловых, изгибных формах колебаний — в соответствии с типом подшипника, поскольку это обеспечивает нормальный режим работы подшипника.

7.3.3 Значение и расположение прилагаемой внешней нагрузки

Подробная информация для конкретных типов подшипников приведена в *ГОСТ 34905.2 — ГОСТ 34905.4*.

7.3.4 Осевое положение преобразователя и направление измерений

Подробная информация для конкретных типов подшипников приведена в *ГОСТ 34905.2 — ГОСТ 34905.4*.

7.3.5 Оправка

Цилиндрическая поверхность оправки, на которой монтируют внутреннее кольцо подшипника, должна иметь диаметр класса допуска f5 по ГОСТ *25347* и минимальные отклонения формы и расположения поверхностей. Это обеспечит скользящую посадку в отверстии подшипника. Радиальные и торцовые биения должны быть проверены согласно порядку измерений, данному в приложении С.

7.3.6 Прочие факторы

Измерительная система включает дополнительные источники вибрации, такие как приводной двигатель или двигатель масляного насоса. Указанные источники вибрации могут влиять на измеренные значения вибрации.

8 Оценка точности измерительной системы

8.1 Общие положения

Все установленные процедуры определения точностных характеристик должны быть соблюдены.

8.2 Определение точностных характеристик компонентов системы

Основными элементами системы измерения вибрации подшипника, требующими оценки точностных характеристик, являются:

- приводное устройство для вращения подшипника;
- механизм нагружения для приложения нагрузки к подшипнику;
- преобразователь для преобразования вибрации подшипника в электрический сигнал;
- формирователь сигнала (усилитель, фильтр, показывающее устройство), обрабатывающий сигнал.

Каждая часть измерительной системы должна поддерживаться в исходном рабочем состоянии и быть настроена в соответствии с заданными условиями. Настройка и определение точностных характеристик должны выполняться в соответствии с требованиями нормативных документов. Главными единицами измерительной системы, требующими подтверждения точностных характеристик, являются следующие:

a) узел привода:
   1) частота вращения шпинделя;
   2) погрешность вращения и результирующая вибрация шпинделя;
   3) состояние оправки шпинделя, на которой смонтирован подшипник (повреждения, коррозия, деформация, изменение размера и т. д.);

b) механизм нагружения:
   1) значение нагрузки;
   2) выравнивание направления нагрузки;
   3) положение точки приложения нагрузки;

c) преобразователь:
   1) чувствительность и линейность амплитудной характеристики;
   2) частотная характеристика;
   3) ориентация и положение;

d) формирователь сигнала (усилитель, фильтр и показывающее устройство):
   1) усиление и линейность;
   2) частотные характеристики;
   3) точность показания измерительного прибора или цифрового индикатора.

8.3 Оценка рабочих характеристик системы

Измерения проводятся с тремя подшипниками при использовании одних и тех же средств измерений и при одинаковых параметрах измерений:

- отобранные смазанные должным образом контрольные подшипники;
- неизменная ориентация подшипников при всех измерениях;
- неизменное направление вращения контрольных подшипников при всех измерениях;
- неизменная угловая позиция неподвижного кольца при всех измерениях, которая должна оставаться после снятия нагрузки по окончании очередного измерения и подачи нагрузки перед началом следующего измерения;
- повтор процедуры как минимум 10 раз по меньшей мере с тремя различными контрольными подшипниками.

Повторяемость измерений для каждого из трех подшипников в каждой из трех полос частот должна быть в пределах ±15 % соответствующих средних значений измерений.

Приложение А
(справочное)

Контактный резонанс прижимного преобразователя

А.1 Контактная сила

Для прижимного преобразователя усилие в контакте должно быть больше произведения подвижной массы на максимальное значение ускорения измеряемого кольца, чтобы предотвратить потерю контакта преобразователя с измеряемым кольцом.

А.2 Контактный резонанс

Контактный резонанс является следствием того, что контакт щупа преобразователя с кольцом ведет себя как пружина по причине их упругости. При шарообразном наконечнике щупа ситуация становится более сложной, так как контакт действует как пружина с переменной жесткостью, которая возрастает с увеличением нагрузки. Чем выше значение модуля упругости и больше радиус наконечника щупа преобразователя r, тем выше становится значение резонансной частоты f. В таблице А.1 представлены некоторые примеры для полусферического наконечника преобразователя (имеющего модуль упругости 600 ГПа), соединенного с преобразователем с полной подвижной массой m, который прижимается к поверхности измеряемого кольца (имеющего модуль упругости 200 ГПа) статической контактной силой F.

Таблица А.1 — Частота контактного резонанса

r, мм	F, Н	m, г	f, кГц
1	1	1	9,6
5	1	1	12,6
1	5	1	12,6
1	1	5	4,3

Приложение В
(справочное)

Соотношение амплитуд смещения, скорости и ускорения

Амплитуды смещения и ускорения на различных частотах гармонических колебаний при амплитуде виброскорости 10 мкм/с представлены на рисунке В.1.

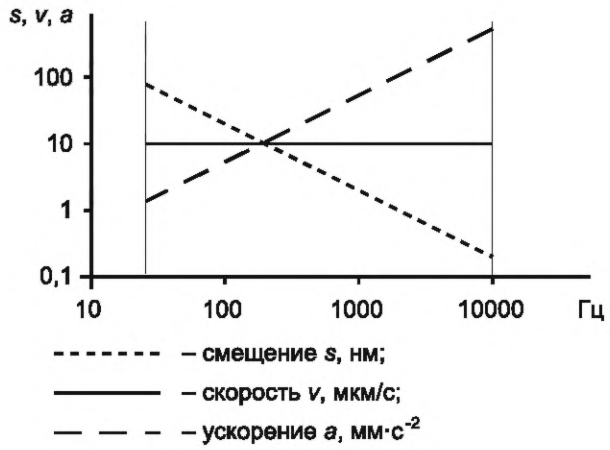


Рисунок В.1 — Соотношение амплитуд на различных частотах при амплитуде виброскорости 10 мкм/с

Приложение С
(справочное)

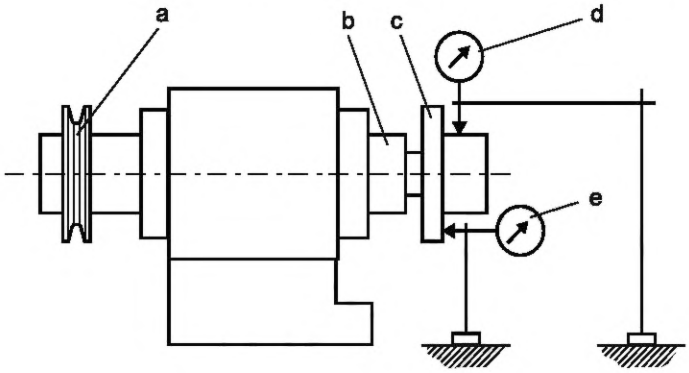
Измерение радиального и торцового биения оправки

Оправку монтируют со шпинделем измерительной системы, как показано на рисунке С.1.

Первая измерительная головка (позиция d на рисунке С.1) должна контактировать с поверхностью оправки, служащей для монтажа подшипника (в любом месте кроме поднутрения и конусной направляющей поверхности, служащей для насадки подшипника), перпендикулярно к оси вращения оправки.

Вторая измерительная головка (позиция e на рисунке С.1) должна контактировать с бортом оправки (в любой позиции кроме поднутрения и фаски).

Шпиндель следует медленно и плавно вращать более чем на один полный оборот. Разность между максимальным и минимальным значениями, показанными первой измерительной головкой, является радиальным биением в измеряемой позиции на оправке. Разность между максимальным и минимальным значениями, показанными второй измерительной головкой, является торцовым биением в измеряемой позиции на оправке.



a — ременный шкив; b — шпиндель; c — оправка; d — измерительная головка 1; e — измерительная головка 2

Рисунок С.1 — Измерение радиального и торцового биения оправки

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 25347—2013 (ISO 286-2:2010)	MOD	ISO 286-2:2010 «Характеристики изделий геометрические (GPS). Допуски и посадки по системе ИСО. Часть 2. Таблицы классов стандартных допусков и предельных отклонений на размеры отверстий и валов»
ГОСТ 34905.2— (ISO 15243.2:2015)	MOD	ISO 15242-2:2015 «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 2. Шариковые радиальные и радиально-упорные подшипники с цилиндрическим отверстием и цилиндрической наружной поверхностью»
ГОСТ 34905.3— (ISO 15243.3:2017)	MOD	ISO 15242-3:2017 «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 3. Радиальные сферические и конические роликовые подшипники с цилиндрическим отверстием и наружной поверхностью»
ГОСТ 34905.4— (ISO 15243.4:2017)	MOD	ISO 15242-4:2017 «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 4. Радиальные роликовые цилиндрические подшипники с цилиндрическим отверстием и наружной поверхностью»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - MOD — модифицированные стандарты.		

УДК 621.822.6:006.354 МКС 21.100.20 MOD

Ключевые слова: подшипник качения, вибрация, методы измерений, термины и определения, процесс измерений, методы измерения и оценки, условия измерений, оценка точностных характеристик измерительной системы

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 26.12.2022. Подписано в печать 09.01.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru