ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52545.1— 2006 (ИСО 15242-1:2004)

Подшипники качения

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Часть 1

Основные положения

ISO 15242-1:2004
Rolling bearings — Measuring methods for vibration — Part 1: Fundamentals
(MOD)

Издание официальное

БЗ 2—2006/475

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «ВНИПП» (ОАО «ВНИПП») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 307 «Подшипники качения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 мая 2006 г. № 98-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 15242-1:2004 «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 1. Основные положения» (ISO 15242-1:2004 «Rolling bearings — Measuring methods for vibration — Part 1: Fundamentals», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2006

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
4.1 Измерение вибрации подшипника . . . 3
4.2 Характеристики оси вращения . . . 3
4.3 Погрешность вращения подшипника . . . 4
4.4 Вибрация подшипника . . . 5
5 Процесс измерения . . . 5
5.1 Основные принципы измерения . . . 5
5.2 Частота вращения . . . 5
5.3 Ориентация оси вращения подшипника . . . 5
5.4 Нагрузка на подшипник . . . 5
5.5 Вибропреобразователи . . . 6
6 Методы измерения и оценки . . . 6
6.1 Измеряемые параметры вибрации . . . 6
6.2 Частотная область . . . 6
6.3 Временна́я область . . . 6
6.4 Характеристики вибропреобразователя и фильтров . . . 6
6.5 Метод усреднения по времени . . . 8
6.6 Последовательность проведения измерений . . . 8
7 Условия измерений . . . 8
7.1 Требования к измеряемому подшипнику . . . 8
7.2 Условия окружающей среды при измерении . . . 8
7.3 Требования к устройству измерения . . . 9
7.4 Требования к оператору . . . 9
8 Калибровка и точность измерительной системы . . . 9
8.1 Общие сведения . . . 9
8.2 Калибровка компонентов системы . . . 9
8.3 Точность измерительной системы . . . 10
Приложение А (справочное) Рассмотрение контактного резонанса . . . 11
Приложение Б (справочное) Соотношения динамических диапазонов . . . 12
Приложение В (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам . . . 13

Введение

Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 15242-1. При этом дополнительные положения, учитывающие потребности национальной экономики и особенности национальной стандартизации, приведены в 6.1.2, 8.3.2 и терминологической статье 3.16, которые выделены одиночной вертикальной линией, расположенной справа от текста. Требования 6.1.2 добавлены в связи с тем, что в Российской Федерации широко распространено измерение вибрации машин и механизмов, в частности подшипников качения по виброускорению. Пункт 8.3.2 добавлен в соответствии с положениями ГОСТ 8.563, ГОСТ ИСО 5725-1 и ГОСТ ИСО 5725-6, в которых требуется отображать характеристики точности методов измерений. Терминологическая статья 3.16 добавлена, поскольку определяемый термин применяется как в используемом, так и в модифицированном стандарте.

Учитывая требования национальной экономики по достижению большей достоверности и точности измерений, расширены частотный и динамический диапазоны измерения вибрации и сужены поля допусков амплитудно-частотных характеристик вибропреобразователя и фильтров, введены требования по измерению октавных и третьоктавных спектров. В связи с этим изменены рисунки 3 и 4, которые выделены вертикальной линией, расположенной слева от этих рисунков. В 6.2.1 в связи с этим изменен нижний предел частотного диапазона с 50 на 20 Гц, который выделен в тексте курсивом. 6.2.2, который выделен вертикальной линией, расположенной слева от текста, дополнен требованиями по измерению октавных и третьоктавных спектров. В пункте 6.4.2 изменен верхний предел динамического диапазона с 3000 на 10000 мкм/с, который выделен в тексте курсивом. Все эти изменения влекут автоматическое выполнение требований используемого стандарта при выполнении требований модифицированного стандарта.

Изменен пункт 7.2, содержащий требования к окружающей среде. В целях упрощения пользования стандартом вместо ссылки на три международных стандарта ИСО приведены конкретные допуски для параметров атмосферы. При этом выполнение требований модифицированного стандарта автоматически влекут выполнение требований используемого стандарта.

В модифицированном стандарте добавлено приложение Б, дающее соотношение между частотно-динамическими диапазонами для датчиков виброперемещения, виброскорости и виброускорения. В связи с этим 5.5.3 дополнен выделенной курсивом ссылкой на это приложение.

Структура и нумерация структурных элементов не изменена, добавлена нумерация абзацев внутри структурных элементов используемого стандарта.

Настоящий стандарт является первой частью стандарта под общим заголовком «Подшипники качения. Методы измерения вибрации», состоящего из следующих частей:

- Часть 1. Основные положения;
- Часть 2. Радиальные и радиально-упорные шариковые подшипники;
- Часть 3. Радиальные роликовые сферические и конические подшипники;
- Часть 4. Радиальные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами.

Все указанные части являются модифицированными по отношению к соответствующим частям международного стандарта ИСО 15242.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Подшипники качения

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Часть 1

Основные положения

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

Дата введения — 2007—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет методы измерения вибрации подшипников качения в установленных условиях измерений, методы калибровки и проверки точности применяемых для этого измерительных систем.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

ГОСТ Р ИСО 5725-6—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике

ГОСТ 520—2002 (ИСО 492—94, ИСО 199—97) Подшипники качения. Общие технические условия

ГОСТ 12090—80 Частоты для акустических измерений. Предпочтительные ряды

ГОСТ 16819—71 Приборы виброизмерительные. Термины и определения

ГОСТ 24346—80 Вибрация. Термины и определения

ГОСТ 24347—80 Вибрация. Обозначения и единицы величин

ГОСТ 24955—81 Подшипники качения. Термины и определения

ГОСТ 25347—82 Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт 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 Р ИСО 5725-1, ГОСТ 520, ГОСТ 16819, ГОСТ 24346, ГОСТ 24347, ГОСТ 24955, а также следующие термины с соответствующими определениями:

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

3.2 **жесткость** (stiffness): Отношение изменения усилия (или крутящего момента) к соответствующему изменению поступательного (или вращательного) смещения упругого элемента.

3.3 **вибрация** (vibration): Изменение во времени значения величины, описывающей движение или положение механической системы, если это значение попеременно меняется в бóльшую и мéньшую стороны от некоторого среднего или исходного значения.

3.4 **преобразователь** (transducer): Устройство, предназначенное для восприятия энергии от одной системы и передачи энергии к другой системе того же либо другого типа таким образом, что требуемые энергетические характеристики на входе проявляются на выходе.

3.5 **электромеханический датчик** (electromechanical pickup): Преобразователь, возбуждаемый энергией механической системы (сжатием, усилием, перемещением и т. д.) и передающий энергию к электрической системе или наоборот.

3.6 **виброперемещение (перемещение)** (displacement): Векторная величина, определяющая изменение положения тела или частицы по отношению к системе отсчета.

3.7 **виброскорость (скорость)** (velocity): Векторная величина, определяющая производную виброперемещения по времени.

3.8 **виброускорение (ускорение)** (acceleration): Векторная величина, определяющая производную виброскорости по времени.

3.9 **волновой фильтр (фильтр)** (wave filter): Устройство, предназначенное для разделения колебаний на основе их частоты и имеющее относительно малое затухание колебаний в одной или более полосах частот и относительно большое затухание колебаний на других частотах.

3.10 **полосовой фильтр** (band-pass filter): Фильтр, имеющий единственную полосу пропускания, простирающуюся от нижней граничной частоты, бóльшей 0, до верхней граничной частоты.

3.11 **полоса пропускания полосового фильтра (полоса пропускания)** (pass-band): Полоса частот между верхней и нижней граничными частотами.

3.12 **номинальные верхняя и нижняя граничные частоты полосового фильтра (верхняя и нижняя граничные частоты)** (nominal lower and upper cut-off frequencies) $f_в$ и $f_н$: Частоты выше и ниже частоты максимальной чувствительности фильтра, при которых чувствительность к синусоидальному сигналу на 3 дБ ниже максимальной чувствительности.

3.13 **среднеквадратическое значение виброскорости** (root-mean-square velocity; r.m.s. $v_{r.m.s.}(t)$) $v_{ск.з}(t)$, мкм/с, <за временнóй интервал T>: Корень квадратный из среднего значения квадратов значений виброскорости, взятых во временнóм интервале.

Примечание — Среднеквадратическое значение применимо также к виброперемещению и виброускорению.

3.14 **экспоненциальное среднеквадратическое значение виброскорости** (exponential mean effective e.m.e velocity $v_{e.m.e.}(t)$) $v_{э.ск.з}(t)$, мкм/с: Параметр для получения усредненной по времени виброскорости, подобный среднеквадратическому значению виброскорости, но учитывающий экспоненциальное затухание по времени значений величины.

Примечание — Экспоненциальное среднеквадратическое значение применимо также к виброперемещению и виброускорению.

3.15 **период** (period): Наименьшее приращение независимой переменной периодической величины, через которое функция повторяет саму себя.

3.16 **импульс вибрации** (peak) **P,** мкм/с: Кратковременная высокочастотная затухающая составляющая сигнала виброскорости.

Примечание — Следует отличать это понятие от понятия пикового значения виброскорости.

4 Основные принципы

4.1 Измерение вибрации подшипника

На рисунке 1 представлены основные этапы измерения вибрации подшипника и факторы, влияющие на измерение.

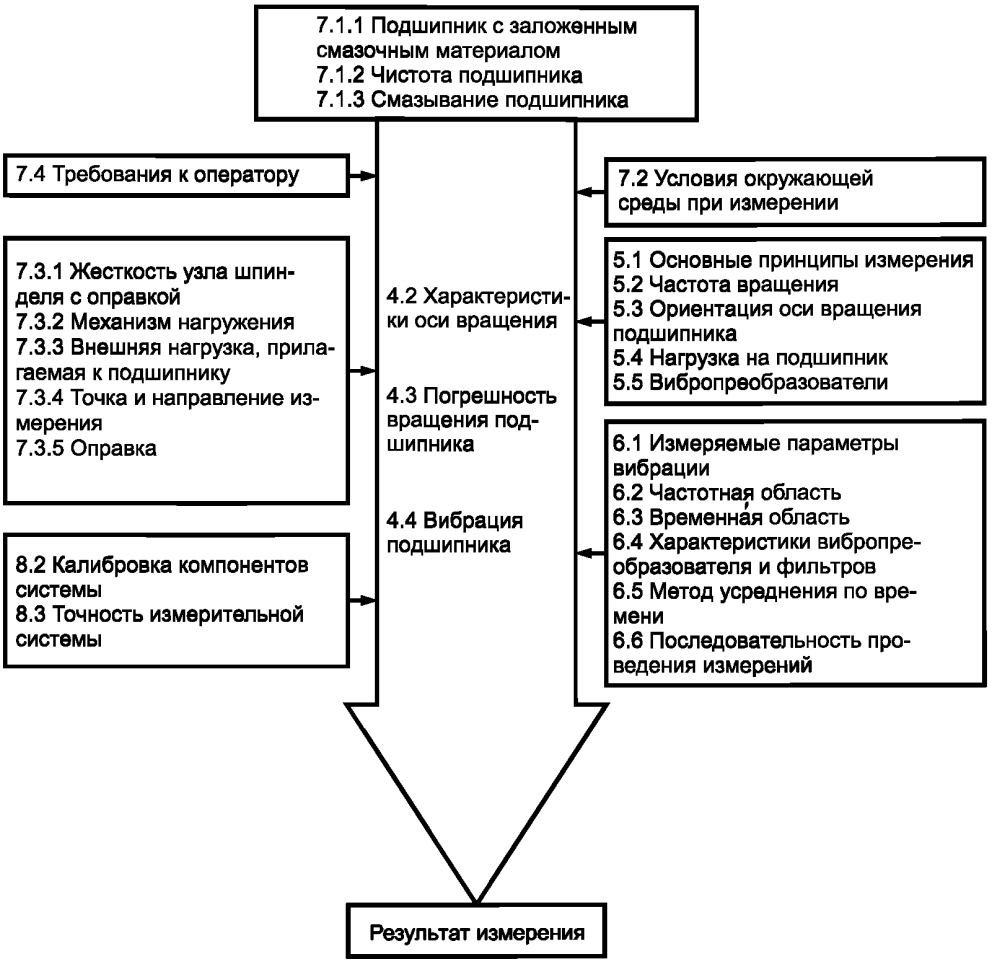
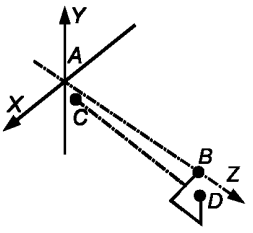


Рисунок 1 — Основные элементы измерения вибрации подшипника и факторы, влияющие на это измерение

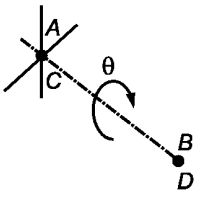
4.2 Характеристики оси вращения

4.2.1 Подшипник качения предназначен для обеспечения оси вращения одной детали машины относительно другой, при этом подшипник должен выдерживать радиальную и/или осевую нагрузки. Кроме того, сама ось вращения может производить перемещение еще в пяти основных степенях свободы. Все шесть степеней свободы показаны на рисунке 2 и приведены ниже:

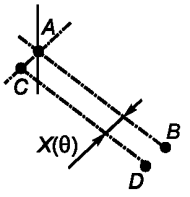
- общий случай положения оси вращения, обозначение осей, см. рисунок 2а;
- чистое вращение, см. рисунок 2б;
- радиальное смещение, т. е. смещение в одном или обоих ортогональных направлениях, проходящих через ось вращения, см. рисунки 2в, г;
- осевое смещение, т. е. смещение в направлении, параллельном оси вращения, см. рисунок 2д;
- угловое смещение, т. е. угловое смещение в одной или в двух ортогональных плоскостях, проходящих через ось вращения, см. рисунки 2е, ж.



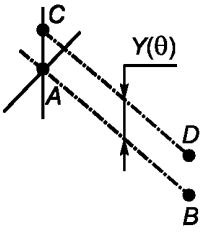
а — общий случай положения оси вращения, обозначение осей



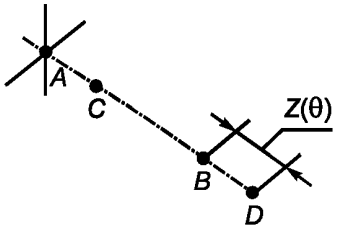
б — чистое вращение



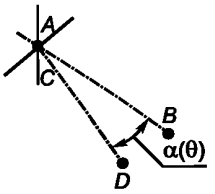
в — радиальное смещение в направлении оси X



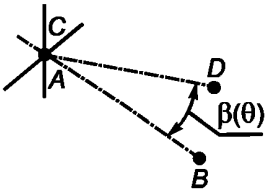
г — радиальное смещение в направлении оси Y



д — осевое смещение в направлении оси Z



е — угловое смещение в направлении оси X



ж — угловое смещение в направлении оси Y

AB = Z — базовая ось;

CD — ось вращения;

θ — угол поворота.

Рисунок 2 — Схематическое изображение степеней свободы при вращении

4.2.2 Вращающийся подшипник качения в лучшем случае не должен сопротивляться внешним усилиям, прилагаемым в направлении вращения, т. е. иметь нулевой момент трения. В зависимости от типа нагружения извне, которое по расчетам должен выдерживать подшипник, этот подшипник будет проявлять жесткость в нескольких или во всех пяти оставшихся степенях свободы. Например, самоустанавливающийся подшипник может выдерживать радиальную и осевую нагрузки, но не будет проявлять жесткость в двух угловых направлениях.

Другие подшипники могут быть предназначены для свободного осевого перемещения, обеспечивая при этом жесткость в радиальном и угловых направлениях.

4.3 Погрешность вращения подшипника

Смещение оси вращения вращающегося подшипника в любой из возможных пяти невращательных степенях свободы, в которых подшипник предназначен выдерживать нагрузку, называется погрешностью вращения. Это понятие включает в себя любые смещения, связанные с вращением подшипника, за исключением перемещений, вызванных тепловыми деформациями или изменениями нагрузки, прилагаемой извне. Погрешность вращения представлена в терминах смещения и характеризуется отклонением от идеальной оси вращения. Во вращающемся подшипнике качения погрешность вращения является следствием наличия дискретной структуры комплекта тел качения и геометрических дефектов

различных внутренних поверхностей подшипника, которые испытывают относительное перемещение при его вращении. Эти геометрические дефекты могут быть характеристиками (например, погрешностью формы обработанной поверхности), присущими деталям подшипника, или могут быть результатом деформации деталей подшипника во время сборки или установки.

4.4 Вибрация подшипника

Факторы, вызывающие погрешность вращения подшипника, будут также проявляться в динамике и вызывать вибрацию элементов подшипника.

Вибрация подшипника вызывается внутренними переменными силами, генерируемыми при вращении в контактах тел качения с дорожками качения с учетом инерции и демпфирования. Внутренние силы будут также создаваться переменными во времени деформациями деталей подшипника и несколькими типами случайных перемещений тел качения и сепараторов и периодическими смещениями сепараторов относительно тел качения или колец. Вибрация будет обусловлена не только формами колебаний элементов подшипника как твердых тел, но и изгибными формами колебаний. Вибрация генерируется погрешностями при определенных условиях, таких как частота вращения и прилагаемая нагрузка. Вибрация подшипника может влиять на работу механической системы и вызывать образование акустического шума системы, в которую вмонтирован этот подшипник.

5 Процесс измерения

5.1 Основные принципы измерения

Совокупность вибрационных процессов всей конструкции подшипника качения применительно к назначениям настоящего стандарта оценивают при размещении преобразователя (например, преобразователя виброперемещения, виброскорости или виброускорения) в определенной точке на одном из колец подшипника или на механической части измерительного стенда, который механически соединен с одним из колец подшипника. Линию действия преобразователя определяют по отношению к осям подшипника (например, в осевом или радиальном направлении). Подшипник вращают с фиксированной скоростью при указанных условиях нагружения и в течение заданного периода времени снимают сигнал преобразователя.

Накопленные таким образом данные анализируют для нахождения одного или более параметров, которые используют для характеристики вибрации.

По этим данным можно судить о качестве изготовления подшипника и его состоянии. Эти наблюдения выдают данные вибрации подшипника при выбранных условиях измерений, поэтому по этим результатам можно лишь частично делать выводы, касающиеся вибрации и шума при других условиях эксплуатации. Процесс измерения может быть представлен схематически, как показано на рисунке 1.

5.2 Частота вращения

5.2.1 Измерение вибрации подшипников должно происходить в динамике при неподвижном наружном кольце или при его принудительном проворачивании и при вращении внутреннего кольца с постоянной частотой, зависящей от размера и конструкции подшипника (см. стандарты на подшипники конкретных типов).

5.2.2 Во время проведения измерений действительная частота вращения не должна превышать номинальную частоту более чем на 1 % и быть ниже ее более чем на 2 %.

5.3 Ориентация оси вращения подшипника

Измерение вибрации подшипников допускается проводить при вертикальной или горизонтальной оси вращения. При горизонтальной оси вращения следует иметь в виду изменение ориентации силы тяжести относительно вращающегося комплекта тел качения. Это может привести к дополнительной вибрации, если наведенные контактные усилия на тела качения не окажутся значительно больше их собственной массы.

5.4 Нагрузка на подшипник

Для достижения определенных кинематических условий при измерении вибрации подшипники должны быть нагружены. Прилагаемые нагрузки должны быть достаточно высокими, чтобы предотвратить проскальзывание тел качения относительно дорожек качения внутреннего и наружного колец, но не столь высокими, чтобы вызывать деформацию, которая может повлиять на результаты.

5.5 Вибропреобразователи

5.5.1 Измеряемой величиной является радиальная или осевая составляющая вибрации наружного кольца подшипника. Вибропреобразователь преобразует механические колебания в электрический сигнал. Следует рассмотреть три основных типа вибропреобразователей, выдающих сигналы, номинально пропорциональные виброперемещению, виброскорости или виброускорению.

5.5.2 Существует различие между бесконтактными системами, в частности применяемыми для измерения виброперемещения, и датчиками, для которых необходим контакт с вибрирующим наружным кольцом подшипника. При применении датчиков контактного типа необходимо проявлять осторожность в том, чтобы он не оказывал влияние на вибрацию наружного кольца подшипника. С другой стороны, контакт должен быть достаточно жестким, чтобы отслеживать вибрацию в соответствующем диапазоне частот. Для достижения этого подвижные массы вибропреобразователя должны быть как можно меньше. Если вибрации передаются через наконечник преобразователя, касающийся наружного кольца подшипника, то следует принять во внимание присутствие контактного резонанса. Рассмотрение контактного резонанса приведено в приложении А.

5.5.3 Вибрация наружного кольца является суммой большого количества смещений различных амплитуд при различных частотах. Отдельные высокие амплитуды могут иметь место даже при высоких частотах (особенно для поврежденных подшипников), но в основном амплитуды уменьшаются с увеличением частоты и снижаются до величин нанометрового диапазона при нескольких килогерцах. Системам, измеряющим виброперемещение, необходимо иметь очень широкий динамический диапазон, что усложняет выдачу надежных результатов в диапазоне высоких частот. У вибропреобразователей ускорения, которые тоже должны иметь широкий динамический диапазон, этот диапазон достаточно легко достижим. Недостатком вибропреобразователей ускорения является сравнительно большая подвижная масса при измерении малогабаритных подшипников. Вибропреобразователь скорости имеет малую подвижную массу и измеряет относительно неподвижных координат. Он может иметь меньший динамический диапазон по сравнению с вибропреобразователями виброперемещения и виброускорения. В случае необходимости первичный сигнал должен быть преобразован электронным способом для получения сигнала, пропорционального другому параметру вибрации. *Соотношения между динамическими диапазонами для вибропреобразователей виброперемещения, виброскорости и виброускорения приведены в приложении Б.*

6 Методы измерения и оценки

6.1 Измеряемые параметры вибрации

6.1.1 Измеряемым параметром вибрации, по умолчанию, является среднеквадратическое значение виброскорости.

6.1.2 Измеряемыми параметрами вибрации могут быть среднеквадратическое значение виброускорения и другие параметры вибрации.

Примечание — Параметры вибрации допускается измерять и выражать в логарифмических уровнях величин (дБ), обязательно указывая исходное значение величины.

6.2 Частотная область

6.2.1 Параметры вибрации измеряют в одной или более полосах частот от 20 до 10000 Гц. Для различных типов подшипников устанавливают конкретные частотные диапазоны.

Примечание — Например, при измерении вибрации шариковых радиальных и радиально-упорных подшипников определенного размерного диапазона для полос низких, средних и высоких частот устанавливают следующие пределы: от 50 до 300 Гц, от 300 до 1800 Гц и от 1800 до 10000 Гц — соответственно.

6.2.2 Как альтернативный или дополнительный вариант применяют октавный, третьоктавный или узкополосный спектральный анализ вибрации в указанном частотном диапазоне или его части. Среднегеометрические частоты октавных и третьоктавных фильтров выбирают в соответствии с ГОСТ 12090.

6.3 Временна́я область

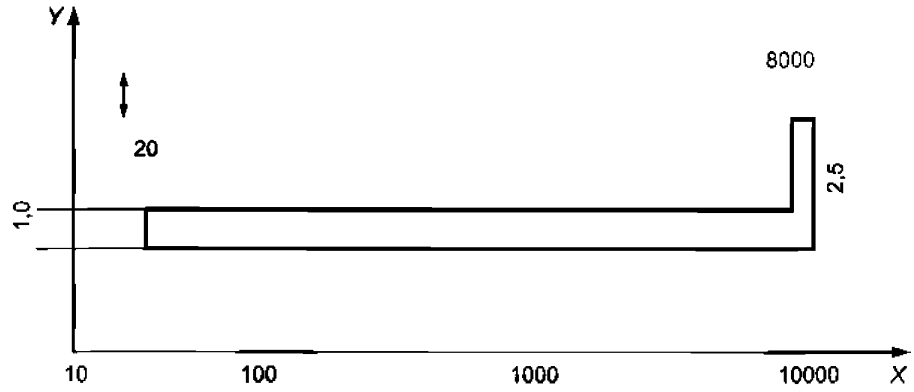
Измерение параметров импульсов (всплесков) в сигнале виброскорости во временно́й области, появляющихся вследствие дефектов поверхности и/или загрязнения измеряемого подшипника, может рассматриваться как дополнительный вариант оценки вибрации. Существуют различные методы оценки импульсов в зависимости от типа и способа применения подшипника.

6.4 Характеристики вибропреобразователя и фильтров

6.4.1 Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) электромеханического преобразователя должна быть в пределах, определенных на рисунке 3.

Требования к амплитудно-частотной характеристике преобразователя, представленные на рисунке 3, должны включать корректировку выходного сигнала усилителем.

6.4.2 Максимальное отклонение от линейности должно быть меньше 10 % для амплитуд вибрации виброскорости от 10 до *10000* мкм/с СКЗ.



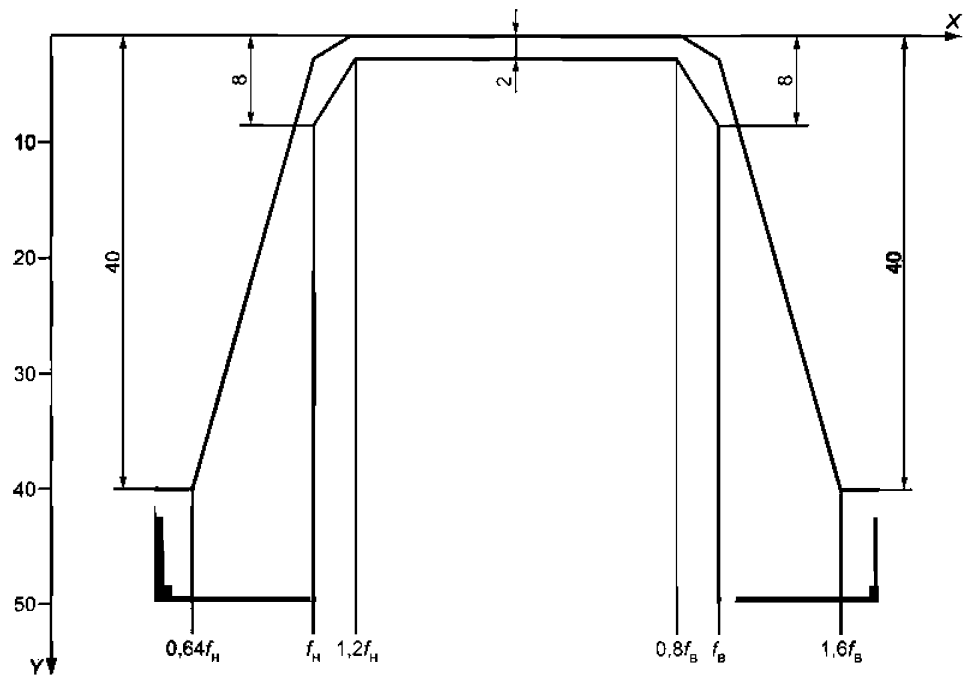
X — частота, Гц;

Y — выходной сигнал/виброскорость, дБ

Рисунок 3 — Поле допуска АЧХ вибропреобразователя

6.4.3 Чувствительность преобразователя, согласованная с электронным блоком, должна быть ±5 %. Чувствительность должна быть в этих пределах для всего рабочего диапазона статического осевого смещения вибропреобразователя, указанного в технических условиях. В случае различия чувствительности между отдельными преобразователями необходимо предусмотреть соответствующую компенсацию в электронном блоке.

6.4.4 Характеристики фильтра электронного блока должны располагаться в пределах, указанных на рисунке 4 (заштрихованная область). Затухание полосы пропускания на всех частотах ниже 64 % нижней граничной частоты $f_н$ и на всех частотах выше 160 % верхней граничной частоты $f_в$ должно составлять не менее 40 дБ.



X — частота, Гц;

Y — затухание, дБ;

$f_н$ — номинальная нижняя граничная частота;

$f_в$ — номинальная верхняя граничная частота

Рисунок 4 — Поле допуска АЧХ полосовых фильтров

6.5 Метод усреднения по времени

6.5.1 Измерение сигнала виброскорости в каждой полосе частот должно быть представлено усредненным по времени показанием за период не менее 0,5 с от момента стабилизации параметров вибрации, характеризующейся только отдельными случайными отклонениями от среднего значения.

Выбор конкретного способа усреднения по времени должен достигаться путем договоренности между изготовителем и потребителем. Двумя типичными способами являются среднеквадратическое и экспоненциальное среднеквадратическое значения (см.3.13, 3.14).

6.5.2 Среднеквадратическое значение $v_{ск.з}(t)$, мкм/с, вычисляют по формуле

$$v_{ск.з}(t) = \sqrt{(1/T)\int_{t-T}^{t} v^2(t')dt'}, \quad (1)$$

где T — время выборки усредняемого сигнала, которое должно быть больше периода любой из главных частотных составляющих этого сигнала. Обычно $v_{ск.з}(t)$ берется за время $t = T$;

$v(t')$ — виброскорость как функция времени.

6.5.3 Экспоненциальное среднеквадратическое значение $v_{э.ск.з}(t)$, мкм/с, вычисляют по формуле

$$v_{э.ск.з}(t) = \sqrt{(1/\tau)\int_{0}^{t} v^2(t')e^{-(t-t')/\tau}dt'}, \quad (2)$$

где τ — время релаксации, которое должно быть больше периода любой из главных частотных составляющих сигнала;

$v_{э.ск.з}(t)$ следует брать за время t, значительно большее τ;

$v(t')$ — виброскорость как функция времени.

6.5.4 Стабилизация показаний должна быть достигнута в течение не более 5 мин от начала измерений. Если невозможно достичь стабилизации в течение 5 мин, изготовитель и потребитель должны принять согласованное решение о продолжительности измерений.

6.6 Последовательность проведения измерений

6.6.1 Измерения следует проводить в требуемом числе положений подшипника.

6.6.2 При приемке подшипника наибольшее значение, из полученных при разных положениях, должно находиться в установленных или взаимно одобренных изготовителем и потребителем пределах для каждого оцениваемого параметра вибрации.

7 Условия измерений

7.1 Требования к измеряемому подшипнику

7.1.1 Подшипники с заложенным смазочным материалом

7.1.1.1 Подшипники с заложенным смазочным материалом (пластичным, жидким или твердым), включая типы подшипников с защитными шайбами и уплотнениями, измеряют в состоянии поставки.

7.1.1.2 Нижеприведенные процедуры (см. 7.1.2 и 7.1.3) не применяют к подшипникам с заложенным смазочным материалом.

7.1.2 Чистота подшипника

Поскольку загрязнение влияет на вибрацию подшипника, подшипники должны быть полностью очищены с применением мер предосторожности так, чтобы не внести загрязнение и не создать дополнительных источников вибрации.

Примечание — Некоторые защитные покрытия могут соответствовать требованиям смазочного материала при проведении измерений вибрации (см. 7.1.3). В таком случае нет необходимости удалять эти покрытия.

7.1.3 Смазывание подшипника

7.1.3.1 Перед измерением подшипник необходимо смазать, используя указанное количество масла, без присадок, с низкой вязкостью в зависимости от типа и размера подшипника.

7.1.3.2 Процедура смазывания должна включать обкатку (приработку) в целях достижения равномерного распределения смазочного материала в подшипнике.

7.2 Условия окружающей среды при измерении

Подшипники следует измерять в окружающей среде, не оказывающей влияние на вибрацию подшипника, при следующих условиях:

температура окружающего воздуха ..... от 17 °С до 27 °С;

относительная влажность ..... от 45 % до 70 %;

атмосферное давление ..... от 84 до 106 кПа.

Примечание — Данное положение заменяет ссылку на международные стандарты ИСО.

7.3 Требования к устройству измерения

7.3.1 Жесткость узла шпинделя с оправкой

7.3.1.1 Конструкцией шпинделя с оправкой, применяемого для крепления и приведения во вращение внутреннего кольца подшипника, должно быть предусмотрено, чтобы, кроме передачи вращательного движения, он представлял бы жесткую базовую систему для оси внутреннего кольца.

7.3.1.2 Передача вибрации между узлом шпинделя с оправкой и внутренним кольцом подшипника в применяемом диапазоне частот должна быть незначительной по сравнению с вибрацией подшипника (в случае разногласий точные значения должны согласовываться между изготовителем и потребителем).

7.3.2 Механизм нагружения

7.3.2.1 Конструкцией системы нагружения, применяемой для приложения нагрузок к наружному кольцу подшипника, должна быть предусмотрена возможность свободного вибрирования кольца в радиальных, угловых, изгибных или осевых колебаниях в зависимости от типа подшипника.

7.3.3 Внешняя нагрузка, прилагаемая к подшипнику

В зависимости от типов подшипники измеряют под осевой, радиальной или комбинированной нагрузкой. Нагрузку устанавливают в зависимости от основных размеров подшипника.

7.3.4 Точка и направление измерения

Точку измерения располагают на наружном кольце подшипника. Направление измерения должно быть осевым или радиальным в зависимости от типов подшипников.

7.3.5 Оправка

Цилиндрическая поверхность оправки, на которой монтируют внутреннее кольцо подшипника, должна иметь наружный диаметр с полем допуска f5 в соответствии с *ГОСТ 25347* и минимальные геометрические погрешности. Это обеспечит скользящую посадку в отверстии подшипника.

7.4 Требования к оператору

Квалифицированный оператор должен гарантировать проведение измерения вибрации в соответствии с настоящим стандартом, а также в соответствии со стандартом на подшипники конкретного типа.

8 Калибровка и точность измерительной системы

8.1 Общие сведения

Чтобы гарантировать своевременность калибровки измерительной системы перед проведением измерений, следует проводить документированную процедуру калибровки.

8.2 Калибровка компонентов системы

8.2.1 Основными элементами системы измерения вибрации подшипника, требующими калибровки, являются:

- привод для вращения подшипника;
- узел нагружения для приложения нагрузки к подшипнику;
- преобразователь для преобразования вибрации подшипника в электрический сигнал;
- электронный блок (усилитель, фильтр, показывающее устройство и т. д.) для обработки сигнала.

8.2.2 Каждая часть измерительной системы должна поддерживаться в исходном рабочем состоянии ее рабочих характеристик и быть отрегулирована под обусловленные требования. Калибровка должна выполняться в соответствии с требованиями нормативных документов. Для каждой из частей измерительной системы существуют следующие основные элементы калибровки и подтверждения требуемых рабочих характеристик:

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

b) узел нагружения:
   1) нагрузка,
   2) выверка направления нагружения,
   3) положение точки приложения нагрузки;

c) преобразователь:
   1) чувствительность и линейность амплитудной характеристики,
   2) амплитудно-частотная характеристика,
   3) ориентация и расположение;
d) электронный узел (усилитель, фильтр и показывающее устройство):
   1) усиление и линейность,
   2) частотные характеристики,
   3) точность показания измерительного прибора или цифрового дисплея.

8.3 Точность измерительной системы

8.3.1 При проведении измерений подшипника одним и тем же методом, при одной и той же позиции подшипника, при том же положении наружного кольца и использовании одного и того же измерительного оборудования в пределах короткого промежутка времени повторяемость результатов измерения должна быть ± 10 % среднего значения измеряемых величин.

Примечание — Погрешности в системе измерения не включают отклонения, относящиеся к измеряемому подшипнику.

8.3.2 Для оценки правильности измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6 в качестве принятого опорного значения используют результаты измерений вибрации образцовых партий подшипников, полученные на образцовой приводной установке в аккредитованной лаборатории. Оценку правильности измерений осуществляют по нормативному документу, утвержденному в установленном порядке.

Приложение А
(справочное)

Рассмотрение контактного резонанса

А.1 Сила прижима

Если подвижная часть вибропреобразователя прижата к поверхности наружного кольца, то сила прижима должна быть выше *ma* (*m* — подвижная масса, *a* — пиковое значение ускорения) для предотвращения потери контакта с наружным кольцом подшипника.

А.2 Контактный резонанс

Контактный резонанс является следствием того, что контакт наконечника вибропреобразователя с поверхностью действует как пружина вследствие упругости материала, из которого изготовлены контактирующие элементы. В случае, если наконечник заканчивается шариком, ситуация еще сложнее, поскольку контакт действует как пружина с переменной жесткостью, увеличивающейся с увеличением нагрузки. Чем больше модули упругости E_1 и E_2 и чем больше радиус наконечника вибропреобразователя *r*, тем выше становится резонансная частота *f*. В таблице А.1 дано несколько примеров для полусферического наконечника вибропреобразователя (E_1 = 600 ГПа) в совокупности с другими подвижными массами вибропреобразователя, имеющими общую массу *m*, которая прижата к наружной поверхности наружного кольца подшипника (E_2 = 200 ГПа) со статическим усилием *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 Б
(справочное)

Соотношения динамических диапазонов

Б.1 На рисунке Б.1 представлен требуемый амплитудно-частотный диапазон виброскорости и соответствующие ему амплитудно-частотные диапазоны виброперемещения и виброускорения.

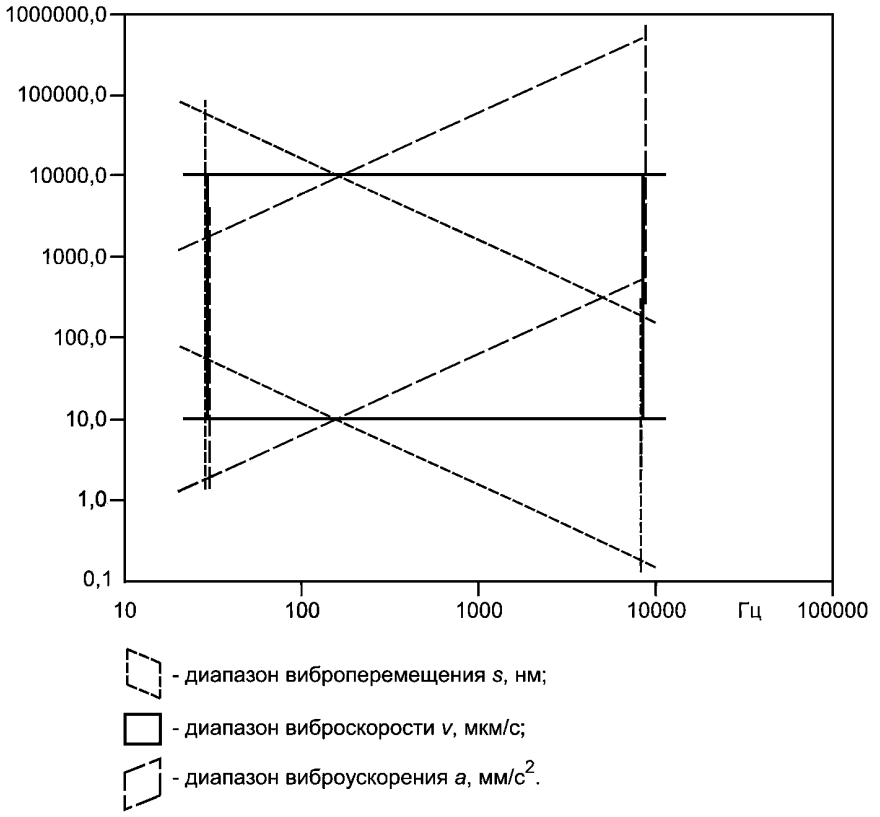


Рисунок Б.1

Приложение В
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам

Таблица В.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта и условное обозначение степени его соответствия ссылочному межгосударственному стандарту
ГОСТ 16819—71	ИСО 2041:1990 Вибрация и удар — Словарь (NEQ)
ГОСТ 24346—80	ИСО 2041:1990 Вибрация и удар — Словарь (NEQ)
ГОСТ 24347—80	ИСО 2041:1990 Вибрация и удар — Словарь (NEQ)
ГОСТ 24955—81	ИСО 5593:1997 Подшипники качения — Словарь (NEQ)
ГОСТ 25347—82	ИСО 286-2:1988 Допуски и посадки по системе ISO. Часть 2. Таблицы классов стандартных допусков и предельных отклонений на размеры отверстий и валов (NEQ)
Примечание — В настоящей таблице условное обозначение степени соответствия стандартов NEQ означает неэквивалентный стандарт.	

УДК 621.822.6:006.354 ОКС 21.100.20 Г16 ОКП 46 000

Ключевые слова: подшипники качения, вибрация, методы измерений

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 14.06.2006. Подписано в печать 20.07.2006. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,50. Тираж 266 экз. Зак. 485. С 3065.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru