

SKF®

Входной контроль подшипников качения

Коммерческие цели производственного предприятия

Товарная продукция



Производство



Оборудование



Подшипники



Для достижения коммерческого успеха предприятию
требуется качественные подшипники!

Точка зрения потребителя: качество это....



Википедия
Свободная энциклопедия

.... совокупность свойств продукции, обуславливающих её **пригодность удовлетворять определённые потребности** в соответствии с её назначением (ГОСТ 15467-79).

Применительно к подшипникам в производственном оборудовании с точки зрения потребителя «качеством» является:

- долговечность;
- надёжность (предсказуемость поведения);
- экономичность (КПД, необслуживаемость, удобство монтажа);
- низкая цена.

Точка зрения производителя: качество это....

.... степень соответствия совокупности присущих продукции свойств и характеристик заявленным требованиям (ГОСТ ISO 9001-2011).

Для подшипников SKF заявленные характеристики:

- геометрические параметры (размеры, форма, угол контакта, отклонения, биения);
- грузоподъёмность (статическая, динамическая, предельная по усталости);
- частота вращения (справочная, предельная);
- материал (кольца, тела качения, сепаратор, уплотнения, смазка);
- дополнительные (термообработка, твёрдость, способы и результаты контроля, шумность....)

НЕ заявляются производителем:

- долговечность
- надёжность
- вибрационные параметры (в общем случае)

Как получить качественные подшипники?

Два варианта:

1. Приобрести заведомо качественный товар, т.е. делегировать ответственность за качество поставщику / производителю
2. Приобрести товар негарантированного качества и самостоятельно оценить его качество, т.е. взять ответственность на себя



- Как убедиться, что приобретены действительно качественные подшипники ?
- Входной контроль!

Входной контроль: главные вопросы

Цель ?

Какую задачу решает клиент? Что он хочет получить в результате проведения процедуры входного контроля?

Контролируемые параметры?

Что измеряется? Что является критерием оценки «годен – не годен»?

Какими средствами проводится контроль?

Применяемые методы и оборудование? Квалификация персонала?

Что делать с результатами?

Если контроль пройден? **Если контроль НЕ пройден?**

Стенды входного контроля подшипников качения

Что говорят производители станков своим потенциальным покупателям:

«... Измерение вибрации является наилучшим методом комплексной оценки качества подшипников.....»

« ... Наши станки разработаны в точном соответствии с требованиями ГОСТ и ИСО и одобрены всеми отечественными и зарубежными производителями подшипников качения....»

« Применение наших станков позволяет экономить на закупе подшипников и не переплачивать «за бренд», наш станок окупается в кратчайшие сроки....»



Стенды входного контроля подшипников качения

Что неохотно признают производители стандов:

1.3 Учитывая огромное количество типов и типоразмеров подшипников, используемых в отечественной промышленности, а также большое количество производителей подшипников, не всегда имеется возможность проверить некоторые подшипники на данном стенде, даже если эти подшипники подходят по размерам внутреннего и наружного кольца заявленным в технических характеристиках на стенд.

из Инструкции по применению к стенду Протон-СПП-II компании «Балтех»

«... К сожалению, результаты вибрационных испытаний подшипников качения на стендах, предназначенных для вибрационного контроля подшипников, имеют лишь незначительную корреляцию с реальным состоянием испытываемых подшипников

.... Нужен ли входной контроль новых подшипников на предприятиях? Глубоко убежден, что при наличии ответственности подшипниковых заводов за свою продукцию – не нужен»

из выступления директора компании-производителя стандов на Форуме по вибродиагностике, виброналадке, центровке, балансировке промышленного оборудования, май 2010

Стенды входного контроля = успешный коммерческий продукт

Устройство стенда входного контроля

(на примере стенда для радиальных и радиально-упорных шарикоподшипников)

Регламентированы:

Датчик:

- принцип действия
- характеристики
- положение
- сила прижима

Измерительная система:

- принцип действия
- характеристики

Axial load via axial loading tool

Arbor

Нагрузочное устройство:

- величина нагрузки
- направление действия

Оправка с приводом :

- частота вращения
- точность
- собственные шумы

Также регламентированы:

- - смазывание
- - окружающие условия
- - время испытаний
- - квалификация оператора

Что измеряют на стендах входного контроля

Нормативные документы:

- **ГОСТ Р 52545 (части 1 - 4)** = что и как измерять
- **методика РД ВНИПП 038-08** = с чем сравнивать результаты измерений

Контролируемые параметры:

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 Временная область

Измерение параметров импульсов (всплесков) в сигнале виброскорости во временной 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.

Что измеряют на стендах входного контроля

ГОСТ Р 52545.2—2012

Три частотных диапазона (области) измерений:

Частота вращения, с ⁻¹ (об/мин)	Полоса частот					
	низких (L) ^{а)}		средних (M) ^{а)}		высоких (H) ^{а)}	
	Граничная частота, Гц					
	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя
От 29,4 (1764) до 30,3 (1818)	50	300	300	1800	1800	10000

^{а)} Для частоты вращения, отличной от номинальной 1800 об/мин, полосы частот должны быть скорректированы пропорционально частоте вращения. На практике частоты ниже **20** или выше 10000 Гц не должны применяться, за исключением тех случаев, когда это согласовано между изготовителем и потребителем.

Результаты в абсолютных или относительных единицах (дБ)

В.1 Перевод уровней виброскорости в абсолютные единицы осуществляется по формуле:

$$v = 0,05 \cdot 10^{(U/20)}, \quad v_0 = 0,05 \text{ мкм/с.} \quad (\text{Д.1})$$

где v – скорость в мкм/с;

U – уровень виброскорости в дБ.
или в соответствии с таблицей Д.1

$$U = 20 \cdot \lg(v/v_0)$$

Что делают с результатами измерений

методика РД ВНИПП 038-08

Сравнение с допустимыми уровнями

Таблица А.4 – Нормы уровней виброскорости подшипников радиальных и радиально-упорных шариковых однорядных и двухрядных серии диаметров 3 (6)

В децибелах

Вибрационный разряд	Полоса частот	Диаметр отверстия, мм																			
		10	12	15	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Ш	L	83	84	84	84	84	85	85	86	87	87	88	88	90	91	92	93	94	94	95	96
	M	80	81	82	82	83	83	84	84	84	84	86	89	89	89	91	91	91	91	92	93
	H	81	81	82	83	83	83	84	85	86	87	90	91	92	94	95	96	97	98	99	100
Ш1	L	80	81	81	81	81	82	82	83	84	84	85	85	87	88	89	90	91	91	92	93
	M	77	78	79	79	80	80	81	81	81	81	83	86	86	86	88	88	88	88	89	90
	H	78	78	79	80	80	80	81	82	83	84	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97
Ш2	L	77	78	78	78	78	79	79	80	81	81	82	82	84	85	86	87	88	88	89	90
	M	74	75	76	76	77	77	78	78	78	80	83	83	83	85	85	85	85	86	87	87
	H	75	75	76	77	77	77	78	79	80	81	84	85	86	88	89	90	91	92	93	94
Ш3	L	74	75	75	75	75	76	76	77	78	78	79	79	81	82	83	84	85	85	86	87
	M	71	72	73	73	74	74	75	75	75	75	77	80	80	80	82	82	82	82	83	84
	H	72	72	73	74	74	74	75	76	77	78	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91
Ш4	L	71	72	72	72	72	73	73	74	75	75	76	76	78	79	80	81	82	82	83	84
	M	68	69	70	70	71	71	72	72	72	74	77	77	79	79	79	79	79	80	81	81
	H	69	69	70	71	71	71	72	73	74	75	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88
Ш5	L	68	69	69	69	69	70	70	71	72	72	73	73	75	76	77	78	79	79	80	81
	M	65	66	67	67	68	68	69	69	69	69	71	74	74	74	76	76	76	76	77	78
	H	66	66	67	68	68	68	69	70	71	72	75	76	77	79	80	81	82	83	84	85
Ш6	L	65	66	66	66	66	67	67	68	69	69	70	70	72	73	74	75	76	76	77	78
	M	62	63	64	64	65	65	66	66	66	66	68	71	71	71	73	73	73	73	74	75
	H	63	63	64	65	65	65	66	67	68	69	72	73	74	76	77	78	79	80	81	82
Ш7	L	62	63	63	63	63	64	64	65	66	66	67	67	69	70	71	72	73	73	74	75
	M	59	60	61	61	62	62	63	63	63	63	65	68	68	68	70	70	70	70	71	72
	H	60	60	61	62	62	62	63	64	65	66	69	70	71	73	74	75	76	77	78	79
Ш8	L	59	60	60	60	60	61	61	62	63	63	64	64	66	67	68	69	70	70	71	72
	M	56	57	58	58	59	59	60	60	60	60	62	65	65	65	67	67	67	67	68	69
	H	57	57	58	59	59	59	60	61	62	63	66	67	68	70	71	72	73	74	75	76

Пример:

4-306 ШЗ (ГОСТ)

d = 30 мм

Вибрационный разряд ШЗ

Допустимые уровни вибрации, дБ, Л/М/Н
76 / 75 / 75

Ограничение возможностей стендов

НЕ контролируется на стендах:

- точность размеров, формы, величина радиального зазора
- материал
- твёрдость
- шероховатость
- смазка (для подшипников с уплотнениями)

Возможно ли обойтись неполным контролем?



Почему бракуются качественные подшипники?

Иногда качественные подшипники отбраковываются по результатам проверки на стенде.

Основные причины:

- Настройки стендов ориентированы на подшипники, изготовленные по ГОСТу, импортные типоразмерные «аналоги» часто имеют другую внутреннюю конструкцию (размеры и количество тел качения, углы контакта, сепаратор и т.д.).
- К обычным подшипникам предъявляются требования, применимые только к специальным (регламентированным по уровню шума и/или вибрации) подшипникам.
- Не соблюдаются предписанные ГОСТом условия испытаний по направлению приложенной силы, скорости, смазыванию, собственным шумам установки, обработке сигнала и т.д.

Почему бракуются качественные подшипники?

1. К подшипнику приложена недостаточная нагрузка

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.

ГОСТ Р 52545.1-2006

4.2.2 Допускается применение других значений осевых нагрузок и допусков по согласованию между изготовителем и потребителем. Например, в зависимости от конструкции подшипника и используемой смазки допускается использовать более высокую нагрузку для предотвращения проскальзывания между роликом и дорожкой качения или более низкую нагрузку для предотвращения возможного разрушения ролика и дорожки качения.

ГОСТ Р 52545.3-2011

Для подшипников SKF есть формулы расчёта минимальной нагрузки. Испытательная нагрузка на стенде обязательно должна её превышать!

Почему бракуются качественные подшипники?

2. К подшипнику предъявлены завышенные требования по вибрационному разряду и импульсу

4.5.1 Рекомендуемые нормы вибрации подшипников пятого класса точности и выше, но без индекса "Ш", совпадают с нормами вибрационного разряда "Ш1".

4.5.2 Рекомендуемые нормы вибрации подшипников классов точности от нормального до шестого включительно, но без индекса "Ш" совпадают с нормами вибрационного разряда "Ш".

Методика РД ВНИПП 038-08

Разряд Ш (макс.уровень шума)
Разряд Ш1
Разряд Ш2

.....
Разряд Ш5

.....
Разряд Ш9 (мин. уровень)

5.3 Измерение импульсов

Измерение значений импульсов или всплесков во временной области сигнала скорости, возникающих обычно из-за дефектов поверхности и/или загрязнения измеряемого подшипника, может рассматриваться как дополнительный вариант по соглашению между изготовителем и потребителем. Существуют различные методы оценки в зависимости от типа подшипника и вида его применения.

ГОСТ Р 52545.3-2011

Для подшипников SKF, не регламентированных по уровню вибрации («шуму»), применение требований соответствия разрядам строже Ш для подшипников нормальной точности и выше Ш1 для прецизионных некорректно !

Важное замечание

Нет ГОСТов, ИСО или иных регламентирующих документов, устанавливающих зависимость между уровнем вибрации **НОВЫХ** подшипников при испытаниях на стенде и их ресурсом!

Если под «качеством» подшипника клиент понимает его высокую надёжность и долговечность, то испытания на стенде входного контроля по параметрам вибрации **НЕ дают** однозначного ответа, насколько высоко качество тестируемого образца

Наша позиция

Входной контроль для подшипников SKF не требуется поскольку:

1. Вся продукция SKF производится при строжайшем контроле всех этапов, от исходного сырья до упаковки, что обеспечивает гарантированное качество.
2. Входной контроль вреден, поскольку нарушает упаковку, привносит грязь, фактически превращает новые подшипники в б/у и запускает отсчёт ресурса (начинает отсчёт гарантийного срока)
3. Испытания регламентированы российским ГОСТом для российской подшипниковой продукции и не могут напрямую распространяться на импортные подшипники в силу существенных конструктивных различий
4. Виброиспытания отдельных подшипников не имеют практического смысла, поскольку важнее вибрация машины в целом на рабочих режимах и именно это регламентируется стандартами
5. Если испытания всё же проводятся, то условия их проведения должны быть предварительно согласованы с производителем подшипников, в противном случае, их результаты будут недостоверны и несопоставимы.

Задачи дистрибьютора

1. Понимать идейные, технические и коммерческие аспекты «проблемы входного контроля», вести регулярную просветительскую работу с действующими и потенциальными клиентами
2. При подписании договоров поставок с клиентами избегать обязательств и обременений, связанных с результатами входного контроля продукции SKF, самостоятельно проводимого клиентом

Действия при получении от клиента претензии, основанной на результатах входного контроля подшипников на стенде :

3. Собрать полную и точную информацию о методике, условиях проведения и результатах испытаний (тип стенда, величина и направление нагрузки, скорость, смазывание, полное обозначение подшипника, протоколы испытаний, регламентирующие документы и т.д.)
4. Провести анализ информации и определить, насколько корректны и обоснованы предъявляемые претензии, подготовить предварительный ответ и направить его (вместе с первичной информацией) в ЗАО SKF для согласования.

F.A.Q.

1. Какая связь между надёжностью подшипника и его шумовыми характеристиками?

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

Основные понятия.

Термины и определения

Industrial product dependability.

General concepts

Terms and definitions

ГОСТ

27.002—89

Из приказа от 29.11.2012 № 1843-ст

«...2. Восстановить применение на территории Российской Федерации межгосударственного стандарта ГОСТ 27.002-89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения" в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 декабря 2012 года...»

Связь между надёжностью подшипника и его шумовыми характеристиками
НЕ регламентирована ГОСТом !

F.A.Q.

1. Какая связь между надёжностью подшипника и его шумовыми характеристиками?

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

1.1. **Надежность**
Reliability, dependability

Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Примечание – Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств

1.2. **Безотказность**
Reliability, failure-free

Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки

1.3. **Долговечность**
Durability, longevity

Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта

1.4. **Ремонтпригодность**
Maintainability

Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта

1.5. **Сохраняемость**
Storability

Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования

2.3. **Работоспособное состояние**
Работоспособность
Up state

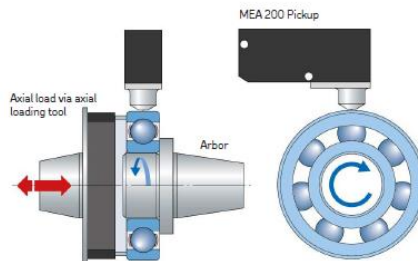
Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации

F.A.Q.

2. Есть ли у SKF собственные стенды для входного контроля подшипников качения? Что они измеряют? С чем сравнивать результаты измерений?

Noise and vibration tester

MVH 90E, MVH 200E
MVH 90EL, MVH 200EL



MVH 90E

F.A.Q.

3. Почему низкокачественные подшипники малоизвестных брендов зачастую легко проходят испытания на стенде входного контроля?

При вращении под нагрузкой подшипник порождает шум, измеряемый аппаратурой стенда. Уровень шума зависит от:

- не идеальности геометрии деталей подшипника, допускающей их относительную подвижность и микроудары друг о друга;
- степени демпфирования (поглощения энергии) перемещений и микроударов, определяемой упругостью и твёрдостью деталей.

Чем «мягче» подшипник, тем меньше он шумит.

F.A.Q.

4. Есть ли взаимосвязь между классом точности подшипника и измеренным на стенде уровнем шума?

ГОСТ 520-2011

7.25 Значения параметров вибрации подшипников, имеющих в условном обозначении символы вибрационных разрядов, должны быть не больше соответствующих данному разряду норм вибрации, установленных в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

методика РД ВНИПП 038-08

4.5.1 Рекомендуемые нормы вибрации подшипников пятого класса точности и выше, но без индекса "Ш", совпадают с нормами вибрационного разряда "Ш1".

4.5.2 Рекомендуемые нормы вибрации подшипников классов точности от нормального до шестого включительно, но без индекса "Ш", совпадают с нормами вибрационного разряда "Ш".

F.A.Q.

5. Методики ВНИПП разработаны, в первую очередь, для их собственных стендов. Насколько применимы эти методики для стендов других производителей?

Методология для претензии к поставщику подшипников.
Методология контроля вибрации подшипников, изложенная в МВИ ВНИПП. 002-04, содержит безусловные требования по частоте вращения подшипника, направлению и величине прилагаемых нагрузок. Пункт 5.2., указанной методики, содержит перечень рекомендуемого оборудования. Использование оборудования не обеспечивающего определенных требований по величине и спектру собственного вибрационного сигнала не позволяет корректно использовать нормы вибрации подшипников, изложенные в РД ВНИПП-038-08.

- службе входного контроля ООО [REDACTED] (да и любого другого Вашего клиента) следует понимать, что вибрационный сигнал, снимаемый с подшипника в процессе измерения вибрации – является суммой вибрационных сигналов самого подшипника, привода и вибрации приходящей из внешней среды. То есть не учитывая величины уровня вибрации самой приводной установки (величину «собственных помех») – корректно оценить уровень вибрации измеряемого подшипника невозможно.

Из письма главного инженера ВНИПП одному из пользователей стенда Протон СПП II

F.A.Q.

6. Все ли подшипники можно проверять по методике ВНИПП 038-08 ?

Настоящий руководящий документ (РД) устанавливает нормы вибрации подшипников качения. Настоящий РД распространяется на подшипники с цилиндрическим отверстием диаметром от 7 до 150 мм массой не более 20 кг, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 520, в том числе на подшипники с одной и двумя защитными шайбами и уплотнениями и комплекты подшипников, следующих типов:

- радиальные шариковые однорядные и двухрядные;
- радиально-упорные шариковые однорядные и двухрядные;
- радиальные цилиндрические роликовые однорядные и двухрядные;
- радиально-упорные конические роликовые однорядные;
- радиальные сферические роликовые двухрядные.

Вопросы ?



Thank You!