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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**ГОСТ 18854— 2024 (ISO 76:2006)**

# Подшипники качения

# СТАТИЧЕСКАЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ

**(ISO 76:2006, MOD)**

**Издание официальное**

**Москва**
**Российский институт стандартизации**
**2025**

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 и скольжения»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 марта 2024 г. № 171-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 |
|---|---|---|
| Азербайджан | AZ | Азстандарт |
| Армения | AM | ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения |
| Беларусь | BY | Госстандарт Республики Беларусь |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |
| Узбекистан | UZ | Узбекское агентство по техническому регулированию |

**(Поправка)**

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 апреля 2024 г. № 491-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 18854—2024 (ISO 76:2006) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2024 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 76:2006 «Подшипники качения. Статическая грузоподъемность» («Rolling bearings — Static load ratings», MOD), включая изменение Amd.1:2017, путем включения фраз, слов, ссылок, которые выделены в тексте курсивом, путем включения показателей, их значений и/или внесения изменений по отношению к тексту применяемого международного стандарта, которые выделены полужирным курсивом, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5 (подразделы 4.2 и 4.3). При этом в него не включена ссылка на ISO/TR 10657:2021 «Пояснительные примечания к ISO 76», которую нецелесообразно применять в межгосударственном стандарте в связи с отсутствием возможности замены нормативной ссылки на международный стандарт в силу объективных причин.

Дополнительные положения выделены путем заключения их в рамки из тонких линий, а информация с объяснением причин включения этих положений приведена в виде примечания.

Изменения к указанному международному стандарту, принятые после его официальной публикации, внесены в текст настоящего стандарта, а информация об их учете приведена в дополнительном приложении ДА.

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

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта приведено в приложении ДВ

6 ВЗАМЕН ГОСТ 18854—2013

7 Некоторые элементы настоящего стандарта могут быть предметом патентных прав. Сведения о патентах могут быть доступны на gost.e-ecolog.ru

8 ИЗДАНИЕ (январь 2025 г.) с Поправкой (ИУС № 10 2024 г.)

*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, 2006
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024, 2025



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 Обозначения . . . . . 3
5 Шариковые радиальные и радиально-упорные подшипники . . . . . 4
6 Шариковые упорные и упорно-радиальные подшипники . . . . . 8
7 Роликовые радиальные и радиально-упорные подшипники . . . . . 8
8 Упорные и упорно-радиальные роликовые подшипники . . . . . 10
9 Статический коэффициент безопасности . . . . . 10
Приложение А (справочное) Различия при расчете статической грузоподъемности . . . . . 12
Приложение В (справочное) Расчет параметров Герца точечного контакта . . . . . 15
Приложение С (справочное) Графическое представление $f_0$ и $Y_0$ . . . . . 16
Приложение ДА (справочное) Информация об учете изменения, принятого после официальной публикации ISO 76:2006 . . . . . 18
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . . . 19
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта . . . . . 20
Библиография . . . . . 21

## Введение

При действии умеренных статических нагрузок на телах и дорожках качения подшипников появляются остаточные деформации, постепенно возрастающие с увеличением нагрузки.

Часто достаточно затруднительно установить, в какой мере деформации, появившиеся в подшипниках специального назначения, допустимы при испытаниях таких подшипников. Поэтому необходимы другие методы для обоснования правильности выбора подшипников.

Практика подтверждает, что общая остаточная деформация, равная 0,0001 диаметра тела качения в центре наиболее тяжело нагруженной зоны контакта тела качения и дорожки качения, допускается в большинстве случаев применения подшипников без последующего ухудшения их работы. Поэтому в качестве статической грузоподъемности принимают значение эквивалентной нагрузки, приблизительно эквивалентной такой деформации.

Испытания, проведенные в разных странах, показывают, что нагрузке, равной статической грузоподъемности, соответствуют расчетные значения контактных напряжений в центре наиболее тяжело нагруженной зоны контакта тела качения и дорожки качения подшипника, равные:

- 4600 МПа* для шариковых сферических подшипников;
- 4200 МПа для всех других типов шариковых подшипников;
- 4000 МПа для всех роликовых подшипников.

Формулы и коэффициенты для расчета статической грузоподъемности основаны на значениях контактных напряжений.

Допустимая эквивалентная статическая нагрузка может быть меньше, равна или больше статической грузоподъемности, в зависимости от требований к плавности хода и к моменту трения, а также от действительной геометрии поверхности контакта.

* 1 бар = 0,1 МПа = $10^5$ Па; 1 МПа = 1 Н/мм$^2$.

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**

# СТАТИЧЕСКАЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ

Rolling bearings. Static load rating

**Дата введения — 2024—09—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы расчета статической грузоподъемности и статической эквивалентной нагрузки подшипников качения, которые изготовлены из широко используемой высококачественной закаленной подшипниковой стали в условиях современного, налаженного производства, имеют обычную конструкцию и форму контактных поверхностей качения и соответствуют размерам, указанным в соответствующих стандартах.

Результаты расчета по настоящему стандарту не являются удовлетворительными для подшипников, в которых из-за условий применения и/или внутренней конструкции имеется значительное сокращение площадки контакта между телами качения и дорожками качения. Применение настоящего стандарта ограничено также в тех случаях, когда условия эксплуатации подшипников вызывают отклонения от обычного распределения нагрузки, например из-за несоосности, преднатяга или чрезмерного зазора, или в случае специальной обработки поверхности или использования покрытий. Если такие условия преобладают, потребитель должен обращаться к изготовителю подшипника за рекомендациями по определению эквивалентной статической нагрузки. Различия в подходе к определению статической грузоподъемности подшипников с углом контакта 45° приведены в приложении А.

Настоящий стандарт не распространяется на конструкции, в которых тела качения работают непосредственно по поверхности вала или корпуса, если только эта поверхность не является эквивалентной во всех отношениях поверхности подшипника, которую она заменяет.

В настоящем стандарте двухрядные радиальные подшипники и двойные упорные подшипники рассмотрены как симметричные. Кроме того, представлено руководство по применению статических коэффициентов безопасности, которые следует использовать в случаях тяжелого нагружения.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

*ГОСТ 24955 Подшипники качения. Термины и определения*

ГОСТ ISO 15241 Подшипники качения. Обозначение физических величин

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 24955*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **статическая нагрузка** (static load): Нагрузка, действующая на подшипник в тот момент, когда его кольца не вращаются относительно друг друга.

3.2 **статическая радиальная грузоподъемность** (basic static radial load rating): Статическая радиальная нагрузка, которая соответствует расчетным контактным напряжениям в центре наиболее тяжело нагруженной зоны контакта тела качения с дорожкой качения подшипника:

- 4600 МПа для шариковых сферических подшипников;
- 4200 МПа для всех других типов радиальных и радиально-упорных шариковых подшипников;
- 4000 МПа для всех радиальных и радиально-упорных роликовых подшипников.

Примечания

1 Для однорядных радиально-упорных подшипников радиальная грузоподъемность относится к радиальной составляющей нагрузки, вызывающей радиальное смещение подшипниковых колец относительно друг друга.

2 Возникающая при этих контактных напряжениях суммарная остаточная деформация тела качения и дорожки качения при воздействии статической нагрузки приблизительно равна 0,0001 диаметра тела качения.

3.3 **статическая осевая грузоподъемность** (basic static axial load rating): Статическая центральная осевая нагрузка, которая соответствует расчетным контактным напряжениям в центре наиболее тяжело нагруженного контакта тела качения с дорожкой качения подшипника:

- 4200 МПа для упорных и упорно-радиальных шариковых подшипников;
- 4000 МПа для всех упорных и упорно-радиальных роликовых подшипников.

Примечание — Возникающая при этих контактных напряжениях суммарная остаточная деформация тела качения и дорожки качения приблизительно равна 0,0001 диаметра тела качения.

3.4 **статическая эквивалентная радиальная нагрузка** (static equivalent radial load): Статическая радиальная нагрузка, которая должна вызывать такие же контактные напряжения в центре наиболее тяжело нагруженного контакта тела качения с дорожкой качения, как и в условиях действительного нагружения.

3.5 **статическая эквивалентная осевая нагрузка** (static equivalent axial load): Статическая центральная осевая нагрузка, которая должна вызывать такие же контактные напряжения в центре наиболее тяжело нагруженного контакта тела качения с дорожкой качения, как и в условиях действительного нагружения.

3.6 **статический коэффициент безопасности** (static safety factor): Отношение статической грузоподъемности к статической эквивалентной нагрузке, которое устанавливает запас прочности против возникновения недопустимой остаточной деформации тел и дорожек качения.

3.7 **диаметр ролика** (roller diameter): Принимаемый при расчетах грузоподъемности теоретический диаметр в радиальном сечении, проходящем через середину длины симметричного ролика.

Примечания

1 Для конического ролика соответствующий диаметр равен среднему значению диаметров воображаемых кромок большого и малого торцов ролика.

2 Для асимметричного выпуклого ролика соответствующий диаметр приблизительно равен диаметру в точке контакта выпуклого ролика с дорожкой качения кольца, не имеющего бортика, при нулевой нагрузке.

3.8 **эффективная длина ролика** (effective roller length): Принимаемая при расчетах грузоподъемности теоретическая максимальная длина контакта между роликом и той дорожкой качения, где этот контакт короче.

Примечание — За длину контакта обычно принимают либо расстояние между воображаемыми кромками ролика за вычетом номинальных фасок ролика, либо ширину дорожки качения за вычетом галтелей, в зависимости от того, что меньше.

3.9 **номинальный угол контакта** (nominal contact angle): Угол между плоскостью, перпендикулярной к оси подшипника (радиальной плоскостью) и номинальной линией действия силы, являющейся результирующей сил, передаваемых кольцом подшипника на тело качения.

Примечание — Для подшипников с асимметричными роликами номинальный угол контакта определяет контакт с дорожкой качения, не имеющей бортика.

3.10 **диаметр центровой окружности шариков** (pitch diameter of ball set): Диаметр окружности, проходящей через центры шариков одного ряда подшипника.

3.11 **диаметр центровой окружности роликов** (pitch diameter of roller set): Диаметр окружности, проходящей через середины роликов одного ряда подшипника.

Примечание — Серединой ролика является проекция середины образующей поверхности ролика на ось ролика.

3.12 **опорный торец** (backface): Торец кольца отдельного подшипника, предназначенный для восприятия осевой нагрузки.

3.13 **неопорный торец** (frontface): Торец кольца отдельного подшипника, не предназначенный для восприятия осевой нагрузки.

3.14 **схема установки тандем** (tandem arrangement): Схема установки двух или более подшипников качения, при которой они смонтированы рядом таким образом, что опорный торец наружного кольца одного подшипника примыкает к неопорному торцу наружного кольца следующего подшипника.

Примечание — При установке по схеме тандем конфигурация линий, проходящих через точки контакта шариков с дорожками качения, представляет собой очертания двух конусов, расположенных один за другим.

3.15 **схема установки О** (back-to-back arrangement): Схема установки двух подшипников качения, при которой они смонтированы рядом таким образом, что опорные торцы их наружных колец примыкают друг к другу.

Примечание — При установке по схеме О конфигурация линий, проходящих через точки контакта тел качения с дорожками качения, представляет собой очертания буквы «О».

3.16 **схема установки Х** (face-to-face arrangement): Схема установки двух подшипников, при которой они смонтированы рядом таким образом, что неопорные торцы их наружных колец примыкают друг к другу.

Примечание — При установке по схеме Х конфигурация линий, проходящих через точки контакта тел качения с дорожками качения, представляет собой очертания буквы «Х».

Примечание — Термины 3.12—3.16 приведены в *[1]*.

## 4 Обозначения

В настоящем стандарте применены обозначения по *ГОСТ ISO 15241*, а также следующие обозначения:

$C_{0a}$ — статическая осевая грузоподъемность, Н;

$C_{0r}$ — статическая радиальная грузоподъемность, Н;

$D_{pw}$ — диаметр центровой окружности шариков или роликов, мм;

$D_w$ — номинальный диаметр шарика, мм;

$D_{we}$ — диаметр ролика, применяемый при расчете грузоподъемности, мм;

$E(\kappa)$ — полный эллиптический интеграл второго рода;

$F_a$ — осевая нагрузка на подшипник (осевая составляющая фактической нагрузки на подшипник), Н;

$F_r$ — радиальная нагрузка на подшипник (радиальная составляющая фактической нагрузки на подшипник), Н;

$F(\rho)$ — относительная разность кривизны точечного контакта;

$f_0$ — коэффициент для расчета статической грузоподъемности;

$i$ — число рядов тел качения;

$K(\kappa)$ — полный эллиптический интеграл первого рода;

$L_{we}$ — эффективная длина ролика, применяемая при расчете грузоподъемности, мм;

$P_{0a}$ — статическая эквивалентная осевая нагрузка, Н;

$P_{0r}$ — статическая эквивалентная радиальная нагрузка, Н;

$r$ — радиус желоба дорожки качения, мм.

Примечание — Обозначение и его расшифровка добавлены в связи с использованием в тексте международного стандарта и настоящего стандарта;

$S_0$ — статический коэффициент безопасности;

$X_0$ — коэффициент статической радиальной нагрузки;

$Y_0$ — коэффициент статической осевой нагрузки;

$Z$ — число тел качения в однорядном подшипнике; число тел качения в одном ряду многорядного подшипника с их одинаковым числом в каждом ряду;

$\alpha$ — номинальный угол контакта, °;

$\gamma$ — вспомогательный параметр, $\gamma = D_w \cos\alpha / D_{pw}$;

$\kappa$ — отношение большой полуоси к малой полуоси эллипса контакта;

$\Sigma\rho_e$ — суммарная кривизна в контакте наружного кольца (свободного кольца);

$\Sigma\rho_i$ — суммарная кривизна в контакте внутреннего кольца (тугого кольца).

## 5 Шариковые радиальные и радиально-упорные подшипники

### 5.1 Статическая радиальная грузоподъемность

#### 5.1.1 Статическая радиальная грузоподъемность отдельного подшипника

Статическую радиальную грузоподъемность $C_{0r}$, Н, шариковых радиальных и радиально-упорных подшипников вычисляют по формуле

$$C_{0r} = f_0 i Z D_w^2 \cos\alpha, \tag{1}$$

где $f_0$ — *коэффициент для расчета статической грузоподъемности, равный* $\min\{f_{0,i}, f_{0,e}\}$, за исключением шариковых сферических подшипников, при этом

$$f_{0,i} = 2{,}39905 \cdot \kappa_i \cdot \left( \frac{E(\kappa_i)}{2 + \frac{\gamma}{1-\gamma} - \frac{D_w}{2 \cdot r_i}} \right)^2, \tag{2}$$

$$f_{0,e} = 2{,}39905 \cdot \kappa_e \cdot \left( \frac{E(\kappa_e)}{2 - \frac{\gamma}{1+\gamma} - \frac{D_w}{2 \cdot r_e}} \right)^2, \tag{3}$$

где индекс:

i — относится к внутреннему кольцу;

e — относится к наружному кольцу.

Вычисление параметров Герца, $\kappa$ и $E(\kappa)$, приведено в приложении В.

Для шариковых сферических подшипников коэффициент для расчета $f_0$ вычисляют по формуле

$$f_0 = 3{,}15184 \cdot \left[ \frac{\pi}{4} \cdot (1+\gamma) \right]^2. \tag{4}$$

В таблице 1 приведены ориентировочные значения для подшипников с радиусом желоба дорожки качения в поперечном сечении не более $0{,}52 D_w$ на внутренних кольцах шариковых радиальных и радиально-упорных подшипников и $0{,}53 D_w$ на наружных кольцах шариковых радиальных и

радиально-упорных подшипников и на внутренних кольцах шариковых сферических подшипников. Грузоподъемность подшипника не всегда увеличивается при применении меньшего радиуса желоба, но она уменьшается при применении радиуса большего, чем радиусы, указанные выше. В последнем случае значение $f_0$ должно быть рассчитано по методике, приведенной в данном разделе.

В приложении С приведено графическое представление значения $f_0$ в зависимости от внутренней геометрии подшипника. Результаты, полученные по приведенным формулам (2)—(4), являются предпочтительными по сравнению с данными, приведенными в таблице 1 и приложении С.

Таблица 1 — Значения $f_0$ для шариковых подшипников

| $\gamma$ | $f_0$ для шарикового подшипника | | |
|---|---|---|---|
| | радиального и радиально-упорного | сферического | упорного и упорно-радиального |
| 0,00 | 14,7 | 1,9 | 61,6 |
| 0,01 | 14,9 | 2,0 | 60,8 |
| 0,02 | 15,1 | 2,0 | 59,9 |
| 0,03 | 15,3 | 2,1 | 59,1 |
| 0,04 | 15,5 | 2,1 | 58,3 |
| 0,05 | 15,7 | 2,1 | 57,5 |
| 0,06 | 15,9 | 2,2 | 56,7 |
| 0,07 | 16,1 | 2,2 | 55,9 |
| 0,08 | 16,3 | 2,3 | 55,1 |
| 0,09 | 16,5 | 2,3 | 54,3 |
| 0,10 | 16,4 | 2,4 | 53,5 |
| 0,11 | 16,1 | 2,4 | 52,7 |
| 0,12 | 15,9 | 2,4 | 51,9 |
| 0,13 | 15,6 | 2,5 | 51,2 |
| 0,14 | 15,4 | 2,5 | 50,4 |
| 0,15 | 15,2 | 2,6 | 49,6 |
| 0,16 | 14,9 | 2,6 | 48,8 |
| 0,17 | 14,7 | 2,7 | 48,0 |
| 0,18 | 14,4 | 2,7 | 47,3 |
| 0,19 | 14,2 | 2,8 | 46,5 |
| 0,20 | 14,0 | 2,8 | 45,7 |
| 0,21 | 13,7 | 2,8 | 45,0 |
| 0,22 | 13,5 | 2,9 | 44,2 |
| 0,23 | 13,2 | 2,9 | 43,5 |
| 0,24 | 13,0 | 3,0 | 42,7 |
| 0,25 | 12,8 | 3,0 | 41,9 |
| 0,26 | 12,5 | 3,1 | 41,2 |
| 0,27 | 12,3 | 3,1 | 40,5 |
| 0,28 | 12,1 | 3,2 | 39,7 |

*Окончание таблицы 1*

| $\gamma$ | $f_0$ для шарикового подшипника | | |
|---|---|---|---|
| | радиального и радиально-упорного | сферического | упорного и упорно-радиального |
| 0,29 | 11,8 | 3,2 | 39,0 |
| 0,30 | 11,6 | 3,3 | 38,2 |
| 0,31 | 11,4 | 3,3 | 37,5 |
| 0,32 | 11,2 | 3,4 | 36,8 |
| 0,33 | 10,9 | 3,4 | 36,0 |
| 0,34 | 10,7 | 3,5 | 35,3 |
| 0,35 | 10,5 | 3,5 | 34,6 |
| 0,36 | 10,3 | 3,6 | — |
| 0,37 | 10,0 | 3,6 | — |
| 0,38 | 9,8 | 3,7 | — |
| 0,39 | 9,6 | 3,8 | — |
| 0,40 | 9,4 | 3,8 | — |

Примечание — Значения, указанные в данной таблице, рассчитаны на основе уравнения Герца для точечного контакта тел с модулем упругости $2{,}07 \cdot 10^5$ МПа и коэффициентом Пуассона, равным 0,3. Предполагается, что распределение нагрузки приводит к максимальной нагрузке на шарик, равной $5\,F_r/(Z\cos\alpha)$, в шариковых радиальных и радиально-упорных подшипниках и к максимальной нагрузке на шарик, равной $F_a/(Z\sin\alpha)$, в упорных и упорно-радиальных подшипниках. Значения $f_0$ для промежуточных значений $D_w\cos\alpha/D_{pw}$ получают линейным интерполированием.

**5.1.2 Статическая радиальная грузоподъемность комбинаций подшипников**

5.1.2.1 Два шариковых радиальных однорядных подшипника, работающих как единый узел

Статическая радиальная грузоподъемность двух одинаковых шариковых радиальных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный монтаж), равна удвоенной статической радиальной грузоподъемности одного однорядного подшипника.

5.1.2.2 Схемы установки О и Х шариковых радиально-упорных подшипников

Статическая радиальная грузоподъемность двух одинаковых шариковых радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный монтаж) по схемам установки О или Х, равна удвоенной статической радиальной грузоподъемности одного однорядного подшипника.

5.1.2.3 Схема установки тандем

Статическая радиальная грузоподъемность для двух или более одинаковых шариковых радиальных или радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный или комплектный монтаж) по схеме установки тандем, равна произведению статической радиальной грузоподъемности одного однорядного подшипника на число подшипников. Подшипники должны быть надлежащим образом изготовлены и смонтированы для обеспечения равномерного распределения нагрузки между ними.

**5.2 Статическая эквивалентная радиальная нагрузка**

**5.2.1 Статическая эквивалентная радиальная нагрузка отдельных подшипников**

Статическая эквивалентная радиальная нагрузка $P_{0r}$, Н, шариковых радиальных и радиально-упорных подшипников равна бóльшему из двух значений, вычисленных по формулам:

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a, \tag{5}$$

$$P_{0r} = F_r. \tag{6}$$

Значения коэффициентов *статической радиальной и статической осевой нагрузок* $X_0$ и $Y_0$ приведены в таблице 2. Эти коэффициенты применимы к подшипникам с радиусом желоба в поперечном сечении в соответствии с 5.1.1.

Значения *коэффициента статической осевой нагрузки* $Y_0$ для промежуточных углов контакта, не указанных в таблице 2, получают линейным интерполированием.

Таблица 2 — Значения коэффициентов $X_0$ и $Y_0$ для радиальных и радиально-упорных шариковых подшипников*

| Тип подшипника | | Для однорядного подшипника | | Для двухрядного подшипника | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $X_0$ | $Y_0$ | $X_0$ | $Y_0$ |
| Шариковый радиальный[a] | | 0,6 | 0,50 | 0,6 | 0,50 |
| Шариковый радиально-упорный с углом контакта $\alpha$, равным | 5° | 0,5 | 0,52 | 1,0 | 1,04 |
| | 10° | 0,5 | 0,50 | 1,0 | 1,00 |
| | ***12°*** | ***0,5*** | ***0,49*** | ***1,0*** | ***0,98*** |
| | 15° | 0,5 | 0,46 | 1,0 | 0,92 |
| | 20° | 0,5 | 0,42 | 1,0 | 0,84 |
| | 25° | 0,5 | 0,38 | 1,0 | 0,76 |
| | ***26°*** | ***0,5*** | ***0,37*** | ***1,0*** | ***0,74*** |
| | 30° | 0,5 | 0,33 | 1,0 | 0,66 |
| | 35° | 0,5 | 0,29 | 1,0 | 0,58 |
| | ***36°*** | ***0,5*** | ***0,29*** | ***1,0*** | ***0,58*** |
| | 40° | 0,5 | 0,26 | 1,0 | 0,52 |
| | 45° | 0,5 | 0,22 | 1,0 | 0,44 |
| Шариковый сферический с углом контакта $\alpha$, не равным 0° | | 0,5 | 0,22 ctg $\alpha$ | 1,0 | 0,44 ctg $\alpha$ |

[a] Допустимое максимальное значение $F_a/C_{0r}$ зависит от конструкции подшипника (внутреннего зазора и глубины желоба).

### 5.2.2 Статическая эквивалентная радиальная нагрузка комбинации подшипников

5.2.2.1 Два шариковых радиальных однорядных подшипника, работающих как единый узел

При расчете статической эквивалентной радиальной нагрузки двух одинаковых шариковых радиальных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный монтаж), следует использовать значения $X_0$ и $Y_0$ для двухрядного подшипника, а значения $F_r$ и $F_a$ — в качестве общих нагрузок на весь узел.

Примечание — Настоящий стандарт дополнен этим требованием, поскольку он распространяется на данную комбинацию подшипников (см. 5.1.2.1), но в ISO 76 данное требование отсутствует.

*5.2.2.2 Схемы установки О и Х шариковых радиально-упорных подшипников*

При расчете статической эквивалентной радиальной нагрузки двух одинаковых радиально-упорных шариковых однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный монтаж), по схеме установки О или Х, значения $X_0$ и $Y_0$ следует использовать для двухрядного подшипника, а значения $F_r$ и $F_a$ — в качестве общих нагрузок на весь узел.

*5.2.2.3 Схема установки тандем*

При расчете статической эквивалентной радиальной нагрузки для двух или более одинаковых шариковых радиальных или радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на

* Выделенные полужирным шрифтом строки таблицы введены в связи с тем, что в странах соглашения радиально-упорные шариковые подшипники изготавливают в основном с углами контакта 12°, 26° и 36°.

одном валу так, что они работают как единый узел (парный или комплектный монтаж) по схеме установки тандем, значения $X_0$ и $Y_0$ следует использовать для однорядного подшипника, а значения $F_r$ и $F_a$ — в качестве общих нагрузок на весь узел.

## 6 Шариковые упорные и упорно-радиальные подшипники

### 6.1 Статическая осевая грузоподъемность

Статическую осевую грузоподъемность $C_{0a}$, Н, для шариковых упорных и упорно-радиальных одинарных или двойных подшипников рассчитывают по формуле

$$C_{0a} = f_0 Z D_w^2 \sin\alpha, \tag{7}$$

где $f_0 = \min\{f_{0,i}, f_{0,e}\}$, при этом

$$f_{0,i} = 11{,}9952 \cdot \kappa_i \cdot \left( \frac{E(\kappa_i)}{2 + \frac{\gamma}{1-\gamma} - \frac{D_w}{2 \cdot r_i}} \right)^2, \tag{8}$$

$$f_{0,e} = 11{,}9952 \cdot \kappa_e \cdot \left( \frac{E(\kappa_e)}{2 - \frac{\gamma}{1+\gamma} - \frac{D_w}{2 \cdot r_e}} \right)^2, \tag{9}$$

где индекс:

i — относится к тугому кольцу;

e — относится к свободному кольцу.

Ориентировочные значения, приведенные в таблице 1, применимы к подшипникам с радиусом желоба дорожки качения в поперечном сечении не более $0{,}54D_w$. Грузоподъемность подшипника не всегда увеличивается при применении меньшего радиуса желоба, но она уменьшается при применении радиуса большего, чем радиус, указанный выше. В последнем случае значение $f_0$ должно быть рассчитано по методике, приведенной в данном разделе.

В приложении С приведено графическое представление значения $f_0$ в зависимости от внутренней геометрии подшипника. Результаты расчетов по приведенной методике являются предпочтительными по сравнению с данными, приведенными в таблице 1 и приложении С.

### 6.2 Статическая эквивалентная осевая нагрузка

Статическую эквивалентную осевую нагрузку $P_{0a}$, Н, шариковых упорно-радиальных подшипников вычисляют по формуле

$$P_{0a} = 2{,}3F_r \operatorname{tg}\alpha + F_a. \tag{10}$$

Данная формула действительна при всех соотношениях радиальной и осевой нагрузок в случае двойных подшипников. Для одинарных подшипников она действительна, когда $F_r/F_a \le 0{,}44 \operatorname{ctg}\alpha$ и дает вполне приемлемые, но менее строгие значения $P_{0a}$ для $F_r/F_a$ до $0{,}67 \operatorname{ctg}\alpha$ включительно.

Шариковые упорные подшипники могут воспринимать только осевые нагрузки. Статическую эквивалентную осевую нагрузку $P_{0a}$, Н, для данного типа подшипника вычисляют по формуле

$$P_{0a} = F_a. \tag{11}$$

## 7 Роликовые радиальные и радиально-упорные подшипники

### 7.1 Статическая радиальная грузоподъемность

#### 7.1.1 Статическая радиальная грузоподъемность отдельных подшипников

Статическую радиальную грузоподъемность $C_{0r}$, Н, роликовых радиальных и радиально-упорных подшипников вычисляют по формуле

$$C_{0r} = 44\left(1-\frac{D_{we}\cos\alpha}{D_{pw}}\right)iZL_{we}D_{we}\cos\alpha. \quad (12)$$

Примечание — Формула (12) основана на тех значениях модуля упругости, коэффициента Пуассона и распределении нагрузки по телам качения, которые даны в примечании к таблице 1.

**7.1.2 Статическая радиальная грузоподъемность комбинаций подшипников**

7.1.2.1 Схемы установки О и Х

Статическая радиальная грузоподъемность двух одинаковых роликовых радиальных или радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный монтаж) по схеме установки О или Х, равна удвоенной статической радиальной грузоподъемности одного однорядного подшипника.

7.1.2.2 Схема установки тандем

Статическая радиальная грузоподъемность для двух или более одинаковых роликовых радиальных или радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный или комплектный монтаж), по схеме установки тандем, равна произведению статической радиальной грузоподъемности одного однорядного подшипника на число подшипников. Подшипники должны быть изготовлены и смонтированы надлежащим образом для равномерного распределения нагрузки между ними.

**7.2 Статическая эквивалентная радиальная нагрузка**

**7.2.1 Статическая эквивалентная радиальная нагрузка отдельных подшипников**

Статическая эквивалентная радиальная нагрузка $P_{0r}$, Н, роликовых радиально-упорных подшипников равна большему из двух значений, вычисленных по формулам:

$$P_{0r} = X_0F_r + Y_0F_a, \quad (13)$$

$$P_{0r} = F_r. \quad (14)$$

Значения коэффициентов статической радиальной и статической осевой нагрузок $X_0$ и $Y_0$ приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Значения коэффициентов $X_0$ и $Y_0$ для радиально-упорных роликовых подшипников

| Тип подшипника | $X_0$ | $Y_0$ |
|---|---|---|
| Однорядный | 0,5 | 0,22 ctg α |
| Двухрядный | 1,0 | 0,44 ctg α |

Статическую эквивалентную радиальную нагрузку $P_{0r}$, Н, роликовых радиальных подшипников, воспринимающих только радиальную нагрузку, вычисляют по формуле

$$P_{0r} = F_r. \quad (15)$$

Способность роликовых радиальных подшипников воспринимать осевые нагрузки в значительной степени зависит от конструктивного исполнения подшипника. Поэтому потребитель должен проконсультироваться с изготовителем для получения рекомендации относительно оценки эквивалентной нагрузки в тех случаях, когда радиальные подшипники подвергают осевой нагрузке.

**7.2.2 Статическая эквивалентная радиальная нагрузка комбинаций подшипников**

7.2.2.1 Схемы установки О и Х роликовых радиально-упорных подшипников

При расчете статической эквивалентной радиальной нагрузки для двух одинаковых роликовых радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный монтаж) по схеме установки О или Х, значения $X_0$ и $Y_0$ следует использовать для двухрядного подшипника, а значения $F_r$ и $F_a$ — в качестве общих нагрузок на весь узел.

7.2.2.2 Схема установки тандем

При расчете статической эквивалентной радиальной нагрузки для двух или более одинаковых роликовых радиально-упорных однорядных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный или комплектный монтаж) по схеме установки тандем, значения

$X_0$ и $Y_0$ следует использовать для однорядных подшипников, а значения $F_r$ и $F_a$ — в качестве общих нагрузок на весь узел.

## 8 Упорные и упорно-радиальные роликовые подшипники

### 8.1 Статическая осевая грузоподъемность

#### 8.1.1 Статическая осевая грузоподъемность одинарных и двойных подшипников

Статическую осевую грузоподъемность $C_{0a}$, Н, упорных и упорно-радиальных роликовых одинарных и двойных подшипников вычисляют по формуле

$$C_{0a} = 220\left(1 - \frac{D_{we}\cos\alpha}{D_{pw}}\right) Z L_{we} D_{we} \sin\alpha, \tag{16}$$

где $Z$ — число роликов, воспринимающих нагрузку в одном направлении.

В тех случаях, когда ролики имеют различную длину, в качестве $ZL_{we}$ принимают сумму длин всех роликов, воспринимающих нагрузку в одном направлении, где длина каждого ролика определена по 3.8.

Примечание — Формула (16) основана на тех значениях модуля упругости, коэффициента Пуассона и на распределении нагрузки по телам качения, которые даны в примечании к таблице 1.

#### 8.1.2 Статическая осевая грузоподъемность подшипников по схеме установки тандем

Статическая осевая грузоподъемность для двух или более одинаковых роликовых упорных и упорно-радиальных одинарных подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный или комплектный монтаж) по схеме установки тандем, равна произведению статической осевой грузоподъемности одного одинарного подшипника на число подшипников. Подшипники должны быть изготовлены и смонтированы надлежащим образом для равномерного распределения нагрузки между ними.

### 8.2 Статическая эквивалентная осевая нагрузка

#### 8.2.1 Статическая эквивалентная осевая нагрузка для одинарных и двойных подшипников

Статическую эквивалентную осевую нагрузку $P_{0a}$, Н, для роликовых упорно-радиальных подшипников вычисляют по формуле

$$P_{0a} = 2{,}3F_r \operatorname{tg}\alpha + F_a. \tag{17}$$

Формула (17) действительна при всех соотношениях радиальной и осевой нагрузок в случае двойных подшипников. Для одинарных подшипников она действительна, когда $F_r/F_a \geq 0{,}44 \operatorname{ctg}\alpha$ и дает вполне приемлемые, но менее строгие значения $P_{0a}$ для $F_r/F_a$ до $0{,}67\operatorname{ctg}\alpha$ включительно.

Упорные роликовые подшипники могут воспринимать только осевые нагрузки. Статическую эквивалентную осевую нагрузку для данного типа подшипника вычисляют по формуле

$$P_{0a} = F_a. \tag{18}$$

#### 8.2.2 Статическая эквивалентная осевая нагрузка подшипников по схеме установки тандем

При расчете статической эквивалентной осевой нагрузки не менее чем двух одинаковых упорно-радиальных роликовых подшипников, установленных рядом на одном валу так, что они работают как единый узел (парный или комплектный монтаж) по схеме установки тандем, в формуле (17) значения $F_r$ и $F_a$ следует использовать в качестве общих нагрузок на весь узел.

## 9 Статический коэффициент безопасности

### 9.1 Общие требования

Для подшипника, предполагаемого к использованию в условиях тяжелого нагружения, необходимо подтверждение достаточности значений статической грузоподъемности. Это можно определить с помощью статического коэффициента безопасности $S_0$, вычисляемого по формулам:

$$S_0 = \frac{C_{0r}}{P_{0r}}, \tag{19}$$

$$S_0 = \frac{C_{0a}}{P_{0a}}. \tag{20}$$

Формула (19) применима к радиальным и радиально-упорным подшипникам, а формула (20) — к упорным и упорно-радиальным подшипникам.

Для динамически нагруженного подшипника, когда его выбор сделан на основании требуемого ресурса, целесообразно также проверить, что статическая грузоподъемность достаточна для выполнения эксплуатационных требований.

Нормативные значения $S_0$, указанные в 9.2 и 9.3 для различных режимов работы и эксплуатационных требований, касающихся плавного и свободного от вибрации хода, применимы к вращающимся подшипникам и основаны на опыте работы.

При определенных условиях эксплуатации за указаниями по надлежащим значениям $S_0$ следует обратиться к изготовителю подшипника.

### 9.2 Шариковые подшипники

Значения статического коэффициента безопасности $S_0$ для шариковых подшипников указаны в таблице 4.

Таблица 4 — Значения статического коэффициента безопасности $S_0$ для шариковых подшипников

| Режим работы | $S_0$, не менее |
|---|---|
| Спокойный режим работы: плавный ход, отсутствие вибрации, высокая точность вращения | 2,0 |
| Обычный режим работы: плавный ход, отсутствие вибрации, нормальная точность вращения | 1,0 |
| Применение при воздействии ударных нагрузок: четко выраженные ударные нагрузки[a] | 1,5 |
| [a] Если амплитуда нагрузки неизвестна, для $S_0$ следует использовать значение, по меньшей мере равное 1,5. Точное знание амплитуды ударных нагрузок позволяет применить меньшие значения $S_0$. | |

### 9.3 Роликовые подшипники

Значения статического коэффициента безопасности $S_0$ для роликовых подшипников указаны в таблице 5.

Таблица 5 — Значения статического коэффициента безопасности $S_0$ для роликовых подшипников

| Режим работы | $S_0$, не менее |
|---|---|
| Спокойный режим работы: плавный ход, отсутствие вибрации, высокая точность вращения | 3,0 |
| Обычный режим работы: плавный ход, отсутствие вибрации, нормальная точность вращения | 1,5 |
| Применения при воздействии ударных нагрузок: четко выраженные ударные нагрузки[a] | 3,0 |
| Для роликовых упорно-радиальных сферических подшипников рекомендуется минимальное значение $S_0$, равное 4, при всех режимах работы.<br>Для подшипников роликовых игольчатых с одним наружным штампованным кольцом, подвергнутым химико-термической обработке, рекомендуется минимальное значение $S_0$, равное 3, при всех режимах работы. | |
| [a] Если амплитуда нагрузки неизвестна, для $S_0$ следует использовать значение, по меньшей мере равное 3. Точное знание амплитуды ударных нагрузок позволяет применить меньшие значения $S_0$. | |

## Приложение А
## (справочное)

## Различия при расчете статической грузоподъемности

### А.1 Общие положения

Параметры, которые согласно настоящему стандарту используют при расчете статических грузоподъемностей $C_{0r}$ для радиально-упорных и $C_{0a}$ — для упорно-радиальных шариковых подшипников, несколько отличаются.

Поэтому при расчете статической осевой грузоподъемности $C_{0a}$ наблюдается резкое отличие, когда подшипник с углом контакта $\alpha = 45°$ сначала рассматривают как радиально-упорный подшипник ($C_{0a} = C_{0r}/Y_0$), а затем как упорно-радиальный подшипник.

В данном приложении представлено разъяснение причин различия параметров грузоподъемности и приведен способ перерасчета грузоподъемности, чтобы осуществить правильное сравнение при одинаковых условиях.

### А.2 Обозначения

Обозначения (см. раздел 4), а также следующие дополнительные обозначения:

$C_{0aa}$ — скорректированная статическая осевая грузоподъемность упорно-радиального подшипника (с углом контакта $\alpha > 45°$), Н;

$C_{0ar}$ — скорректированная статическая осевая грузоподъемность радиально-упорного подшипника (с углом контакта $\alpha \le 45°$), Н;

$r_e$ — радиус желоба дорожки качения наружного кольца в поперечном сечении, мм;

$r_i$ — радиус желоба дорожки качения внутреннего кольца в поперечном сечении, мм.

### А.3 Различие параметров при расчете статической грузоподъемности шариковых радиально-упорных и упорно-радиальных подшипников

#### А.3.1 Шариковые радиально-упорные подшипники

При расчете $C_{0r}$ соотношение размеров шарика и дорожек качения (развал дорожек качения) в соответствии с 5.1.1: $r_i/D_w \le 0{,}52$ и $r_e/D_w \le 0{,}53$.

#### А.3.2 Упорно-радиальные шариковые подшипники

При расчете $C_{0a}$ соотношение размеров шарика и дорожек качения (развал дорожек качения) — в соответствии с 6.1: $r_i/D_w \le 0{,}54$ и $r_e/D_w \le 0{,}54$.

### А.4 Сравнение скорректированных статических осевых грузоподъемностей $C_{0ar}$ и $C_{0aa}$ радиально-упорных и упорно-радиальных шариковых подшипников

#### А.4.1 Общие положения

Для некоторых применений шариковые радиально-упорные подшипники с углом контакта $\alpha$ не более 45° и упорно-радиальные шариковые подшипники с углом контакта $\alpha$ более 45° изготавливают с одним и тем же развалом дорожек качения, в связи с чем в некоторых случаях возникает необходимость рассчитать и сравнить их фактические осевые грузоподъемности.

Статические грузоподъемности $C_{0r}$ и $C_{0a}$ можно рассчитать, используя настоящий стандарт, или использовать значения, приведенные в каталоге изготовителей подшипников, если этот источник доступен.

Однако, как описано в А.3, $C_{0r}$ и $C_{0a}$ рассчитывают при разных развалах для радиально-упорных и упорно-радиальных подшипников. При необходимости провести правильный расчет и сравнение $C_{0r}$ и $C_{0a}$ следует пересчитать в скорректированные статические осевые грузоподъемности $C_{0ar}$ и $C_{0aa}$, основанные на одинаковых развалах дорожек качения.

Перерасчет можно сделать с помощью формул (А.1)—(А.4) для двух разных развалов: развала, характерного для радиально-упорного подшипника, и развала, характерного для упорно-радиального подшипника (см. А.3.1 и А.3.2).

Сравнение грузоподъемностей преимущественно следует рассмотреть в отношении подшипников, предназначенных для работы в условиях преобладающих осевых нагрузок, и поэтому в настоящем приложении приведено сравнение статических осевых грузоподъемностей.

Угол контакта $\alpha$ предполагается постоянным, не зависящим от осевой нагрузки, что означает снижение точности расчета для подшипников с малыми углами контакта, подвергаемых тяжелым нагрузкам.

#### А.4.2 Шариковые подшипники с развалами дорожек качения радиально-упорного подшипника

Для шариковых подшипников с развалами дорожек качения радиально-упорного подшипника ($r_i/D_w \le 0{,}52$ и $r_e/D_w \le 0{,}53$) скорректированные статические осевые грузоподъемности $C_{0ar}$, Н, и $C_{0aa}$, Н, вычисляют по формулам:

$$C_{0ar} = \frac{C_{0r}}{Y_0}, \quad (A.1)$$

$$C_{0aa} = 1{,}43 C_{0a}. \quad (A.2)$$

**А.4.3 Шариковые подшипники с развалами дорожек качения упорно-радиального подшипника**

Для шариковых подшипников с развалами упорно-радиального подшипника ($r_i / D_w \le 0{,}54$ и $r_e / D_w \le 0{,}54$) скорректированные статические осевые грузоподъемности вычисляют по формулам:

$$C_{0ar} = \frac{0{,}7 C_{0r}}{Y_0}, \quad (A.3)$$

$$C_{0aa} = C_{0a}. \quad (A.4)$$

**А.5 Примеры**

**А.5.1 Шариковые подшипники с углом контакта 45°**

Необходимо сравнить скорректированные статические грузоподъемности шариковых однорядных подшипников с углом контакта $\alpha = 45°$, когда его рассматривают и как радиально-упорный подшипник, и как упорно-радиальный подшипник. Для выбранного подшипника — $(D_w \cos \alpha)/D_{pw} = 0{,}16$ и $i = 1$. Подшипник имеет развалы дорожек качения такие же, как и у радиально-упорного подшипника.

Пример расчета, когда подшипник рассматривают как радиально-упорный.

*Статическую радиальную грузоподъемность* $C_{0r}$, Н, вычисляют по формуле (1), т. е. $C_{0r} = f_0 i Z D_w^2 \cos \alpha$. Согласно данным, приведенным в таблице 1, $f_0 = 14{,}9$, а $Y_0 = 0{,}22$ (см. таблицу 2).

$$C_{0r} = 14{,}9 Z D_w^2 \cos 45° = 10{,}54 Z D_w^2.$$

Подставляя значения $C_{0r}$ и $Y_0$ в формулу (А.1), получают

$$C_{0ar} = \frac{10{,}54 Z D_w^2}{0{,}22} = 47{,}9 Z D_w^2.$$

Пример расчета, когда подшипник рассматривают как упорно-радиальный.

*Скорректированную статическую осевую грузоподъемность* $C_{0ar}$, Н, вычисляют по формуле (7), т. е. $C_{0a} = f_0 Z D_w^2 \sin \alpha$, и подставляют в формулу (А.2). Согласно данным, приведенным в таблице 1, $f_0 = 48{,}8$.

$$C_{0a} = 1{,}43 \cdot 48{,}8 Z D_w^2 \sin 45° = 49{,}3 Z D_w^2.$$

Эти расчеты показывают приблизительное равенство скорректированных статических грузоподъемностей $C_{0ar} \approx C_{0aa}$, что подтверждает отсутствие существенных различий.

**А.5.2 Шариковые подшипники с углом контакта 40°**

Рассмотрим расчет скорректированной статической осевой грузоподъемности $C_{0ar}$ шарикового однорядного подшипника с углом контакта $\alpha = 40°$. Подшипник имеет такие же развалы дорожек качения, как и у упорно-радиального подшипника. Отношение $D_w / D_{pw}$ равно 0,091; диаметр шарика $D_w$ равен 7,5 мм; число рядов шариков равно одному, и число шариков Z — 27.

Согласно данным, приведенным в таблице 1, $f_0 = 16{,}1$ для $(D_w \cos 40°)/D_{pw} = 0{,}091 \cos 40° = 0{,}07$; в соответствии с данными, приведенными в таблице 2, $Y_0 = 0{,}26$.

При расчете статической радиальной грузоподъемности $C_{0r}$, Н, по формуле (1) получают следующее значение:

$$C_{0r} = f_0 Z D_w^2 \cos \alpha = 16{,}1 \cdot 27 \cdot 7{,}5^2 \cos 40° = 18731.$$

Примечание — Эта грузоподъемность основана на развале дорожек качения, свойственном радиально-упорным подшипникам.

При расчете статической радиальной грузоподъемности $C_{0ar}$, Н, по формуле (А.3) получают следующие значения:

$$C_{0ar} = \frac{0{,}7 \cdot 18731}{0{,}26} = 50430 \text{ Н},$$

$$C_{0ar} = 50\,400 \text{ Н}.$$

Для шарикового радиально-упорного однорядного подшипника, имеющего такие же внутренние размеры, как указанные выше, но с развалами дорожек качения как у радиально-упорного подшипника, получают числовые значения статической радиальной грузоподъемности $C_{0ar}$, Н, согласно формуле (А.1):

$$C_{0ar} = 18\,731/0{,}26 = 72\,042,$$

$$C_{0ar} = 72\,000 \text{ Н}.$$

**А.5.3 Шариковые подшипники с углом контакта 60°**

Рассмотрим расчет скорректированной статической осевой грузоподъемности $C_{0aa}$ шарикового однорядного подшипника с углом контакта $\alpha = 60°$. Подшипник имеет такой же развал дорожек качения, как и у упорно-радиального подшипника. Отношение $D_w/D_{pw}$ равно 0,091; диаметр шарика $D_w$ равен 7,5 мм; число шариков Z — 27.

Согласно данным, приведенным в таблице 1, $f_0 = 57{,}82$ для $(D_w \cos 60°)/D_{pw} = 0{,}09 \cos 60° = 0{,}046$.

При расчете статической осевой грузоподъемности $C_{0a}$, Н, по формуле (1) получают следующее значение:

$$C_{0a} = f_0 Z D_w^2 \sin\alpha = 57{,}82 \cdot 27 \cdot 7{,}5^2 \sin 60° = 76049.$$

Примечание — Эта грузоподъемность основана на развале дорожек качения, свойственном упорно-радиальным подшипникам.

При расчете статической осевой грузоподъемности $C_{0a}$, Н, по формуле (А.4) получают следующие значения:

$$C_{0aa} = C_{0a} = 76\,049,$$

$$C_{0aa} = 76\,049 \text{ Н}.$$

Для шарикового радиально-упорного однорядного подшипника, имеющего такие же внутренние размеры, как указанные выше, но с развалами дорожек качения как у радиально-упорного подшипника, получают числовые значения скорректированной осевой грузоподъемности $C_{0aa}$, Н, согласно формуле (А.2):

$$C_{0aa} = 1{,}43 \cdot 76\,049 = 108\,750,$$

$$C_{0aa} = 109\,000 \text{ Н}.$$

## Приложение В
## (справочное)

## Расчет параметров Герца точечного контакта

Отношение большой полуоси к малой полуоси эллипса контакта к не зависит от модуля упругости и коэффициента Пуассона контактирующих тел. Оно может быть получено методом последовательных приближений как решение уравнения

$$1-\frac{2}{\kappa^2-1}\cdot\left(\frac{K(\kappa)}{E(\kappa)}-1\right)-F(\rho)=0. \tag{B.1}$$

Полный эллиптический интеграл первого рода $K(\kappa)$ определяют по формуле

$$K(\kappa)=\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left[1-\left(1-\frac{1}{\kappa^2}\right)\cdot(\sin\phi)^2\right]^{-\frac{1}{2}}d\phi. \tag{B.2}$$

Полный эллиптический интеграл второго рода $E(\kappa)$ определяют по формуле

$$E(\kappa)=\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left[1-\left(1-\frac{1}{\kappa^2}\right)\cdot(\sin\phi)^2\right]^{\frac{1}{2}}d\phi. \tag{B.3}$$

Суммарную кривизну контактов на дорожке качения внутреннего кольца (тугого кольца) $\Sigma\rho_i$ определяют по формуле

$$\sum\rho_i=\frac{2}{D_w}\cdot\left(2+\frac{\gamma}{1-\gamma}-\frac{D_w}{2\cdot r_i}\right). \tag{B.4}$$

Суммарную кривизну контактов на дорожке качения наружного кольца (свободного кольца) $\Sigma\rho_e$ определяют по формуле

$$\sum\rho_e=\frac{2}{D_w}\cdot\left(2-\frac{\gamma}{1+\gamma}-\frac{D_w}{2\cdot r_e}\right). \tag{B.5}$$

Относительную разность кривизны контактов на дорожке качения внутреннего кольца (тугого кольца) $F_i(\rho)$ определяют по формуле

$$F_i(\rho)=\frac{\frac{\gamma}{1-\gamma}+\frac{D_w}{2\cdot r_i}}{2+\frac{\gamma}{1-\gamma}-\frac{D_w}{2\cdot r_i}}, \tag{B.6}$$

а относительную разность кривизны контактов на дорожке качения наружного кольца (свободного кольца) $F_e(\rho)$ определяют по формуле

$$F_e(\rho)=\frac{\frac{-\gamma}{1+\gamma}+\frac{D_w}{2\cdot r_e}}{2-\frac{\gamma}{1+\gamma}-\frac{D_w}{2\cdot r_e}}. \tag{B.7}$$

## Приложение С
## (справочное)

## Графическое представление $f_0$ и $Y_0$

Графическое представление значения *коэффициента для расчета статической грузоподъемности* $f_0$ в функции $D_w\cos\alpha/D_{pw}$ для облегчения общего представления влияния внутренней геометрии подшипника на значение $f_0$ приведено на рисунке С.1. Использованные в настоящем приложении значения основаны на данных, приведенных в таблице 1, рассчитанные для радиусов желоба дорожки качения в поперечном сечении:

для шариковых радиальных и радиально-упорных подшипников

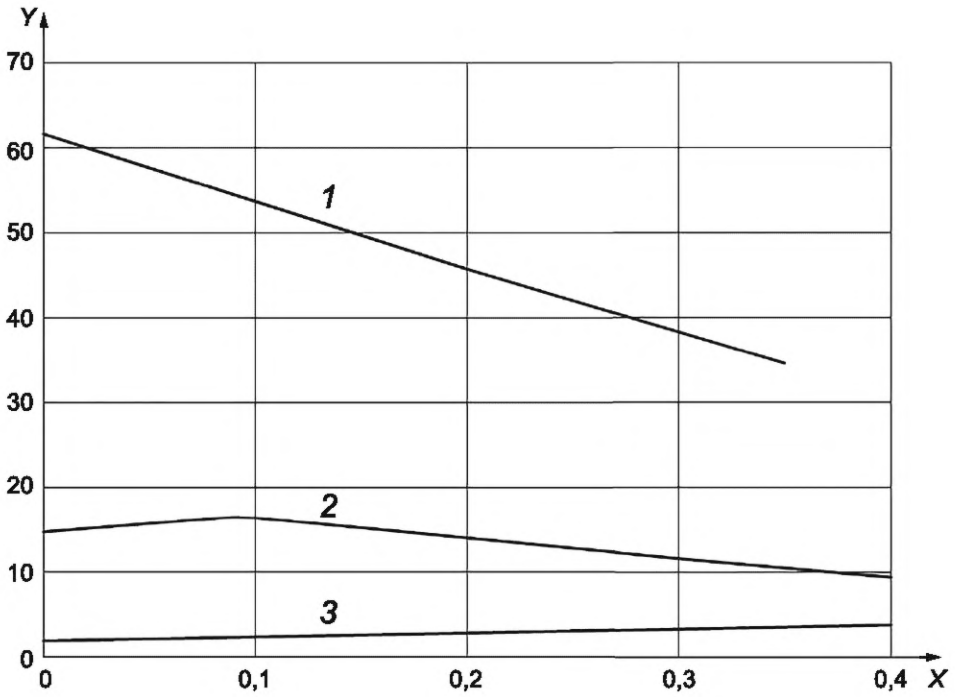
$r_i = 0{,}52D_w$ и

$r_e = 0{,}53D_w$;

для шариковых упорно-радиальных и упорных подшипников

$r_i = r_e = 0{,}54D_w$.

Рисунок С.1 носит информационный характер и не предназначен для расчета статической грузоподъемности.

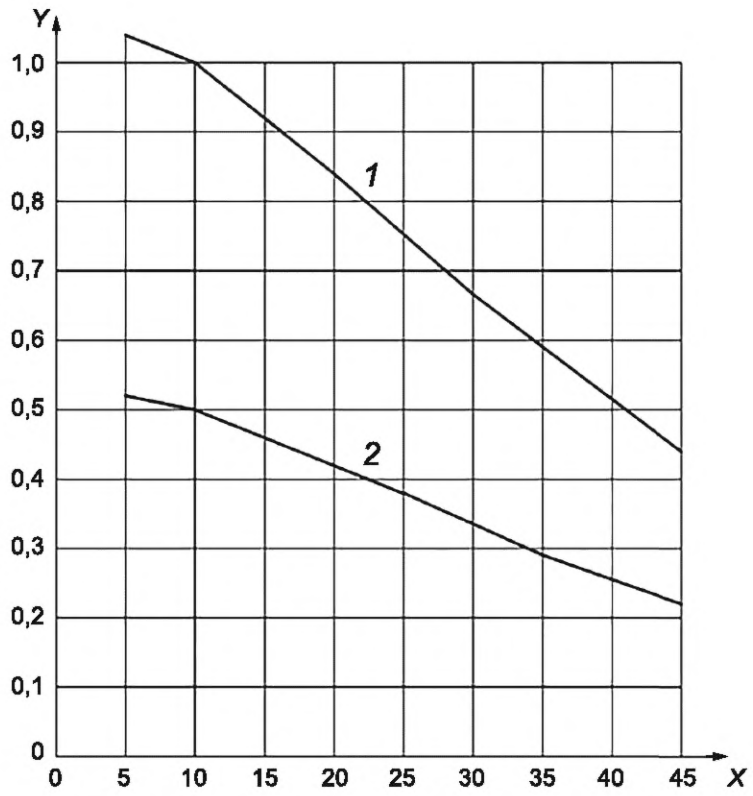



*X* — $D_w\cos\alpha/D_{pw}$; *Y* — $f_0$; *1* — шариковые упорные и упорно-радиальные подшипники; *2* — шариковые радиальные и радиально-упорные подшипники; *3* — шариковые сферические подшипники

Рисунок С.1 — Графическое представление *коэффициента для расчета статической грузоподъемности* $f_0$

Рисунок С.2 предназначен для графического представления значения *коэффициента статической осевой нагрузки* $Y_0$ как функции от номинального угла контакта α, °, для общего представления воздействия внутренней геометрии подшипника на значение $Y_0$. Использованные в настоящем приложении значения основаны на таблице 2.

Рисунок С.2 носит информационный характер и не предназначен для расчета статической эквивалентной нагрузки.




*X* — α, °; *Y* — $Y_0$; *1* — шариковые радиально-упорные двухрядные подшипники; *2* — шариковые радиально-упорные однорядные подшипники

Рисунок С.2 — Графическое представление *коэффициента статической осевой нагрузки* $Y_0$

## Приложение ДА
## (справочное)

## Информация об учете изменения, принятого после официальной публикации ISO 76:2006

ДА.1 В раздел 4 добавлены следующие обозначения:

$E(\kappa)$ — полный эллиптический интеграл второго рода;

$F(\rho)$ — относительная разность кривизны точечного контакта;

$K(\kappa)$ — полный эллиптический интеграл первого рода;

$\gamma$ — вспомогательный параметр, $\gamma = D_w \cos \alpha / D_{pw}$;

$\kappa$ — отношение большой полуоси к малой полуоси эллипса контакта;

$\Sigma\rho_e$ — суммарная кривизна в контакте наружного кольца;

$\Sigma\rho_i$ — суммарная кривизна в контакте внутреннего кольца.

ДА.2 Заменено содержание пункта 5.1.1 до таблицы 1.

ДА.3 Заменено содержание подраздела 6.1.

ДА.4 В связи с изменениями, указанными в ДА.2, ДА.3, изменена нумерация формул. Информация об этих изменениях приведена в таблице ДА.1.

Таблица ДА.1 — Сравнительная нумерация формул

| Номера формул настоящего стандарта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) |
| Номера формул ISO 76:2006/Amd 1:2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (12) | (13) | (14) | (15) |

ДА.5 В конце пункта А.5.2 добавлен следующий абзац:

«Для шарикового радиально-упорного однорядного подшипника, имеющего такие же внутренние размеры, как указанные выше, но с развалами дорожек качения как у радиально-упорного подшипника, получают числовые значения статической радиальной грузоподъемности $C_{0ar}$, Н, согласно формуле (А.1):

$C_{0ar} = 18\,731/0{,}26 = 72\,042$,

$C_{0ar} = 72\,000$ Н».

ДА.6 В конце пункта А.5.3 добавлен следующий абзац:

«Для шарикового радиально-упорного однорядного подшипника, имеющего такие же внутренние размеры, как указанные выше, но с развалами дорожек качения как у радиально-упорного подшипника, получают числовые значения скорректированной осевой грузоподъемности $C_{0aa}$, Н, согласно формуле (А.2):

$C_{0aa} = 1{,}43 \cdot 76\,049 = 108\,750$,

$C_{0aa} = 109\,000$ Н».

ДА.7 Введены два новых приложения: приложение В и приложение С.

## Приложение ДБ
## (справочное)

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

Таблица ДБ.1

| Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта |
|---|---|---|
| ГОСТ ISO 15241—2014 | IDT | ISO 15241:2012 «Подшипники качения. Обозначение физических величин» |
| Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:<br>- IDT — идентичный стандарт. | | |

## Приложение ДВ
## (справочное)

## Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДВ.1

<table>
<tr><td colspan="3">Структура настоящего стандарта</td><td colspan="3">Структура международного стандарта ISO 76:2006/Amd 1:2017</td></tr>
<tr><td colspan="3">Раздел 5</td><td colspan="3">Раздел 5</td></tr>
<tr><td>Подразделы</td><td>Пункты</td><td>Подпункты</td><td>Подразделы</td><td>Пункты</td><td>Подпункты</td></tr>
<tr><td>5.2</td><td>5.2.2</td><td>5.2.2.1</td><td>5.2</td><td>5.2.2</td><td>—</td></tr>
<tr><td>5.2</td><td>5.2.2</td><td>5.2.2.2</td><td>5.2</td><td>5.2.2</td><td>5.2.2.1</td></tr>
<tr><td>5.2</td><td>5.2.2</td><td>5.2.2.3</td><td>5.2</td><td>5.2.2</td><td>5.2.2.2</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="7">Приложения</td><td>A</td><td colspan="2" rowspan="7">Приложения</td><td>A</td></tr>
<tr><td>B</td><td>B</td></tr>
<tr><td>C</td><td>C</td></tr>
<tr><td>ДА</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ДБ</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ДВ</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Библиография</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="6">Примечания<br>1 Сопоставление структур стандартов приведено начиная с пункта 5.2.2, а также относительно приложений, так как остальные разделы стандартов и их иные структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.<br>2 Изменение структуры пункта 5.2.2 связано с дополнением в начале данного пункта нового подпункта, содержащего дополнительные требования, и изменением нумерации последующих подпунктов.</td></tr>
</table>

## Библиография

*[1] ISO 5593:2023 Rolling bearings — Vocabulary (Подшипники качения. Словарь)*

УДК 621.822:006.354 МКС 21.100.20 MOD

Ключевые слова: подшипник качения, статическая грузоподъемность, эквивалентная нагрузка, методы расчета

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Подписано в печать 27.01.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч-изд. л. 2,77. Тираж 16 экз. Зак. 37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано в ФГБУ «Институт стандартизации»,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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

**Поправка к ГОСТ 18854—2024 (ISO 76:2006) Подшипники качения. Статическая грузоподъемность**

| В каком месте | Напечатано | Должно быть | | |
|---|---|---|---|---|
| Предисловие. Таблица согласования | — | Армения | AM | ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения |

(ИУС № 10 2024 г.)

gost.e-ecolog.ru