МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 32305— 2013 (ISO 15312:2003)

Подшипники качения

НОМИНАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ

Расчет и коэффициенты

(ISO 15312:2003, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Инжиниринговый центр ЕПК» (ООО «ИЦ ЕПК»)

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

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол от 27 сентября 2013 г. № 59-П)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004–97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004–97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к международному стандарту ISO 15312:2003 Rolling bearings – Thermal speed rating – Calculation and coefficients (Подшипники качения. Номинальная тепловая частота вращения. Расчет и коэффициенты) путем внесения дополнительных положений, что обусловлено различием размерных серий подшипников по стандартам ISO и ГОСТ, а также путем изменения нормативных ссылок, что обусловлено отсутствием соответствующих идентичных стандартов. При этом разделы 1, 3, 4, 5, 6, 7 и приложения А и Б идентичны, а дополнительные положения приведены в приложениях В и Г.

Разъяснение причин их внесения приведены в примечаниях в приложениях В и Г.

Ссылки на международные стандарты, которые приняты в качестве межгосударственных стандартов, заменены в разделе «Нормативные ссылки» и в тексте стандарта на соответствующие модифицированные межгосударственные стандарты. Ссылки на международные стандарты, которые не приняты в качестве межгосударственных стандартов, заменены в разделе «Нормативные ссылки» и в тексте стандарта на соответствующие межгосударственные стандарты.

Информация о замене ссылок с разъяснением причин их внесения приведена в приложении Д.

Международный стандарт разработан подкомитетом ISO/TC 4/SC 8 «Грузоподъемность и ресурс» технического комитета по стандартизации ISO/TC 4 «Подшипники качения» Международной организации по стандартизации (ISO).

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого разработан настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Росстандарте.

Степень соответствия – модифицированная (MOD)

5 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2013 г. № 1302-ст ГОСТ 32305—2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2015 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2014

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

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

НОМИНАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ

Расчет и коэффициенты

Rolling bearings. Thermal speed rating. Calculation and coefficients

Дата введения — 2015—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет номинальную тепловую частоту вращения подшипников, смазываемых методом масляной ванны, и устанавливает принципы расчета для нахождения значения данного параметра. Параметр, определенный в соответствии с настоящим стандартом, применим к подшипникам качения, выполненным по сериям и размерам стандартной конструкции или такой конструкции, которая с точки зрения трения может быть отнесена к подшипнику стандартной конструкции.

В большинстве случаев для стандартных узлов допустимая температура определяет максимум рабочей частоты вращения. Нагрев узла в таких случаях производится подшипником.

Данный стандарт не распространяется на упорные шариковые подшипники, поскольку кинематические эффекты в этих подшипниках не позволяют применять номинальную тепловую частоту вращения, определенную в данном стандарте.

Примечания

1 В приложениях А и Г приведены средние значения коэффициентов f_{0r} и f_{1r}. Коэффициент f_{0r} служит для расчета потерь на вязкое трение подшипника, смазываемого методом масляной ванны, а f_{1r} – для расчета потерь на механическое трение подшипника.

2 В приложении Б определены базовые условия при смазывании пластичным смазочным материалом. Базовые условия выбраны так, чтобы номинальная тепловая частота вращения при смазывании пластичным смазочным материалом была идентична номинальной тепловой частоте вращения при смазывании методом масляной ванны.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы.

ГОСТ 18854–2013 (ISO 76:2006) Подшипники качения. Статическая грузоподъемность

ГОСТ 24810–2013 Подшипники качения. Внутренние зазоры

ГОСТ 24955–81 Подшипники качения. Термины и определения

ГОСТ 25256–2013 Подшипники качения. Допуски. Термины и определения

ISO 15241:2012 Подшипники качения. Обозначение величин*

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 ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

* Действует до введения ГОСТ, разработанного на основе ИСО 15241. Перевод стандарта имеется в ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ».

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ 24955, ГОСТ 25256, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **номинальная тепловая частота вращения** (thermal speed rating): Частота вращения внутреннего или тугого кольца, при которой достигается баланс между тепловой мощностью, производимой трением в подшипнике, и тепловым потоком, выделяемым через контактирующие с валом и корпусом поверхности подшипника, при базовых условиях.

Примечания

1 Номинальная тепловая частота вращения является одним из возможных критериев, которые позволяют сравнивать различные типы и размеры подшипников качения в отношении их пригодности для работы на высоких частотах вращения.

2 Механические и кинематические факторы, которые могли бы привести к дополнительным ограничениям частоты вращения, номинальная тепловая частота вращения не учитывает.

3.2 **базовые условия** (reference conditions): Условия, от которых зависит номинальная тепловая частота вращения:

a) средняя температура неподвижного наружного или свободного кольца подшипника, т. е. базовая температура, и средняя температура окружающей среды, т. е. базовая внешняя температура;

b) факторы, определяющие потери при трении в подшипнике, такие как:

- значение и направление нагрузки на подшипник;
- метод смазывания, тип смазочного материала, его кинематическая вязкость и количество;
- другие базовые условия;

c) тепловой поток, выделяемый подшипником качения, определяемый как произведение «базовой площади поверхности теплоотдачи подшипника» и «базовой плотности теплового потока, характерной для подшипника качения».

Примечание – Теплоотдача при базовых условиях основана на экспериментальных значениях и представляет теплоотдачу реальных подшипниковых узлов. Тем не менее она независима от действительной конструкции подшипникового узла.

3.3 **базовая площадь поверхности теплоотдачи** (heat emitting reference surface area): Сумма площадей контакта между внутренним кольцом (тугим кольцом) и валом и между наружным кольцом (свободным кольцом) и корпусом, через которые происходит теплоотдача.

3.4 **базовая нагрузка** (reference load): Нагрузка на подшипник, определенная базовыми условиями, которая вызывает момент трения, зависящий от нагрузки.

3.5 **базовый тепловой поток** (reference heat flow): Тепловой поток, вызванный сопротивлением трения и выделяемый посредством теплопроводности через базовую поверхность теплоотдачи, когда подшипник работает при базовых условиях.

3.6 **базовая плотность теплового потока** (reference heat flow density): Отношение базового теплового потока к базовой площади поверхности теплоотдачи.

3.7 **базовая внешняя температура** (reference ambient temperature): Средняя температура окружающей среды подшипникового узла.

3.8 **базовая температура** (reference temperature): Средняя температура неподвижного наружного или свободного кольца подшипника при базовых условиях.

4 Обозначения и единицы измерения

В настоящем документе применены обозначения, данные в ISO 15241, а также приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения и единицы измерения

Обозначение	Наименование	Единица измерения
A_r	Базовая площадь поверхности теплоотдачи	мм^2
B	Ширина подшипника качения	мм
C_{0a}	Базовая статическая осевая грузоподъемность по ГОСТ 18854	Н
C_{0r}	Базовая статическая радиальная грузоподъемность по ГОСТ 18854	Н
d	Диаметр отверстия подшипника	мм

Окончание таблицы 1

Обозначение	Наименование	Единица измерения
A_r	Базовая площадь поверхности теплоотдачи	мм^2
B	Ширина подшипника качения	мм
C_{0a}	Базовая статическая осевая грузоподъемность по ГОСТ 18854	Н
C_{0r}	Базовая статическая радиальная грузоподъемность по ГОСТ 18854	Н
d	Диаметр отверстия подшипника	мм
d_m	Средний диаметр подшипника $d_m = 0,5\ (D + d)$	мм
d_1	Наружный диаметр тугого кольца роликового упорно-радиального сферического подшипника	мм
D	Наружный диаметр подшипника	мм
D_1	Внутренний диаметр свободного кольца роликового упорно-радиального сферического подшипника	мм
f_{0r}	Коэффициент момента трения, независимого от нагрузки, при базовых условиях	–
f_{1r}	Коэффициент момента трения, зависимого от нагрузки, при базовых условиях	–
M_0	Момент трения, независимый от нагрузки	Н·мм
M_{0r}	Момент трения, независимый от нагрузки, при базовых условиях и номинальной тепловой частоте вращения $n_{\theta r}$	Н·мм
M_1	Момент трения, зависимый от нагрузки	Н·мм
M_{1r}	Момент трения, зависимый от нагрузки, при базовых условиях и номинальной тепловой частоте вращения $n_{\theta r}$	Н·мм
$n_{\theta r}$	Номинальная тепловая частота вращения	мин$^{-1}$
N_r	Потеря мощности подшипника при базовых условиях на номинальной тепловой частоте вращения $n_{\theta r}$	Вт
P_{1r}	Базовая нагрузка	Н
q_r	Базовая плотность теплового потока	Вт/мм^2
T	Ширина конического подшипника	мм
α	Угол контакта	°
θ_{Ar}	Базовая внешняя температура	°С
θ_r	Базовая температура	°С
v_r	Кинематическая вязкость смазочного материала при базовых условиях (при базовой температуре θ_r подшипника качения)	мм^2/с
Φ_r	Базовый тепловой поток	Вт

5 Базовые условия

5.1 Основные положения

Базовые условия в этом стандарте главным образом основаны на рабочих условиях наиболее часто используемых типов и размеров подшипников.

5.2 Базовые условия, определяющие образование теплоты трения

5.2.1 Базовые температуры

Базовая температура подшипника на неподвижном наружном или свободном кольце θ_r равна 70 °С.

Базовая внешняя температура θ_{Ar} равна 20 °С.

5.2.2 Базовая нагрузка

5.2.2.1 Для радиальных и радиально-упорных подшипников с углом контакта от 0° до 45° включительно базовой нагрузкой является чисто радиальная нагрузка, составляющая 5 % от базовой статической радиальной грузоподъемности C_{0r} ($P_{1r} = 0,05\ C_{0r}$).

Для однорядного радиально-упорного подшипника базовая нагрузка относится к радиальной составляющей такой нагрузки, которая вызывает чисто радиальное смещение колец подшипника относительно друг друга.

5.2.2.2 Для упорных и упорно-радиальных подшипников с углом контакта более 45° до 90° включительно базовой нагрузкой является центральная осевая нагрузка, составляющая 2 % от базовой статической осевой грузоподъемности C_{0a} ($P_{1r} = 0,02\ C_{0a}$).

5.2.3 Смазывание

5.2.3.1 Смазочный материал: минеральное масло без противозадирных присадок, имеющее следующие значения кинематической вязкости ν_r при θ_r = 70 °С:

a) для радиальных и радиально-упорных подшипников ν_r = 12 мм^2/с (32 мм^2/с при 40 °С).

b) для упорных и упорно-радиальных подшипников ν_r = 24 мм^2/с (68 мм^2/с при 40 °С).

5.2.3.2 Метод смазывания: масляная ванна с уровнем масла, достигающем середины тела качения, находящегося в самом нижнем положении.

Примечание – Серединой шарика считают его центр. Серединой ролика считают точку пересечения средней плоскости ролика с осью ролика.

5.2.4 Другие базовые условия

5.2.4.1 Характеристики подшипника:

- размерный диапазон, как у подшипников стандартного типа с диаметром отверстия до 1000 мм включительно;
- внутренний зазор, соответствующий нормальной группе по ГОСТ 24810;
- подшипник, не снабженный контактными уплотнениями;
- двухрядные радиальные и радиально-упорные подшипники, а также двойные упорные подшипники полагают симметричными;
- для подшипников качения, в которых тела качения работают непосредственно по валу или корпусу, полагают, что поверхности качения вала или корпуса эквивалентны во всех отношениях дорожкам качения колец подшипников, которые они заменяют.

5.2.4.2 Схема размещения подшипника:

- ось вращения подшипника – горизонтальна;

Примечание – Для упорных роликовых цилиндрических и роликовых игольчатых подшипников следует обратить внимание, происходит ли доставка смазочного материала к самым верхним телам качения.

- наружное или свободное кольцо – неподвижно;
- установка радиально-упорного подшипника – с нулевым рабочим зазором.

5.3 Базовые условия, определяющие теплоотдачу

5.3.1 Базовая площадь поверхности теплоотдачи

Следующие площади поверхности определены как базовые площади поверхностей теплоотдачи A_r.

a) Для радиальных и радиально-упорных подшипников, за исключением роликовых конических подшипников, см. рисунок 1 и формулу (1).

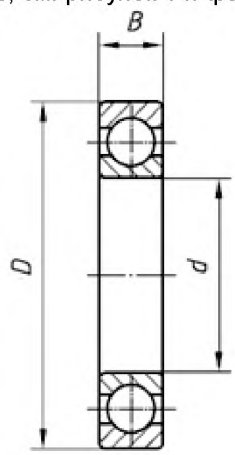


Рисунок 1

$$A_r = \pi B(D + d) \quad (1)$$

b) Для роликовых конических подшипников, см. рисунок 2 и формулу (2).

Примечание – Полная ширина подшипника, используемая вместо каждой конкретной ширины кольца, дает результаты, которые значительно лучше сходятся с опытными данными.

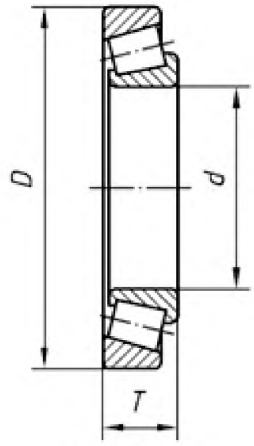


Рисунок 2

$$A_r = \pi T(D + d) \quad (2)$$

c) Для роликовых упорных цилиндрических подшипников и роликовых упорных игольчатых подшипников, см. рисунок 3 и формулу (3).

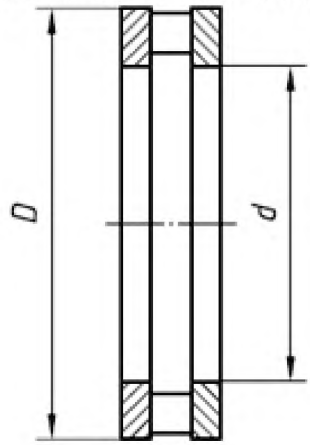


Рисунок 3

$$A_r = 0{,}5\pi(D^2 - d^2) \quad (3)$$

d) Для роликовых упорно-радиальных сферических подшипников, см. рисунок 4 и формулу (4).

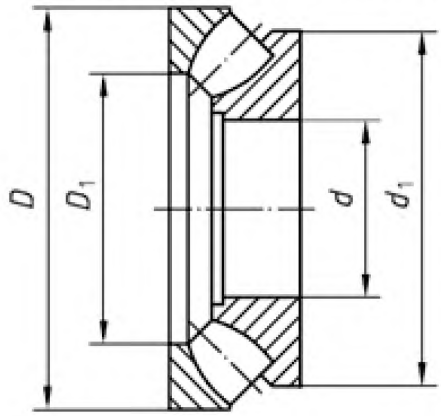


Рисунок 4

$$A_r = 0{,}25\,\pi(D^2 + d_1^2 - D_1^2 - d^2) \quad (4)$$

5.3.2 Базовая плотность теплового потока

Базовая плотность теплового потока q_r определена как:

$$q_r = \frac{\Phi_r}{A_r}. \quad (5)$$

При нормальных условиях применения могут быть приняты следующие значения базовой плотности теплового потока q_r, если разность базовых температур θ_r и θ_{Ar} равна 50 °С.

Для радиальных и радиально-упорных подшипников (см. рисунок 5, кривая 1):

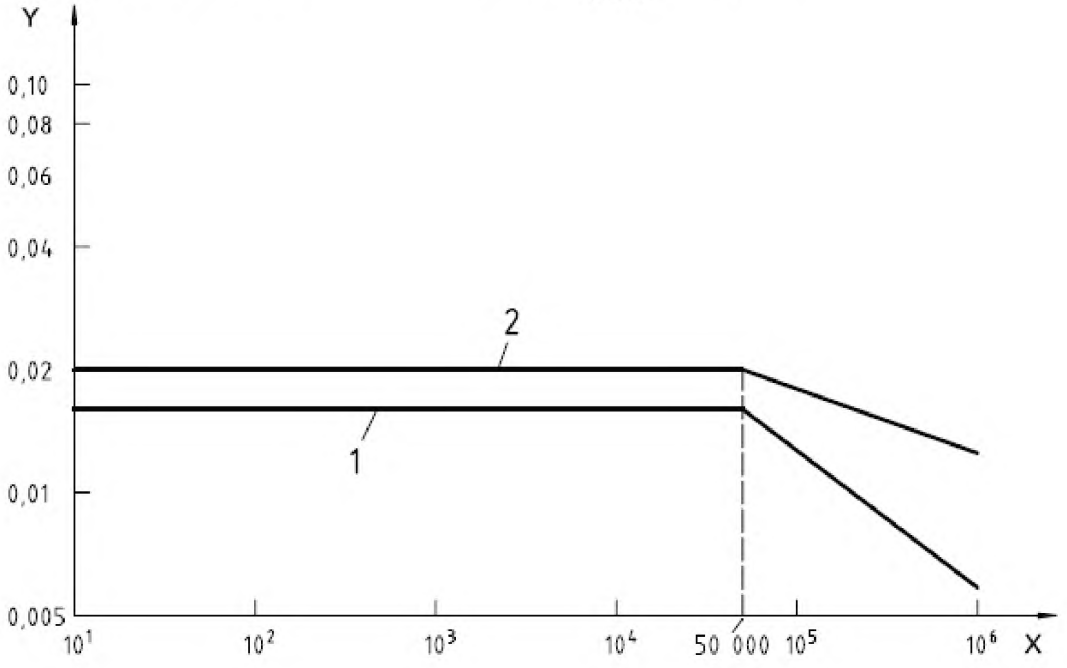
- при A_r не более 50000 мм^2 q_r = 0,016 Вт/мм^2;

- при A_r более 50000 мм^2 $q_r = 0{,}016\left(\frac{A_r}{50000}\right)^{-0{,}34}$ Вт/мм^2;

Для упорных и упорно-радиальных подшипников (см. рисунок 5, кривая 2)

- при A_r не более 50000 мм^2 q_r = 0,020 Вт/мм^2;

- при A_r более 50000 мм^2 $q_r = 0{,}020\left(\frac{A_r}{50000}\right)^{-0{,}16}$ Вт/мм^2.



1 - радиальные и радиально-упорные подшипники
2 - упорные и упорно-радиальные подшипники
X - базовая площадь поверхности теплоотдачи A_r, мм^2
Y - базовая плотность теплового потока q_r, Вт/мм^2

Рисунок 5

6 Расчет номинальной тепловой частоты вращения

Расчет номинальной тепловой частоты вращения основан на энергетическом балансе в узле подшипника качения при базовых условиях. Потеря мощности в подшипнике при базовых условиях на номинальной тепловой частоте вращения равна тепловому потоку, выделяемому подшипником:

$$N_r = \Phi_r. \quad (6)$$

Потерю мощности на трение в подшипнике, работающем при номинальной тепловой частоте вращения при базовых условиях, вычисляют следующим образом:

$$N_r = \frac{\pi n_{\Theta r}}{30 \cdot 10^3}(M_{0r} + M_{1r}) = \frac{\pi n_{\Theta r}}{30 \cdot 10^3}\left[10^{-7} \cdot f_{0r}(\nu_r n_{\Theta r})^{2/3} d_m^3 + f_{1r} P_{1r} d_m\right], \quad (7)$$

$$M_{0r} = 10^{-7} \cdot f_{0r}(\nu_r n_{\Theta r})^{2/3} d_m^3, \quad (8)$$

$$M_{1r} = f_{1r} P_{1r} d_m. \quad (9)$$

Поток теплоотдачи подшипника качения при базовых условиях вычисляют исходя из базовой плотности потока теплоотдачи q_r и базовой площади поверхности теплоотдачи A_r:

$$\Phi_r = q_r A_r. \quad (10)$$

Исходя из равенства (7) для потери мощности на трение и равенства (10) для выделяемого теплового потока уравнение для определения номинальной тепловой частоты вращения $n_{\Theta r}$ принимает следующий вид:

$$\frac{\pi n_{\Theta r}}{30 \cdot 10^3}\left[10^{-7} \cdot f_{0r}(\nu_r n_{\Theta r})^{2/3} d_m^3 + f_{1r} P_{1r} d_m\right] = q_r A_r. \quad (11)$$

Номинальную тепловую частоту вращения $n_{\Theta r}$ определяют из уравнения (11) методом последовательных приближений, который приведен в приложении В.

7 Пояснения

Максимальная допустимая частота вращения подшипника может ограничиваться различными условиями, как например, допустимая температура (наиболее частое условие, лежащее в основе ограничения), обеспечение удовлетворительного смазывания с учетом центробежных сил, предотвращение разрушения компонентов подшипника, кинематика качения, вибрация, производство шума, наличие уплотнений и т. д.

В данном стандарте как ограничительное условие для определения скоростных возможностей подшипника используется температура подшипника.

Скоростные возможности выражаются в виде номинальной тепловой частоты вращения. Она рассчитывается при единых базовых условиях. Номинальная тепловая частота вращения может существенно отличаться от частоты вращения уже ранее опубликованной производителями подшипников в их каталогах, поскольку базовые условия, избранные для данного стандарта, могут быть иными.

Трение в подшипнике преобразуется в тепло, вследствие чего температура подшипника повышается до тех пор, пока не будет достигнут баланс между производством тепла и теплоотдачей.

Момент трения, независимый от нагрузки, M_0, учитывает вязкое трение в подшипнике и зависит от типа подшипника качения, размера (среднего диаметра подшипника качения), частоты вращения и условий смазывания. Эти условия включают в себя метод смазывания, тип смазочного материала, его кинематическую вязкость и количество.

Момент трения, зависимый от нагрузки, M_1, учитывает механическое трение и зависит от типа подшипника качения, размера (среднего диаметра подшипника качения), значения и направления нагрузки.

Фактическая плотность теплового потока может отличаться от принятых в данном стандарте значений, завися от изменений сопротивления трения, согласно уравнению для потока тепловыделения. Например, конструкция корпуса, условия окружающей среды и трение в подшипнике имеют большое влияние на плотность теплового потока.

Приложение А
(справочное)

Коэффициенты f_{0r} и f_{1r}

Таблица А.1 содержит значения коэффициентов f_{0r} и f_{1r} для различных типов подшипников без контактных уплотнений, которые используются в расчете номинальной тепловой частоты вращения $n_{\theta r}$ из уравнения (11).

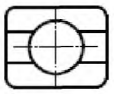
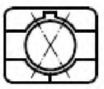
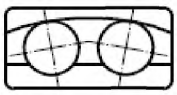
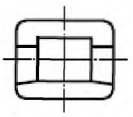
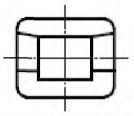
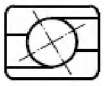
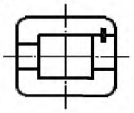
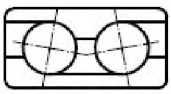
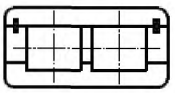
Значения данных коэффициентов являются результатом обширных экспериментальных исследований и анализа опытных данных, взятых из литературы.

Хотя значения f_{0r} и f_{1r} имеют естественный разброс, среднее значение в таблице 1 дано без указания допусков, что делает возможным вычислять единую номинальную тепловую частоту вращения.

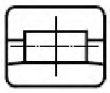
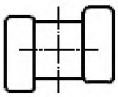
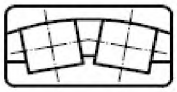
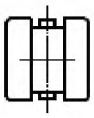
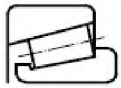
Коэффициенты f_{0r} и f_{1r} зависят от типа подшипника.

Размерные серии, на которые ссылается таблица А.1, определены в ISO 15 [1] и ISO 104 [2].

Таблица А.1 - Коэффициенты f_{0r} и f_{1r}

Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}	Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}
Шариковые радиальные однорядные подшипники 	18 28 38 19 39 00 10 02 03 04	1,7 1,7 1,7 1,7 1,7 1,7 1,7 2 2,3 2,3	0,00010 0,00010 0,00010 0,00015 0,00015 0,00015 0,00015 0,00020 0,00020 0,00020	Шариковые четырехконтактные подшипники 	02 03	2 3	0,00037 0,00037
Шариковые радиальные самоустанавливающиеся подшипники 	02 22 03 23	2,5 3 3,5 4	0,00008 0,00008 0,00008 0,00008	Роликовые цилиндрические однорядные подшипники с сепаратором  	10 02 22 03 23 04	2 2 3 2 4 2	0,00020 0,00030 0,00040 0,00035 0,00040 0,00040
Шариковые радиально-упорные однорядные подшипники $22° < \alpha \leq 45°$ 	02 03	2 3	0,00025 0,00035	Роликовые цилиндрические однорядные подшипники без сепаратора 	18 29 30 22 23	5 6 7 8 12	0,00055 0,00055 0,00055 0,00055 0,00055
Шариковые радиально-упорные подшипники, двухрядные или сдвоенные однорядные 	32 33	5 7	0,00035 0,00035	Роликовые цилиндрические двухрядные подшипники без сепаратора 	48 49 50	9 11 13	0,00055 0,00055 0,00055

Окончание таблицы А.1

Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}	Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}
Роликовые игольчатые подшипники 	48 49 69	5 5,5 10	0,00050 0,00050 0,00050	Роликовые упорные цилиндрические подшипники 	11 12	3 4	0,00150 0,00150
Роликовые сферические подшипники 	39 30 40 31 41 22 32 03 23	4,5 4,5 6,5 5,5 7 4 6 3,5 4,5	0,00017 0,00017 0,00027 0,00027 0,00049 0,00019 0,00036 0,00019 0,00030	Роликовые упорные игольчатые подшипники 	[a]	5	0,00150
Роликовые конические подшипники 	02 03 30 29 20 22 23 13 31 32	3 3 3 3 3 4,5 4,5 4,5 4,5 4,5	0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040	Роликовые упорно-радиальные сферические подшипники 	92 93 94	3,7 4,5 5	0,00030 0,00040 0,00050
				Роликовые упорно-радиальные сферические подшипники модифицированного исполнения (оптимизированная внутренняя конструкция) 	92 93 94	2,5 3 3,3	0,00023 0,00030 0,00033

[a] Размерные серии для упорных роликовых игольчатых подшипников в соответствии с ISO 3031 [3].

Приложение Б
(справочное)

Номинальная тепловая частота вращения для подшипников качения при смазывании пластичным смазочным материалом

Б.1 Основные положения

Номинальная тепловая частота вращения при смазывании пластичным смазочным материалом рассчитывается тем же образом, что и при смазывании методом масляной ванны.

У подшипников с пластичным смазочным материалом момент трения, не зависимый от нагрузки, M_{0r}, не является постоянным в течение времени работы. Поэтому базовая температура θ_r, равная 70 °С, определяется как температура, которая достигается после работы в течение от 10 до 20 часов, когда номинальная тепловая частота вращения при базовых условиях, приведенных в Б.2 и Б.3, будет равна номинальной тепловой частоте вращения при смазывании методом масляной ванны.

Б.2 Условия смазывания

Для смазывания пластичным смазочным материалом приняты следующие базовые условия.

Тип смазочного материала: литиевый мыльный пластичный смазочный материал на основе минерального масла. Кинематическая вязкость базового масла от 100 мм^2/с до 200 мм^2/с при 40 °С (например 150 мм^2/с при 40 °С).

Количество смазочного материала: примерно 30 % от свободного объема подшипника.

Б.3 Коэффициенты f_{0r} и f_{1r}

После работы в течение от 10 до 20 часов принимается то же значение коэффициента f_{0r}, что и при смазывании методом масляной ванны. Сразу после повторного смазывания можно применять удвоенное значение коэффициента f_{0r} при смазывании методом масляной ванны. В конце длительного рабочего периода, непосредственно перед повторным смазыванием, можно принять значение f_{0r} для смазывания методом масляной ванны, уменьшенное на 25 %, однако в этом случае следует рассматривать риск масляного голодания.

Значение коэффициента f_{1r} для консистентной смазки то же самое, что и при смазывании методом масляной ванны.

Приложение В
(справочное)

Решение уравнения энергетического баланса подшипника

В.1 Принять опорную частоту вращения n_r = 1000 мин$^{-1}$. Тогда номинальная тепловая частота вращения выражается через опорную частоту вращения n_r и безразмерный параметр x следующим образом

$$n_{0r} = n_r\, x \qquad (B.1)$$

Принять параметр смазки

$$k_L = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{10^{-6} \cdot f_{0r}\, \nu_r^{2/3}\, d_m^3}{q_r\, A_r} \qquad (B.2)$$

и параметр нагрузки

$$k_P = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{10^{-1} \cdot f_{1r}\, P_{1r}\, d_m}{q_r\, A_r}\,. \qquad (B.3)$$

В качестве k_L и k_P следует принять числовые значения, вычисленные по формулам (В.2) и (В.3), когда значения величин, входящих в эти формулы, выражены в единицах, указанных в таблице 1.

В.2 Уравнение (11) для номинальной тепловой частоты вращения при принятых параметрах преобразуется в уравнение для x

$$k_L\, x^{5/3} + k_P\, x = 1\,. \qquad (B.4)$$

Уравнение (В.4) решают методом Ньютона. В качестве начального приближения следует принять минимум из двух значений

$$x_0 = \min\left(k_L^{-5/3};\ k_P^{-1}\right). \qquad (B.5)$$

Последующие приближения следует вычислять по рекуррентной формуле

$$x_{i+1} = \frac{2\, k_L\, x_i^{5/3} + 3}{5\, k_L\, x_i^{2/3} + 3\, k_P}. \qquad (B.6)$$

Вычисления последующих приближений прекращают, когда абсолютное значение разности между двумя последними приближениями станет меньше 10^{-5}. В качестве решения уравнения (В.4) принимают последнее приближение. Номинальную тепловую частоту вращения вычисляют по формуле (В.1), где в качестве x принято решение уравнения (В.4).

В.3 Приближенное решение уравнения (В.4) при условиях

$$0{,}01 \le k_L \le 10 \quad \text{и} \quad 0{,}01 \le k_P \le 10$$

можно вычислить по формуле

$$x = \frac{490{,}77}{1 + 498{,}78\, k_L^{0{,}599} + 852{,}88\, k_P^{0{,}963} - 504{,}5\, k_L^{0{,}055}\, k_P^{0{,}832}}\,. \qquad (B.7)$$

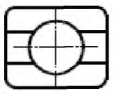
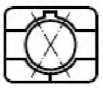
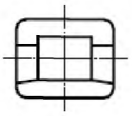
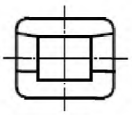
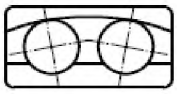
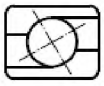
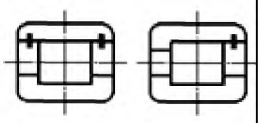
Приложение Г
(справочное)

Коэффициенты f_{0r} и f_{1r} для размерных серий по ГОСТ 3478

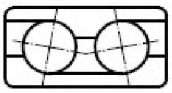
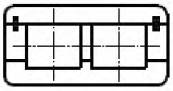
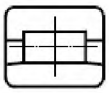
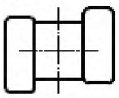
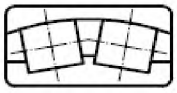
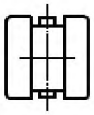
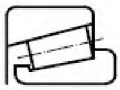
Таблица Г.1 содержит значения коэффициентов f_{0r} и f_{1r} для различных типов подшипников без контактных уплотнений, которые используются в расчете номинальной тепловой частоты вращения $n_{\theta r}$ из уравнения (11).

Таблица Г.1 аналогична таблице А.1 (приложение А), однако размерные серии, на которые ссылается таблица Г.1, даны в соответствии с ГОСТ 3478–2012 [4].

Таблица Г.1 - Коэффициенты f_{0r} и f_{1r} для размерных серий по ГОСТ 3478

Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}	Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}
Шариковые радиальные однорядные подшипники 	18	1,7	0,00010	Шариковые четырехконтактные подшипники 	02	2	0,00037
	28	1,7	0,00010		03	3	0,00037
	38	1,7	0,00010				
	19	1,7	0,00015				
	39	1,7	0,00015				
	71	1,7	0,00015				
	01	1,7	0,00015	Роликовые цилиндрические однорядные подшипники с сепаратором  	01	2	0,00020
	02	2	0,00020		02	2	0,00030
	03	2,3	0,00020		05	3	0,00040
	04	2,3	0,00020		03	2	0,00035
					06	4	0,00040
Шариковые радиальные самоустанавливающиеся подшипники 	02	2,5	0,00008		04	2	0,00040
	05	3	0,00008				
	03	3,5	0,00008				
	06	4	0,00008				
Шариковые радиально-упорные однорядные подшипники $22° < \alpha \le 45°$ 	02	2	0,00025	Роликовые цилиндрические однорядные подшипники без сепаратора 	18	5	0,00055
	03	3	0,00035		29	6	0,00055
					31	7	0,00055
					05	8	0,00055
					06	12	0,00055

Продолжение таблицы Г.1

Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}	Тип подшипника	Размерная серия	f_{0r}	f_{1r}
Шариковые радиально-упорные подшипники, двухрядные или сдвоенные однорядные 	32 33	5 7	0,00035 0,00035	Роликовые цилиндрические двухрядные подшипники без сепаратора 	48 49 51	9 11 13	0,00055 0,00055 0,00055
Роликовые игольчатые подшипники 	48 49 69	5 5,5 10	0,00050 0,00050 0,00050	Роликовые упорные цилиндрические подшипники 	01 02	3 4	0,00150 0,00150
Роликовые сферические подшипники 	39 31 41 37 47 05 32 03 06	4,5 4,5 6,5 5,5 7 4 6 3,5 4,5	0,00017 0,00017 0,00027 0,00027 0,00049 0,00019 0,00036 0,00019 0,00030	Роликовые упорные игольчатые подшипники 	[a]	5	0,00150
Роликовые конические подшипники 	02 03[б] 03[в] 31 29 21 05 06 13 37 32	3 3 4,5 3 3 3 4,5 4,5 4,5 4,5 4,5	0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040 0,00040	Роликовые упорно-радиальные сферические подшипники 	92 93 94	3,7 4,5 5	0,00030 0,00040 0,00050
				Роликовые упорно-радиальные сферические подшипники модифицированного исполнения (оптимизированная внутренняя конструкция) 	92 93 94	2,5 3 3,3	0,00023 0,00030 0,00033

[a] Для всех размерных серий.
[б] Для подшипников с углом контакта $\alpha < 20^{\circ}$.
[б] Для подшипников с углом контакта $\alpha \geq 20^{\circ}$.

Приложение Д
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Обозначение и наименование международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
ISO 76:2006 Подшипники качения. Статическая грузоподъемность	MOD	ГОСТ 18854-2013 (ISO 76:2006)* Подшипники качения. Статическая грузоподъемность
* Внесенные технические отклонения обеспечивают выполнение требований настоящего стандарта		

Библиография

[1] Международный стандарт ИСО 15:1998 (ISO 15:1998)	Подшипники качения. Радиальные и радиально-упорные подшипники. Присоединительные размеры, общая программа (Rolling bearings — Radial bearings — Boundary dimensions, general plan)
[2] Международный стандарт ИСО 104:2002 (ISO 104:2002)	Подшипники качения. Упорные и упорно-радиальные подшипники. Присоединительные размеры, общая программа (Rolling bearings — Thrust bearings — Boundary dimensions, general plan)
[3] Международный стандарт ИСО 3031:2000 (ISO 3031:2000)	Подшипники качения. Упорная сборка игольчатых роликов и сепаратора, упорные кольца. Присоединительные размеры и допуски (Rolling bearings — Thrust needle roller and cage assemblies, thrust washers — Boundary dimensions and tolerances)
[4] Межгосударственный стандарт ГОСТ 3478–2012	Подшипники качения. Присоединительные размеры

[5] Palmgren, A., Ball and Roller Bearing Engineering, 3rd ed., Burbank, Philadelphia, 1959 (Техника шариковых и роликовых подшипников)

УДК 621.822:006.74 МКС 21.100.20 Группа Г16 ОКП 46000

Ключевые слова: подшипники качения, номинальная тепловая частота вращения, расчет, коэффициенты, базовые условия, теплота трения, теплоотдача

Подписано в печать 01.04.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,33. Тираж 31 экз. Зак. 1493

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru